

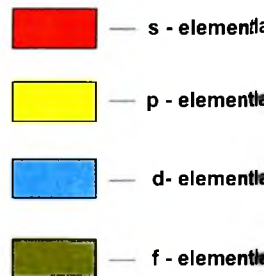
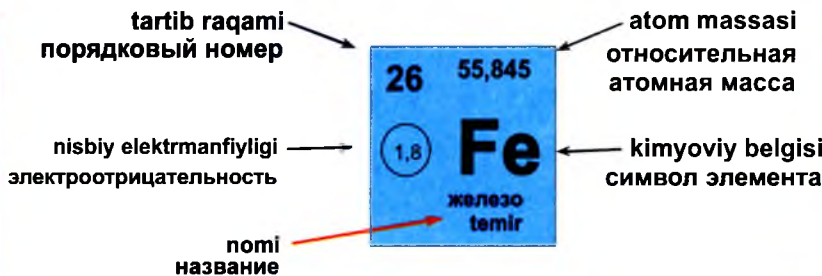
Қ.С.Санақұлов, Б.Ф.Муҳиддинов, А.С.Ҳасанов

# КИМЁВІЙ ЭЛЕМЕНТЛАР



# KIMYOVIIY ELEMENTLARNING D ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМ

|   | IA  | IIA   | IIIB  | IVB  | VB   | VIB   | VIIIB   | VIIIB   | VIIIB   |
|---|---|---|---|--|--|---|---|---|---|
| 1 | 1, 1,0080<br><b>H</b><br>водород<br>vodorod       |   |   |  |  |   |   |   |   |
| 2 | 3, 6,97<br><b>Li</b><br>литий<br>litily           | 4, 9,012182<br><b>Be</b><br>бериллий<br>berilly |   |  |  |   |   |   |   |
| 3 | 11, 22,989768<br><b>Na</b><br>натрий<br>natry     | 12, 24,3050<br><b>Mg</b><br>магний<br>magniy    |   |  |  |   |   |   |   |
| 4 | 19, 39,0983<br><b>K</b><br>калий<br>kaliy         | 20, 40,078<br><b>Ca</b><br>кальций<br>kalsiy    | 21, 44,955912<br><b>Sc</b><br>скандий<br>skandy     | 22, 47,867<br><b>Ti</b><br>титан<br>titan                  | 23, 50,9415<br><b>V</b><br>ванадий<br>vanadly    | 24, 51,9961<br><b>Cr</b><br>хром<br>xrom            | 25, 54,938045<br><b>Mn</b><br>марганец<br>marganes  | 26, 55,845<br><b>Fe</b><br>железо<br>temir      | 27, 58,933195<br><b>Co</b><br>кобальт<br>kobalt       |
| 5 | 37, 85,4678<br><b>Rb</b><br>рубидий<br>rubidly    | 38, 87,62<br><b>Sr</b><br>стронций<br>stronsiy  | 39, 88,90585<br><b>Y</b><br>иттрий<br>ittry         | 40, 91,224<br><b>Zr</b><br>цирконий<br>sirkoniy            | 41, 92,906<br><b>Nb</b><br>ниобий<br>niobly      | 42, 95,96<br><b>Mo</b><br>молибден<br>mollbden      | 43, [97,9072]<br><b>Tc</b><br>технеций<br>texnetsiy | 44, 101,07<br><b>Ru</b><br>рутений<br>ruteniy   | 45, 102,90550<br><b>Rh</b><br>родий<br>rody           |
| 6 | 55, 132,905452<br><b>Cs</b><br>цезий<br>vezly     | 56, 137,327<br><b>Ba</b><br>барий<br>barly      | 57, 138,90547<br><b>La*</b><br>лантан<br>lantan     | 72, 178,49<br><b>Hf</b><br>гафний<br>gafniy                | 73, 180,94788<br><b>Ta</b><br>тантал<br>tantal   | 74, 183,84<br><b>W</b><br>вольфрам<br>volfram       | 75, 186,207<br><b>Re</b><br>рений<br>reniy          | 76, 190,23<br><b>Os</b><br>осмий<br>osmiy       | 77, 192,217<br><b>Ir</b><br>иридий<br>iridy           |
| 7 | 87, [223,0197]<br><b>Fr</b><br>франций<br>fransiy | 88, [226,0254]<br><b>Ra</b><br>радий<br>radly   | 89, [227,0278]<br><b>Ac**</b><br>актиний<br>aktiniy | 104, [261,1018]<br><b>Rf</b><br>резерфордий<br>rezerfordiy | 105, [268,1250]<br><b>Db</b><br>дубний<br>dubniy | 106, [271,133]<br><b>Sg</b><br>сиборгий<br>siborgly | 107, [270]<br><b>Bh</b><br>борий<br>borly           | 108, [277,150]<br><b>Hs</b><br>хассий<br>xassiy | 109, [276,150]<br><b>Mt</b><br>мейтнерий<br>meytneriy |
|   | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   |



\* Lantanoidlar (лантаноиды)

\*\* Aktinoidlar (актиноиды)

|  |   |  |  |   |  |   |
|--|---|--|--|---|--|---|
| 58, 140,116<br><b>Ce</b><br>цезий<br>sezly | 59, 140,90768<br><b>Pr</b><br>прасодим<br>prazodim        | 60, 144,242<br><b>Nd</b><br>неодим<br>neodim | 61, [144,9127]<br><b>Pm</b><br>прометий<br>prometiy  | 62, 150,36<br><b>Sm</b><br>самарий<br>samariy       | 63, 151,964<br><b>Eu</b><br>европий<br>yevropiy      | 64, 157,25<br><b>Gd</b><br>гадолиний<br>gadoliy |
| 90, 232,0381<br><b>Th</b><br>торий<br>tory | 91, [231,0359]<br><b>Pa</b><br>протактиний<br>protaktiniy | 92, 238,02891<br><b>U</b><br>уран<br>uran    | 93, [237,0482]<br><b>Np</b><br>нептуний<br>nepturniy | 94, [244,0642]<br><b>Pu</b><br>плутоний<br>plutoniy | 95, [243,0614]<br><b>Am</b><br>америций<br>ameritsiy | 96, [247,0713]<br><b>Cm</b><br>куриум<br>kyurum |

# AVRIY JADVALI (IUPAC bo'yicha)

## ИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (по IUPAC)

VIIIA

2 4,002602  
**He**  
гелий  
gelly

Guruhlar jami 8 ta. A (asosiy) va B (qo'shimcha)  
Число групп 8. А (главная) и В (побочная)  
Davrlar jami 7 ta (yuqoridan pastga tomon)  
Число периодов 7 (сверху вниз)

|   |  |   | IIIA  | IVA  | VA  | VIA  | VIIA   |  |  |
|---|--|---|---|--|---|--|--|--|--|
|   |  |   | 5 10,81<br>2.0 <b>B</b><br>бор<br>bor                 | 6 12,011<br>2.5 <b>C</b><br>углерод<br>uglerod     | 7 14,0069<br>3.0 <b>N</b><br>азот<br>azot         | 8 15,9994<br>3.5 <b>O</b><br>кислород<br>kislorod    | 9 18,998403<br>4.1 <b>F</b><br>фтор<br>flor          | 10 20,1797<br><b>Ne</b><br>неон<br>neon        |  |
|   |  |   | 13 26,981539<br>1.5 <b>Al</b><br>алюминий<br>aluminly | 14 28,085<br>1.8 <b>Si</b><br>кремний<br>kremnly   | 15 30,973762<br>2.2 <b>P</b><br>фосфор<br>fosfor  | 16 32,07<br>2.5 <b>S</b><br>сера<br>ottingugurt      | 17 35,45<br>3.0 <b>Cl</b><br>хлор<br>xlor            | 18 39,948<br><b>Ar</b><br>аргон<br>argon       |  |
| IB  |  | IIB   |   |  |   |  |  |  |  |
| 28 58,6934<br>1.9 <b>Ni</b><br>никель<br>nikel        | 29 63,546<br>1.9 <b>Cu</b><br>медь<br>mis            | 30 65,38<br>1.6 <b>Zn</b><br>цинк<br>gux                | 31 69,723<br>1.6 <b>Ga</b><br>галлий<br>gally         | 32 72,63<br>1.8 <b>Ge</b><br>германий<br>germanly  | 33 74,92160<br>2.0 <b>As</b><br>мышьяк<br>mishyak | 34 78,96<br>2.4 <b>Se</b><br>селен<br>selen          | 35 79,904<br>2.8 <b>Br</b><br>бром<br>brom           | 36 83,798<br><b>Kr</b><br>криптон<br>kripton   |  |
| 46 106,42<br>2.2 <b>Pd</b><br>палладий<br>palladiy    | 47 107,8682<br>1.9 <b>Ag</b><br>серебро<br>kumush    | 48 112,411<br>1.7 <b>Cd</b><br>кадмий<br>kadmiy         | 49 114,818<br>1.7 <b>In</b><br>индий<br>indiy         | 50 118,710<br>1.8 <b>Sn</b><br>олово<br>qalay      | 51 121,760<br>1.9 <b>Sb</b><br>сурьма<br>surma    | 52 127,60<br>2.1 <b>Te</b><br>теллур<br>tellur       | 53 126,90447<br>2.5 <b>I</b><br>йод<br>yod           | 54 131,293<br><b>Xe</b><br>ксенон<br>ksenon    |  |
| 78 195,084<br>2.2 <b>Pt</b><br>платина<br>platina     | 79 196,966569<br>2.1 <b>Au</b><br>золото<br>o'ltin   | 80 200,59<br>1.9 <b>Hg</b><br>ртуть<br>s'mob            | 81 204,384<br>1.6 <b>Tl</b><br>таллий<br>tally        | 82 207,2<br>1.9 <b>Pb</b><br>свинец<br>qo'rg'oshin | 83 208,98040<br>1.9 <b>Bi</b><br>висмут<br>vismut | 84 [208,9824]<br>2.0 <b>Po</b><br>полоний<br>poloniy | 85 [209,9871]<br>2.2 <b>At</b><br>астат(ин)<br>astat | 86 [222,0176]<br><b>Rn</b><br>радон<br>radon   |  |
| 110 [281]<br><b>Ds</b><br>дармштадтий<br>darmshtadtiy | 111 [280,164]<br><b>Rg</b><br>рентгений<br>rentgeniy | 112 [285,174]<br><b>Cn</b><br>коперниций<br>kopernitily | 113 [285]<br><b>Nh</b><br>нихоний<br>nihoniy          | 114 [289,187]<br><b>Fl</b><br>флеровий<br>fleroviy | 115 [288]<br><b>Mc</b><br>московский<br>moskoviy  | 116 [293]<br><b>Lv</b><br>ливнерморий<br>livermoriy  | 117 [294]<br><b>Ts</b><br>теннессиин<br>tennesin     | 118 [294]<br><b>Og</b><br>оганесон<br>oganeson |  |
| 10  | 11   | 12  | 13  | 14   | 15  | 16   | 17   | 18   |  |

|  |  |   |  |  |   |   |
|--|--|---|--|--|---|---|
| 65 158,925<br>1.1 <b>Tb</b><br>тербий<br>terbiy      | 66 162,500<br>1.1 <b>Dy</b><br>диспрозий<br>diporziy       | 67 164,93032<br>1.1 <b>Ho</b><br>гольмий<br>golmiy        | 68 167,259<br>1.1 <b>Er</b><br>эрбий<br>erbiy      | 69 168,93421<br>1.1 <b>Tm</b><br>тулий<br>tuly                   | 70 173,054<br>1.1 <b>Yb</b><br>иттербий<br>itterbiy | 71 174,967<br>1.1 <b>Lu</b><br>лютеций<br>lutyetsiy     |
| 97 [247,0703]<br>1.2 <b>Bk</b><br>берклий<br>berkliy | 98 [251,0796]<br>1.2 <b>Cf</b><br>калифорний<br>kaliforniy | 99 [252,0839]<br>1.2 <b>Es</b><br>эйштейний<br>eyshтейniy | 100 [257,085]<br>1.2 <b>Fm</b><br>фермий<br>fermiy | 101 [258,088]<br>1.2 <b>Md</b><br>мэнделеевский<br>mendeleeyeviy | 102 [259,101]<br>1.2 <b>No</b><br>ноббий<br>nobbiy  | 103 [259,108]<br>1.2 <b>Lr</b><br>лоренсий<br>lorentsiy |

Nashrga  
tayyorlovchilar:  
**Otabek MO'YDINOV**  
**Yusuf ABSOATOV**  
**Shahnoza KADIROVA**

Қ.С.Санақулов, Б.Ф.Мухиддинов,  
А.С.Ҳасанов

# ҚИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР



Тошкент-2019

**УЎК 546(075.8)**

**КБК 24.12**

**С 30**

**Санақулов. Қ.С**

Кимёвий элементлар [Матн]: қўлланма / Қ.С.Санақулов, Б.Ф.Муҳиддинов, А.С.Ҳасанов /  
– Тошкент: Muharrir nashriyoti, 2019, – 448 бет.

ISBN 978-9943-5577-5-8

Ушбу қўлланма кимё, металлургия, кончилик ва машинасозлик йўналишлари ва мутахассисликларида таълим олувчи бакалавр ва магистрантларга ҳамда профессор-ўқитувчиларга қўлланма сифатида тавсия этилади.

Ўқув қўлланмада кимёвий элементлар даврий жадвалининг яратилиш тарихи ва ҳозирги кунда мавжуд бўлган 118 та кимёвий элементларнинг кашф этилиши, табиатда геологик тарқалиши, физикавий, кимёвий ва механик хоссалари, олиниш усуллари, шунингдек, халқ хўжалигида ишлатилиши тўғрисидаги маълумотлар тизимлаштирилган, асосий кимёвий ва металлургик терминлар изоҳи билан берилган. Республикадаги Навоий ва Олмалик кон-металлургия комбинатларида ишлаб чиқариладиган айрим элементларнинг саноатда олиниши, технологик тавсифлари батафсил келтирилган.

Шунингдек, ушбу ўқув қўлланма кимё ва кон-металлургия соҳасидаги илмий ва муҳандис-техник ходимлар, лаборантлар, касб-ҳунар коллежлари ва юқори синф ўқувчилари учун ҳам тавсия этилади.

Суратлар 42, жадваллар 28, библиографик рўйхат 64 номда.

**УЎК 546(075.8)**

**КБК 24.12**

**Масъул муҳаррир:**

Абдувахоб Икрамов кимё фанлари доктори, профессор.

**Такризчилар:**

Х.А.Ақбаров, ЎзРФА академиги, геол.-минер. фан. док., проф.;

Т.М.Бобоев, кимё фанлари доктори, профессор;

С.Э.Нурмонов, кимё фанлари доктори, профессор.

ISBN 978-9943-5577-5-8

© Қ.С.Санақулов, Б.Ф.Муҳиддинов,

А.С.Ҳасанов

© “Muharrir nashriyoti”,

Тошкент, 2019.

## СЎЗ БОШИ

У ёки бу давлатнинг иктисодий ва экологик турғунлигини таъминловчи мураккаб масалаларни ечиш учун фундаментал, амалий ва инновацион тадқиқотлар бошқа вақтлардагига нисбатан бозор иқтисодиёти шароитида жуда зарурдир. Шунинг учун ёшларнинг навбатдаги вазифаси замонавий техника ва технологияларни ўрганиш ва такомиллаштириш, янги ихтиро ва илмий янгиликларни кашф этишни саноатда жорий этиш, жаҳон стандартларига жавоб бера оладиган сифатли хомашё ва тайёр маҳсулотни ишлаб чиқариш ва амалга ошириш ҳисобланади.

Ёшлар диққатини кон-металлургия саноатининг: кончилик иши, рудаларни бойитиш, металлургия, кимёвий технология, информацион технологияларни замонавий усуллар орқали ўрганиш каби ўқув фанларига жалб этиш зарур. Даврий жадвалдаги кимёвий элементлар номи ва кўпгина техник терминларнинг дастлабки номлари кўп ҳолларда саклаб қолинган ва деярли бошқа тилларга таржима қилинмайди. Марказий Осиё ва Ўзбекистон ҳудудидаги конлар ва қадимги қазилмалар икки минг йил олдин ҳам мавжуд бўлиб, аجدодларимиз қадимдан металл қазиб олиш, уни суюқ ҳолатга келтириш ва ундан безаклар, меҳнат куруллари тайёрлашни яхши билганлар.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Миромонович Мирзиёев Навоий вилояти ҳақида фикр билдириб қуйидагиларни алоҳида таъкидлаган эди: “Азим Зарафшон воҳасида, беҳисоб табиий бойликлар макони бўлган Қизилқум минтақасида жойлашган Навоий вилояти, таъбир жоиз бўлса, мамлакатимизнинг дуру жавоҳирлар хазинасидир. Албатта, бу саховатли заминнинг ҳосияти ҳақида кўп гапириш мумкин. Аммо битта мисолнинг ўзи кўп нарсани англатади, деб ўйлайман. Машҳур Менделеев жадвалида юздан зиёд элемент ва уларнинг бирикмалари бўлса, шуларнинг ҳаммаси, жумладан, олтин, қумуш, уран, табиий газ, нефть, минерал туз конлари ва бошқа бойликлар бу заминда бисёр топилади”<sup>1</sup>.

Ҳозирги кунда кимёвий элементлар даврий жадвалида 118 та кимёвий элементлари мавжуд бўлиб, улардан ҳозиргача 26 таси табиатда мавжуд эмас, улар ядровий синтез реакциялари орқали ёки нурланиш, емирилиш туфайли кимёвий усулда олинади. Турли хил бирикмаларда, айрим ҳолларда соф ҳолда топилган 90 га яқин элементлар учрайди, ҳозирда улардан табиий ҳолда ёки 5000 мингдан ортиқ бирикмалар ва қотишмалар ҳолатида фойдаланилади. Шулардан 9 та кимёвий элемент кам миқдорда ажратиб олинади ва атом энергетикасида, коинот тадқиқотида, электротехникани ва бошқа соҳаларни ўзлаштириш учун қўлланилади. Охириги йилларда кашф этилган барча кимёвий элементлар олимлар томонидан уларнинг физикавий ва кимёвий хусусиятлари тўлиқ ўрганиб келинмоқда. Ушбу ўқув қўлланмада фанда аниқ бўлган айнан ушбу кимёвий элементларнинг хоссалари, ажратиб олишнинг технологик схемалари ва қўллаш соҳалари батафсил келтирилган.

Бугунги кун кимёси ўзининг охириги икки юз йилликда юзага келган ажойиб ривожланиши билан бошқа тармоқлардан ажралиб туради. Замонавий металлургия, кимё, кончилик ишининг асосий натижалари ёритилган кўпгина нашрдаги ўқув қўлланма ва дарсликлар, китобхонга муҳандислик техникаси фикрлари ҳақидаги тасаввурларни беради.

Ушбу ўқув қўлланмада табиатдаги кимёвий элементларнинг кашф этилиши ва географик тарқалиши, уларнинг физик ва кимёвий хусусиятлари, халқ хўжалигида

қўлланилиши ва саноатда олиниси, ҳамда айрим элементларнинг олинис технология тавсифи қисқача схематик тарзда кўрсатиб берилган. Барча элементлар тартиб рақам билан жойлаштирилган.

Тавсия этилаётган кимёвий элементлар нашри мазмуни бой маълумотлар билан таъминланган, металлургия, кимё, геология ва кончилик иши фанини ўрганишни бошловчилар учун яхши қўлланма ва сермазмун маълумотнома ҳисобланади, барча хоҳловчи ёшлар учун эса кимё ва металлургия курсларини чуқур ўрганишга имкон беради. Бу китоб, авваламбор, билим оладиган ва таълим берадиган инсонлар учун мўлжалланган, десак ҳеч ҳам муболага бўлмайди, чунки муаллифлар олий ва ўрта таълим муассасаларининг талабалари ва ўқитувчилари ўқиб ва ўқиб ўзлари учун фойдали маълумотлар олади деган умиддамиз. Ушбу ўқув қўлланмага муаллифлар томонидан турли йилларда нашр этилган китоблар ва илмий мақолалардан олинган муҳим маълумотлар киритилган.

Ўқув қўлланма кенг билим доирасидаги кимёгарлар ва муҳандис-техник ходимлар ҳамда жуда кизикарли ва кимёвий элементларни ўргатувчи тарихи ва уларнинг қўлланилиши билан танишишни хоҳлайдиганлар учун фойдалидир. Шунга қарамасдан, бу қўлланмани осон ва кизикарли ўқиш учун мўлжалланган асарлар қаторига киритиб бўлмайди, чунки у ўқувчи китобхондан маълум бир маълумотларга эга бўлишни ва зукко ёндашишни талаб этади.

Холисона билдирилган ҳар қандай фикрларни, талаб ва истакларни қабул қилишга тайёрмиз. Ушбу қўлланма айрим камчиликлардан холи эмаслигини сезган ҳолда, кейинги қайта нашрда, албатта, эътиборга олишимизни эслатиб ўтишни жоиз топдик.

*Муаллифлар*

# I БОБ

## 1.1. КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ ЖАДВАЛИНИНГ ЯРАТИЛИШ ТАРИХИ ВА РИВОЖЛАНИШИ

XIX асрда умумий кимё олдидаги асосий вазифалардан бири кимёвий элементларнинг атом массалари ҳақидаги муаммолар ҳал бўлгандан сўнг, мавжуд бўлган кимёвий элементларни маълум бир тизимга солиш зарурияти пайдо бўлди. Ҷша вақтда фанда 14 та кимёвий элемент маълум эди, холос. XIX аср ўрталарида мавжуд элементлар сафига яна 20 та янги элемент қўшилди. 1860 йилга келиб эса маълум бўлган элементлар сони 60 тага етди.



Иоганн Вольфганг  
Дёберейнер,  
(1780-1849)

Элементларни тизимга солиш ва уларнинг хоссалари орасидаги қонуниятларни ўрнатиш, ўша даврнинг долзарб муаммоларидан бири бўлиб қолди. Кимёвий элементларни биринчи бўлиб маълум бир тизимга солишни немис кимёгари Иоганн Вольфганг Дёберейнер бошлаб беради ва 1829 йилда триадалар қонунини яратади. Дёберейнер хоссалари ўхшаш элементлар қаторларини тузишда атом массаларининг ўзгариш қонуниятига эътиборини қаратади. Дёберейнернинг триадалар жадвалида ўртадаги элементларнинг атом массаси икки ён тарафдаги элементлар атом массалари йиғиндисининг ярим қийматига тенг:

1.1-жадвал

Дёберейнернинг триадалар жадвали

| Триада          |              | триада          |              | триада          |              | триада          |              | триада          |              |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| Элемент белгиси | Атом массаси | Элемент белгиси | Атом массаси | Элемент белгиси | Атом массаси | Элемент белгиси | Атом массаси | Элемент белгиси | Атом массаси |
| Cl              | 35,5         | P               | 31           | S               | 32           | Ca              | 41           | Li              | 7            |
| Br              | 80           | As              | 75           | Se              | 79           | Sr              | 88           | Na              | 23           |
| I               | 125          | Sb              | 122          | Te              | 129          | Ba              | 137          | K               | 39           |

И.В.Дёберейнер мавжуд элементларни триадаларга бўлишни тўлиқ амалга ошира олмади, лекин триадалар қонуни атом массалари элементлар ва уларнинг бирикмалари хоссалари орасида аниқ боғлиқликлар борлигини кўрсатиб (1.1-жадвал) берди. Кимёвий элементларни тизимлаштиришга муҳим ҳисса қўшган немис кимёгарларидан яна бири Леопольд Гмелиндир.

1843 йилда Гмелин "бириктирувчи массалар" асосида тузилиб, гуруҳлар бўйича ўсиб бориш тартибини тақсимлаб кимёвий ўхшаш элементлар жадвалини яратди. Гуруҳдан ташқарида, жадвалнинг бош қисмида Гмелин



Леопольд Гмелин  
(1788-1853)



асосий учта элемент – кислород, азот ва водородни жойлаштирди. Уларнинг тагида триадалар, тетрадалар, пентадалар (тўрт ёки беш элементдан иборат элементлар) жойлашган. Кислороднинг тагида эса (Бер-целиус терминологияси бўйича) металлоидлар, электроманфий элементлар, азот ва водород тагида металлار гуруҳи жой-лаштирилган; гуруҳнинг элек-тромаусбатлик ва электроманфийлик хоссалари бир хил юқоридан пастга қараб ўзгариб борган.

|           |                  |   |               |             |
|-----------|------------------|---|---------------|-------------|
| O         |                  | N |               | H           |
| F Cl Br J |                  |   |               | L Na K      |
| S Se Te   |                  |   |               | Mg Ca Sr Ba |
| P As Sb   |                  |   |               | G Y Ce La   |
| B Si      |                  |   |               | Zr Th Al    |
| Ti Ta W   |                  |   |               | Sn Cd Zn    |
|           | Mo V Cr          |   | U Mn Co Ni Fe |             |
|           | Bi Pb Ag Hg Cu   |   |               |             |
|           | Os Ir R Pt Pd Au |   |               |             |



Жан Батист Андре Дюма (1800-1884)



Кук Джосая Парсон (1827-1894)

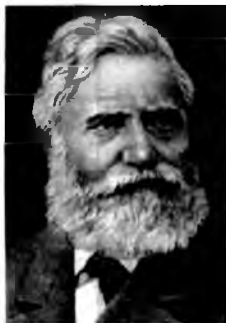


Уильям Одлинг (1829-1921)



Гладстон, Джон Холл (1827-1902)

Даврий қонунни очиш йўлидаги кейинги кадам элемент атом массалари ўзгаришидаги умумий қонуниятлар асосида тузилган дифференциал системалар жадвалига йўналган. 1850 йилда немис шифокори Макс фон Петтенкофер гомологик қатордаги каби бир-бири билан  $\text{CH}_2$  гуруҳига фарқ қиладиган элементлар орасидаги боғлиқликни яратишга ҳаракат қилди. У айрим элементларнинг атом массалари бир-бири билан саккизга қаррали бўлган катталикларда фарқ қилишига ишора қилган. Шунинг асосида Петтенкофер элементлар майда субэлемент зарраларининг мураккаб ҳосиласи деб тахмин қилган.



Макс Йозеф Паттенкофер (1818-1901)

Кейинги йилда шунга ўхшаш бўлган қарашни француз органик-кимёгари Жан Батист Андре Дюма айтади. Ҳар хил вариантдаги дифференциал системалар кўринишини немис кимёгари Эрнст Ленсен (1857), америкалик Джосайя Парсонс Кук (1857), инглиз кимёгари Уильям Одлинг (1858) ва Джон Холл Глэдстон (1859) таъкидлашган.

1859 йилда немис олими Адольф Штреккер бу ғояни янада такомиллаштирган.

Дифференциал системаларнинг ривожланиши 1860 йиллардаги даврий классификация бўлган. Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа 1862 йилда элементларнинг винтли график кўринишини, яъни “ер спирали” (vis tellurique) деб аталадиган атом оғирликлари ўсиб бориш тартибида жойлаштирилган жадвални таклиф этади.

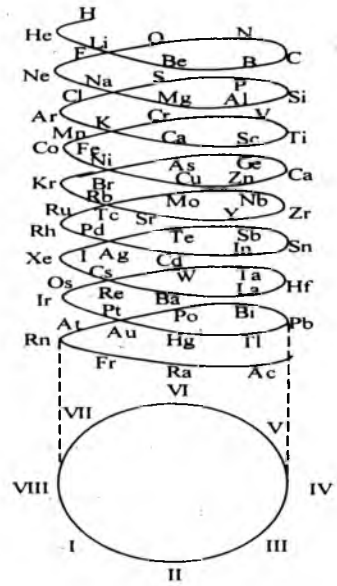


Джон Александр Рейна Ньюлендс (1837-1898)



Адольф Фредрих Людвиг Штреккер (1822-1871)

|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|----------------|---|----|---|---|----|----|----|----|---|
| (HO) Hydrogene | 2 | 4  | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 2 |
| (HO) Hydrogene | H |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Lithium        |   | Li |   |   |    |    |    |    |   |
| Bare           |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Carbone        |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| oxygen         | O |    |   |   |    |    |    |    | O |
| Sodium         |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Magnisium      |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Aluminium      |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Silikon        |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Phosphorus     |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Sulphur        |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
| Kalium         |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |
|                |   |    |   |   |    |    |    |    |   |



1.1.-расм. Шанкуртуанинг винтли графиги (1862 йил)

Шанкуртуа цилиндрининг устки қисмини 16 та бўлакка бўлган, ён юзасига  $45^\circ$  бурчак асосида чизик ўтказиб, унга нукталар билан тегишли элементларни жойлаштиради. Шундай қилиб, элементларнинг оғирликлари вертикал чизикда жойлашиб, 16 га ёки 16 га қаррали сонга фарқ қилган. Бунда ўхшаш элементларга тегишли бўлган нукталар кўп ҳолларда бир текисликда бўлган. Шанкуртуанинг винтли графиги элементлар атом массаси орасидаги боғлиқликни белгиллаган, лекин бундай кўринишдаги система қониқарли деб баҳоланмаган.



Александр  
Эмиль Бугейе  
де Шанкуртуа  
(1820-1886)

Джон Александр Рейна Ньюлендс 1864 йилда октавалар қонуни асосида тузилган элементларнинг даврий жадвалини таклиф этди. Ньюлендс жадвали атом оғирликлари ортиб бориш тартибида жойлаштирилган қаторда, саккизинчи элемент хоссалари биринчи элемент хоссаларига ўхшаш эканлигини кўрсатади. Бундай боғлиқлик энгил элементлар орасида ўринли, аммо Ньюлендс унга умумий характер беришга уринган.

1.2-жадвал

Ньюлендс жадвали (1864 йил)

|    | № |    | №  |    | №  |    | №  |    | №  |    | №  |    | №  |    | №  |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  | 1 | F  | 8  | Cl | 15 | Co | 22 | Br | 29 | Pd | 36 | I  | 43 | Pt | 50 |
| Li | 2 | Na | 9  | K  | 16 | Cu | 23 | Rb | 30 | Ag | 37 | Cs | 44 | Tl | 51 |
| Be | 3 | Mg | 10 | Ca | 17 | Zn | 24 | Sr | 31 | Cd | 38 | Ba | 45 | Pb | 52 |
| B  | 4 | Al | 11 | Cr | 18 | Y  | 25 | Ce | 32 | U  | 39 | Ta | 46 | Tl | 53 |
| C  | 5 | Si | 12 | Ti | 19 | In | 26 | Zr | 33 | Sn | 40 | W  | 47 | Hg | 54 |
| N  | 6 | P  | 13 | Mn | 20 | As | 27 | Di | 34 | Sb | 41 | Nb | 48 | Bi | 55 |
| O  | 7 | S  | 14 | Fe | 21 | Se | 28 | Rh | 35 | Te | 42 | Au | 49 | Th | 56 |
|    |   |    |    |    |    |    |    | Ru |    |    |    |    |    |    |    |

Ньюлендс жадвалида ўхшаш элементлар горизонтал чизикда жойлаштирилган, аммо айни вақтда бир қатор ўзаро ўхшаш бўлмаган элементлар ҳам бир чизикқа тўғри келиб қолган. Бундан ташқари, Ньюлендс айрим катакчаларга ҳатто иккита элементни жойлаштиришга мажбур бўлган, лекин Ньюлендс жадвалида бўш ўринлар бўлмаган. Ньюлендс системасининг камчиликларига қараб, унинг замондошлари октавалар қонунига ишончсизлик билан қарашган.

1.3-жадвал

Одлинг жадвали (1864 йил)

| Триплетли группа |                                    |         |          |          |
|------------------|------------------------------------|---------|----------|----------|
| H 1              |                                    |         | Mo 96    | W 184    |
|                  |                                    |         |          | Au 196.5 |
|                  |                                    |         | Pd 106.5 | Pt 197   |
| Li 7             | Na 23                              | -       | Ag 108   |          |
| G 9              | Mg 24                              | Zn 65   | Cd 112   | Hg 200   |
| B 11             | Al 27                              | -       | -        | Ti 203   |
| C 12             | Si 28                              | -       | Sn 118   | Pb 207   |
| N 14             | P 31                               | As 75   | Sb 112   | Bi 210   |
| O 16             | S 32                               | Se 79.5 | Te 129   |          |
| F 19             | Cl 35                              | Br 80   | I 127    |          |
|                  | K 39                               | Rb 85   | Cs 133   |          |
|                  | Ca 40                              | Sr 87.5 | Ba 137   |          |
|                  | Ti 40                              | Zr 89.5 | -        | Th 231   |
|                  | Cr 52.5                            |         | V 89.5   |          |
|                  | Mn 55 ва бошқ.<br>(Fe, Ni, Co, Cu) |         |          |          |

Ўша йилда Уильям Одлинг, 1857 йилда эквивалентлик оғирлиги асосида ўзи таклиф қилган системани қайта кўриб, бирон бир изоҳ бермаган ҳолда юқоридаги жадвални таклиф қилган (1.3-жадвал).

XIX асрнинг 60-йилларида немис кимёгари Юлиус Лотар Мейер элементлар жадвалини тузишнинг бир неча кўринишларини яратишга эришди. Лотар Мейер томонидан 1868 йилда тайёрланган қўшма жадвал иккинчи китоби орадан анча ўтиб, 1895 йилдагина босмадан чиқарилади ва унда 52 та элемент 15 та устунда жойлаштирилди. Кейинги жадвални Мейер 1870 йилда ёзилган ўз мақоласида чоп этиб, унда аррасимон кўринишга эга бўлган, атом ҳажми ва атом оғирлиги орасидаги боғлиқликни акс этган ҳолда тайёрлади.

“Элементларнинг табиати уларнинг атом оғирлиги функцияси” жадвали тўққизта вертикал устундан иборат бўлиб, ўхшаш элементлар горизонтал қаторларда жойлашган; айрим катакчаларни Мейер бўшлигича қолдириб кетган.

## Мейер жадвали (1870 йил)

| I       | II                | III              | IV                               | V       | VI                               | VII                   | VIII                 | IX                   |
|---------|-------------------|------------------|----------------------------------|---------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|         | B=11,0<br>C=11,97 | Al=27,3<br>Si=28 | -                                | -       | -                                | ?In=113,4<br>Sn=117,8 | -                    | Tl=202,7<br>Pb=206,4 |
|         | N=14,01           | P=30,9           | Ti=48                            | As=74,9 | Zr=89,7                          | Sb=112,2              | Ta=182,2             | Bi=207,5             |
|         | O=15,96           | S=31,98          | V=51,2                           | Se=78   | Nb=93,7                          | Te=128?               | W=183,5              | -                    |
|         | F=19,1            | Cl=35,3          | Cr=52,4                          | Br=79,7 | Mo=95,6                          | J=126,5               | Os=198,6?            | -                    |
|         |                   |                  | Mn=54,8<br>Fe=55,9<br>Co,Ni=58,6 |         | Ru=103,5<br>Rh=104,1<br>Pd=106,2 |                       | Ir=196,7<br>Pt=196,7 |                      |
| Li=7,01 | Na=22,99          | K=39,04          | Cu=63,3                          | Rb=85,2 | Ag=107,7                         | Cs=132,7              | Au=196,2             | -                    |
| ?Be=9,3 | Mg=23,9           | Ca=39,9          | Zn=64,9                          | Sr=87,0 | Cd=111,6                         | Ba=136,8              | Hg=199,8             | -                    |

Differenz von I zu II und von II zu III ungefähr=16  
Differenz von III zu V, IV zu VI, V zu VII schwankend um 46  
Differenz von VI zu VIII, von VII zu IX bis 92

Элементларни маълум бир системага солишга ҳаракат қилган рус кимёгари Дмитрий Иванович Менделеев фанга жуда муҳим ҳисса қўшди. Д.И.Менделеев 1869 йилнинг мартада Рус кимёгарлари жамятида (РКЖ) кимёвий элементларнинг даврий қонунини бир неча ҳолатлар билан тушунтириб берди:



Дмитрий Иванович  
Менделеев  
(1834-1907)

1. Атом массалари ортиб бориш тартибда жойлаштирилган элементлар аниқ бир даврий хоссаларни намоён қилади;

2. Хоссалари бўйича ўхшаш бўлган элементлар бир-бирига яқин атом массага (Ir, Pt, Os) ёки бўлмаса, бир хил тартибда ортиб, ўзгариб (K, Rb, Cs) борадиган хусусиятга эга;

3. Элементлар ёки гуруҳларни атом оғирлиги бўйича таққослаш уларнинг атомлигига жавоб беради;

4. Атом массаси кичик бўлган элементлар ёрқин хоссаларга эга ва шунинг учун улар типик элементлар ҳисобланади;

5. Атом оғирлик катталиги элементнинг характерини белгилайди;

6. Яна кўплаб номаълум элементлар очилишини кутиш мумкин, масалан, В, Al ёки Si ларга атом массаси билан 65-75 ўхшаш бўлган.

7. Элементнинг атом оғирлик катталиги айрим ҳолатларда тўғриланиши мумкин, қачонки биз ушбу элементнинг аналогларини билсак. Масалан, Те 128 бўлмасдан, 123-126 бўлиши керак. 1869 йилда "Умумий кимё" асари биринчи марта чоп этилди ва унда Менделеев даврий жадвали акс эттирилган эди.

## Менделеевнинг биринчи жадвали (1869 йил)

|      |        |          |          |          |          |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|
|      |        |          | Ti=50    | Zr=90    | ?=180    |
|      |        |          | V=51     | Nb=94    | T=182    |
|      |        |          | Cr=52    | Mo=96    | W=186    |
|      |        |          | Mn=55    | Rh=104,4 | Pt=197,4 |
|      |        |          | Fe=56    | Ru=104,4 | Ir=198   |
|      |        |          | Ni=Co=59 | Pd=106,6 | Os=199   |
| H=1  |        |          | Cu=63,4  | Ag=108   | Hg=200   |
|      | Be=9,4 | Mg=24    | Zn=65,2  | Cd=112   |          |
|      | B=11   | Al=27,4  | ?=68     | Ur=116   | Au=197 ? |
|      | C=12   | Si=28    | ?=70     | Sn=118   |          |
|      | N=14   | P=31     | As=75    | Sb=122   | Bi=210 ? |
|      | O=16   | S=32     | Se=79,4  | Te=128 ? |          |
|      | F=19   | Cl=35,5  | Br=80    | J=127    |          |
| Li=7 | Na=23  | K=39     | Rb=85,4  | Cs=133   | Tl=204   |
|      |        | Ca=40    | Sr=87,6  | Ba=137   | Pb=207   |
|      |        | ?=45     | Ce=92    |          |          |
|      |        | ?Er=56   | La=94    |          |          |
|      |        | ?Yt=60   | Di=95    |          |          |
|      |        | ?In=75.6 | Th=118?  |          |          |

1870 йилларнинг охирида Менделеев РКЖга “Элементларнинг даврий жадвали ва уни очилмаган элементларнинг хоссаларини кўрсатишда қўлланилиши” номли мақола билан чиқиш қилиб, у ерда номаълум бўлган айрим элементларнинг хоссалари ҳақида яъни – бор, алюминий ва кремний элементларига ўхшаш хусусиятли элементлар ҳақида сўзлайди (табiiйки, экабор, экаалюминий ва экасилиций ҳақида фикр борапти).

Элементларнинг даврий жадвалда жойлашиши 1870 йилларда маълум эди. Д.И.Менделеев хоссаларини олдиндан айтган тегишли элементларни ячейкалари (катакчалари)ни яшил рангда кўрсатди.

1871 йилда Менделеев ўзининг сўнги “Кимёвий элементларнинг даврий қонуни” мақоласида даврий қонунга таъриф беради: “Элементнинг ва унинг ҳосил қилган оддий ва мураккаб бирикмаларининг хоссалари элементнинг атом оғирлигига даврий равишда боглиқдир”.

## Менделеевнинг классик кўринишдаги жадвали (1871 йил)

|    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |
|----|--|----|--|----|--|----|--|---|--|--|--|--|--|--|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|---|--|
| H  |  |    |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |
| Li |  | Be |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  | B  |  | C  |  | N  |  | O  |  | F  |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |
| Na |  | Mg |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  | Al |  | Si |  | P  |  | S  |  | Cl |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |
| K  |  | Ca |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  | Ti |  | V  |  | Cr |  | Mn |  | Fe |  | Co |  | Ni |  | Cu |  | Zn |  |    |  | As |  | Se |  | Br |  |   |  |
| Rb |  | Sr |  |    |  |    |  |   |  |  |  |  |  |  |  | Yt |  | Zr |  | Nb |  | Mo |  | Ru |  | Rh |  | Pd |  | Ag |  | Cd |  | In |  | Sn |  | Sb |  | Te |  | J |  |
| Cs |  | Ba |  | ?D |  | Ce |  |   |  |  |  |  |  |  |  |    |  |    |  | Er |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |
|    |  |    |  |    |  | Th |  | U |  |  |  |  |  |  |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |    |  |   |  |

Д.И.Менделеевга унинг жадвали тушида кўринганлиги ҳақидаги маълумотни кўпчилигимиз эшитганмиз. Худди шундай вариантни Менделеевнинг сафдоши А.Иностранцев томонидан ҳам айtilган ва талабалар орасида турли хил маълумотлар тарқатилган. Унинг айтишича, Дмитрий Иванович уйқуга ётади ва тушида элементлар аниқ жойлашган ўзининг жадвалини кўради. Лекин бундай дейишга етарлича асослари бор бўлган, чунки Менделеев ўз жадвали устида тинмай ухлмасдан, дам олмасдан меҳнат қилган ва унинг бу ҳолатини бир неча бор А.Иностранцев кўрган. Кундузи Менделеев озгина дам олмокчи бўлиб ётади ва бирдан уйғониб, кўлига қоғоз олиб ўзининг тайёр жадвалини тузади. Лекин бундай таърифни олимнинг ўзи рад этган: “Мен унинг устида йигирма йил ишладим, сиз бўлсангиз: ўтирди, ухлади ва бирдан ... тайёр бўлди”. Хуллас, жадвалнинг тушда кўрилиши жуда қизиқ афсона бўлиши мумкин, аммо нима бўлганда ҳам у узок муддатли, катта меҳнатнинг маҳсулидир.

Кимёвий элементлар даврий жадвалининг аҳамияти тўғрисида турли адабиётларда ҳар хил фикрлар мавжуд. Россияда нашр этилган манбаларда даврий жадвалнинг яратилишида Менделеевнинг хизматлари юқори эканлиги тўғрисида қайд этилиб, Мейернинг хизматларини инкор этади. Хорижлик кўпгина кимёгар тарихчилар эса 1860-йилларда даврий жадвални яратишга уринган юқорида келтирилган барча жадвалларни даврий жадвал деб баҳолаш мумкин деб ҳисоблашади. Одатда (тўла асосда), Шанкуртуа, Ньюлендс, Одлинг, Мейер ва Менделеевлар бир-бирлари билан, беҳабар ҳолатда даврийлик ғоясига келишгани таъкидланади, Менделеев ва Мейернинг ғоялари жадвалнинг яратилишида муҳим асос эканлиги таъкидланади. Шуни қайд этиш лозимки, Лондоннинг қироллик жамияти 1882 йилда Деви номидаги олтин медални Д.И.Менделеев ва Л. Мейерга “Атом огирликлари орасидаги даврийликни очганликлари учун” тақдирлашган. 1887 йилда худди шундай муқофот билан Ж. Ньюлендс ҳам тақдирланган.

Менделеевнинг даврий жадвални яратишдаги ўрни хорижий тарихчи кимёгар ўз даврий нашрларида уни танқид қилмасдан, балки “даврийлик”, даврий қонун таърифнинг пайдо бўлиши, номаълум элементларнинг хоссалари тўғри тахмин қилинишида унинг хизматлари жуда юкори эканлигини таъкидлайдилар. Мейернинг ўзи ҳам чин кўнгилдан Менделеевнинг асарларига муносабат билдирган ва даврий системанинг аҳамиятига юкори баҳо берган. Шунга қарамай, Л.Мейернинг элементлар даврийлигига боғлиқ асарлари бир-бирини такрорламасдан, даврий системани яратилишида муҳим ўрин тутади.

Менделеев хизматининг аҳамияти шундаки, у элементларни маълум бир тартибда жойлаштирибгина қолмай, балки бу умумий табиий қонуният эканлигини кўрсатди. Атом масса элементнинг хусусиятини белгилашини тахмин қилиб, Менделеев қабул қилинган айрим элемент массаларини ўзгартиришга ва номаълум элементлар экабор, экаалюминий ва экасилицийни айтиб беришга ўзида журъат топа олади. Олимнинг ўзи бу борада “Қонун фақатгина тажриба асосида текширилиб, мумкин бўлмаган ва қутилмаган хулосаларни асослаш орқали тасдиқланиши мумкин. Шунинг учун, даврий жадвалдан ўзим мантикий хулосалар чиқардим – бу тўғрими ёки хатоми. Бунақа текширувсиз ҳеч бир табиат қонуни ўз-ўзидан тасдиқланиши мумкин эмас”, деб айтган.

Менделеев томонидан даврий қонун ва даврий системанинг яратилиши элементларнинг даврий хоссалари ҳақидаги таълимотнинг фақатгина бошланиши эди. Менделеевнинг тахминлари бошида иккиланишлар, гумонлар билан қабул қилинган эди, фақатгина тахмин қилинган элементларнинг очилганидан ва хоссаларининг ўхшашлигидан сўнг элементларнинг даврий қонуни кимёнинг фундаментал қонуниятларидан бири эканлиги тан олинди.

Даврий қонуннинг ривожланишида кимёвий ва физикавий икки босқични алоҳида таъкидлашади.

Даврий қонуннинг кимёвий босқичи тахмин қилинган элементларнинг очилиши билан бошланди.

1875 йилда француз кимёгари Поль Эмиль Лекок де Буабодран янги элемент галлийни кашф этди. Менделеев ўша заҳотиёқ, галлий бу экаалюминий эканлигини таъкидлади. Кейинги тадқиқотлар тўлиқлигича ўзини оқлади. Аниқландики, Менделеев галлийнинг зичлигини тажрибада очган Лекок де Буабодрандан кўра аниқроқ тахмин қилган.

1879 йилда швед кимёгари Ларс Фредерик Нильсон скандийнинг очилганлиги ҳақидаги хабарни чоп этади, қайсики, унинг хоссалари Менделеев тахмин қилган экаборники билан бир хил эди.

1886 йилда немис кимёгари Клеменс Александр Винклер германийни кашф этди. Элементнинг хоссаларини ўрганиш шуни кўрсатдики, зичлиги экасилицийники (Менделеев бошида янги элементни “экакадмий” деб ўйлаган) билан бир хил эди. Германий билан экасилицийни бир эканлигини Л. Мейер биринчи бўлиб кўрсатган.

Менделеев тахминларининг тасдиқланиши даврий қонуннинг ютуғи эди. 1880 йилнинг ўрталарига келиб даврийлик ҳақидаги таълимот назарий кимёнинг асоси сифатида тан олинди.

Шунга қарамай, даврий қонунда айрим муаммолар мавжуд эди. Икки гуруҳ вакиллари ноль валентликка эга бўлган инерт газлар ва ўн учта ноёб ер металлларини қаерга жойлаштиришга аниқлик киритиши зарур эди. Немис олимлари Густав Роберт Кирхгоф ва Роберт Вильгельм Бунзен томонидан 1850 йилнинг охирида спектрал анализнинг пайдо бўлиши ва XIX асрнинг иккинчи ярмида кўплаб янги элементларнинг кашф этилишини ёдда сақламок маъқул бўлар эди.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| H  | He |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo |    | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| Cs | Ba | La | Ce | Pr | Nd | Cm |    | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po |    | Rn |
| 88 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|    | Ra | Ac | Th | Pa | U  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

1.2-расм. Д.И. Менделеевнинг элементлар даврий жадвалининг Н. Бор варианты бўйича талкини (1925 йил).

1900-1902 йилларда Д. И. Менделеев ва Уильям Рамзай инерт газларни биринчи бўлиб кашф этувчилар ва атом массалар борасидаги ишлари билан таниш бўлган Богуслав Браунер даврий системани такомиллаштиришда улкан ишларни амалга оширган. Ниҳоят, Менделеев ва Рамзай даврий жадвалда инерт газлар жойлашадиган нолинчи гуруҳни ташкил этиш керак деган хулосага келишади.

XX аср бошларигача даврий системани такомиллаштириш давом этаверди. Бир нечта вариантлар ишлаб чиқилди, шу жумладан: Н. Бор, Б.В. Некрасовлар ва яна бошқа 1.2., 1.3. расмларда тасвирланган вариантлар.



|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| H  |    | He |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |
| K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |  |  |  |  |
| Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |  |  |  |  |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |  |  |  |  |
| Fr | Ra | Ac |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |

1.3-расм. Д.И.Менделеев элементлар даврий жадвалининг Б.В. Некрасов варианты бўйича талқини (1954 йил).

Элементлар ва улар бирикмалари хоссаларининг даврийлиги сабабини одатда кимё тўлиқ тушунтириб беролмасди. XX асрларга келиб даврий қонуннинг кейинги ривожланиши табиий фанларни инкилобий ўзгаришларга олиб келган физикада эришилган ёрқин ютуқлар билан боғлиқдир.

Даврий қонун ривожланишининг физикавий босқичини ўз навбатида яна бир неча даврларга бўлиш мумкин:

1.Электрон ва радиофаолликнинг кашф этилиши асосида атомнинг бўлинишини ўрнатиш (1896 – 1897);

2.Атом тузилишининг моделларини ишлаб чиқиш (1911 – 1913);

3.Изотоплар системасининг кашф этилиши ва ишлаб чиқиш (1913);

4.Элементнинг даврий системадаги тартиб рақамини ва ядро зарядини тажрибада аниқлаб берадиган Мозли қонунининг кашф этилиши (1913);

5.Атомлар электрон булутларининг тузилиши тўғрисидаги тасаввурлар асосида даврий система назарияларини ишлаб чиқиш (1921-1925);

6.Даврий системанинг квант назарияси асосларининг яратилиши (1926 – 1932).

Мана шу 6 та физикавий босқичнинг даврлари 1896 йилдан бошланган бўлса, 1932 йилларда ўз якунини топиб, квант назариясининг яратилиши туфайли фанда янада такомиллашди десак, ҳеч ҳам муболаға бўлмайди.

Ҳозирги кунда 118 та элементнинг кашф этилиши, яратилиши ва топилиши натижасида мукамал ҳолда қуйидаги кўринишда жойлашганлигининг гувоҳи бўламиз. Қуйида кимёвий элементлар даврий системасининг замонавий кўринишлари акс эттирилган.

## Кимёвий элементлар даврий жадвалининг замонавий варианты (2000 йил)

| ПЕРИОДЫ   | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ                         |    |     |    |                               |    |                 |      |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
|-----------|--|----|-----|----|-------------------------------|----|-----------------|------|-------------------------------|--|-----------------|--|-------------------------------|--|-----------------|---|--|
|           | A I                                      | II | III | IV | V                             | VI | VII             | VIII | VIII                          |  |                 |  |                               |  |                 | B |  |
| 1         | (H)                                      |    |     |    |                               |    |                 | H    |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 2         | Li                                       | Be | B   | C  | N                             | O  | F               |      |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 3         | Na                                       | Mg | Al  | Si | P                             | S  | Cl              |      |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 4         | K  | Ca | Sc  | Ti | V                             | Cr | Mn              | Fe   |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 5         | Rb                                       | Sr | Y   | Zr | Nb                            | Mo | Tc              | Ru   | Rh                            |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 6         | Cs                                       | Ba | La  | Hf | Ta                            | W  | Re              | Os   | Pt                            |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| 7         | Fr                                       | Ra | Ac  | Rf | Db                            | Sg | Bh              | Hs   |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| КОМПАНИ   | R <sub>2</sub> O                         |    | RO  |    | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |    | RO <sub>2</sub> |      | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |  | RO <sub>3</sub> |  | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |  | RO <sub>4</sub> |   |  |
| КОМПАНИ   |  |    |     |    | RH <sub>4</sub>               |    | RH <sub>3</sub> |      | RH <sub>2</sub>               |  | RH              |  |                               |  |                 |   |  |
| АКТИВОНДЫ | Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Yb Lu   |    |     |    |                               |    |                 |      |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |
| АКТИВОНДЫ | Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr |    |     |    |                               |    |                 |      |                               |  |                 |  |                               |  |                 |   |  |

Даврий конун кимё ва бошка аниқ фанларнинг ривожланишида ва такомиллашишида ўзига хос ўрин тутди. Барча элементларнинг физикавий, кимёвий хоссалари орасида ўзаро боғлиқлик аниқланиб, исбот этилди. Бу ўз ўрнида аниқ фанлар олимлари олдида илмий-фалсафий вазибаларни қўйди: бу боғлиқликни қонуният асосида тушунтириш керак. Даврий конун яратилганидан сўнг шу нарса аниқ бўлдики, барча элементларнинг атомлари маълум бир принцип асосида тузилган ва атом тузилиши даврийлик асосида амалга оширилади.

Кимёвий элементлар даврий жадвалининг замонавий варианти (2017 йил)



Шу билан бирга, “кимёвий элемент” тушунчасининг таърифига ҳамда оддий ва мураккаб моддалар хақида тасаввурига жавоб бера олди. Атом физикаси ютуқлари, ядро энергетикаси ва янги элементлар синтези асосан даврий қонун ҳисобига амалга оширилди.

### 1.2. КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ЯРАТИЛИШ ТАРИХИ

Д.И. Менделеев томонидан тузилган кимёвий элементларнинг даврий жадвали аслида бир вараққа жойлашган бўлса-да, у ўзида ниҳоятда кўп керакли маълумотларни жамлаган. Жадвалнинг ҳар бир катакчасида кимёвий элементнинг латин тилидаги халқаро белгиси, тартиб рақами, нисбий атом массаси (турғун бўлмаган элементлар учун – массалар сони), атом электрон булутининг тузилиши, бундан ташқари, элементларнинг ҳар бири ранглар асосида туркумлар бўйича тақсимланиши ифодаланган. Айрим нашриётлар рангли ҳолда даврий жадвалларни нашр этса, қолганлари эса ҳар бир катакчага тўғри келадиган оддий модданинг расми, турғун ҳолатда бўлган кристалл панжарасининг тузилиши, ишлатилиши ҳақида маълумотлар жойлаштирган. Радиофаол элементлар жойлашган катакчалар қизиқарли қилиб тўлдирилган. Яна бир даврий жадвалда радий элементининг ўрнига шу элементни кашф этган Мария Кюрининг ишчи журналидаги расми қўйилган.

Француз кимёгарлари ассоциацияси томонидан ўн бешта сериядан иборат рангли суратлар жойлаштирилган даврий жадвал нашр этилди. Унда дунёнинг кўплаб давлатларида чиқарилган почта маркалари қўйилган бўлиб, рангли марка ҳар бир элементга хос мўлжалланган ва унда биринчи жадвални тузган Д.И. Менделеевнинг қўлёзма шаклидаги жадвали сурати фахрли ўринга жойлаштирилган. Маркаларда элементларни кашф этган олимларнинг сурати, шу элемент ажратиб олинган минералларнинг расми, кристалл панжараси, бирикмаларнинг структура тузилиши жойлаштирилган. Масалан, Галлийнинг ўрнига қичқираётган хўроз тасвирланган француз маркаси жойлаштирилган ва бу бежиз эмас, чунки Галлий элементини Менделеев (экаалюминий сифатида) аввалига тахмин қилган ва 1875 йилда француз кимёгари Полем Эмилем Лекок де Буабодран (P.E. Lecoq de Boisbaudran) томонидан ўз ватани (Gallia – Франциянинг латин тилидаги номи) шаънига қўйилган. Франция белгиси – хўроз (французчада – лесоқ) бўлган, демак, олим элементни номлашда ўзининг фамилиясини абадийлаштирган ва Францияга хос хўрознинг суратини қўйишни таклиф этган.

Менделеев ўзи тузган даврий жадвали ҳақида фикр юритиб, ушбу жадвал факатгина менинг узоқ йиллик меҳнатим ҳосили эмас, бу жуда кўплаб кимёгарларнинг меҳнати, ижоди, қолаверса, уларнинг ичидан “даврий қонунни мужассамлаштириш” тахмин қилинган элементларни кашф этган ва яратган инсонларнинг маҳсулидир, деб таъкидлаган. Даврий жадвални тузиш учун минглаб кимёгарлар ва физиклар машаққатли кўп йиллик ижодий меҳнати талаб этилган жараён эканлигини ҳис қилиш мумкин. Агарда Менделеев ҳозир ҳам ҳаёт бўлганида, замонавий жадвални кўриб, классик услубдаги 16 томлик назарий ва ноорганик кимё бўйича энциклопедия муаллифи инглиз кимёгари Ж.У. Меллор сўзларини балки такрорлаган бўлар эди. У 15 йиллик меҳнатдан сўнг, 1937 йилда асарини тугатиб, миннатдорчилик билан жилд варагига “Кимёгарларнинг улкан армиясидаги оддий аскарларга бағишланади, уларнинг номлари балки эсдан чиққандир, бироқ асарлари мангу қолади...” деб ёзган эди.

Ҳозирги кунда айрим кимёгарнинг номлари, яъни атом масса шкаласини таклиф қилган, мифологик элемент “дидим”ни, празеодим ва неодимга биринчи бўлиб ажратган, технецийни синтез қилиб, ер қобиғида йўқларини аниқлаган, бир сўз билан айтганда, ўзининг ижодий меҳнати билан озгина бўлса ҳам, даврий жадвалнинг яратилишида катта ҳисса қўшган кимёгар, олим инсонларни ҳамма ҳам билавермайди. Лекин бизнинг қаршимиздаги жадвалда тўпланган маълумотлар салмоғи ниҳоятда кўп. Агар кимё тарихига назар ташласак, жадвалнинг яратилиш тарихи жуда қадимга, ўтган асрларга, антик даврлардаги грек файласуфи Левкип ва унинг шогирди Демокрит томонидан айтилган атом ҳақидаги дастлабки ғояларга бориб тақалади.

Ҳозирги кунда кимё ва металлургия фанида кенг қўлланиб келинаётган кимёвий элементлар ҳақида қисқа маълумот келтирсак, латин тилидаги элемент (elementum) сўзи антик давр муаллифлари (Цицерон, Овидий, Гораций) томонидан ҳам қайд этилиб, маълум бир нарсанинг бўлаги, ҳосил қилиш элементи сифатида ишлатилган. Ушбу сўзнинг келиб чиқиш тарихи ўзига хос қизиқарли. Тарихда бу борада “Сўзлар қайси ҳарфлардан тузилган бўлса, жисмлар ҳам, моддалар ҳам элементлардан тузилади” деган гаплар мавжуд бўлган. Бу сўзнинг келиб чиқиш тарихи ҳам шундай: латин алфавитидаги ундош ҳарфлар қаторининг бирлашишида l, m, n, t (“el” - “em” - “en” - “turn”). Демак, бу 4 та ҳарфнинг ўқилишидан “элемент” сўзи келиб чиқади.

Бу сўзга маъно жихатидан римликларнинг (“*principium*”) «таркибий қисм», «бошланиши» сўзи яқиндир. Қадимги Рим файласуфи Тит Лукреций Кар ўзининг “Буюмлар табиати тўғрисида”ги поэмасида (*principium*) терминидан (таржимада – «бошланғич») фойдаланган.

Барча моддалар кичик зарралардан ташкил топганлиги фанда атом молекуляр назария таълимоти номини олди. Қадимги олимларнинг фикрлари асосидаги, атомларнинг (яъни элементларнинг) чекланган сони мавжуд бўлиб, улар бир-бири билан турли тартибда бирикиб, ҳар хил хоссага эга бўлган бирикмаларни ҳосил қилади, деган тахминлари замонавий карашлардан унча узоқ бўлмаган. Атомларни бир-бири билан жойлашиш тартибини қайта қуриш кимёвий реакциянинг асосини ташкил этади. Атом, элемент ҳақидаги тушунчалар инсон тафаккурининг юксак маҳсулидир. Бу ҳақида физика соҳаси бўйича Нобель мукофоти лауреати Ричард Фейнман шундай деган эди: “Агарда дунёвий фалокат таъсирида ҳамма тўпланган илмий билимлар йўқолиб кетган тақдирда ва ёш авлодларга фақатгина бир ибора етиб боради. Қайси энг қисқа жумла кўп миқдордаги маълумотни келтиради? Мен ўйлайманки, бу атом гипотезаси: ( гипотеза деб айтса ҳам, факт деб айтса ҳам ҳеч нима ўзгармайди) ҳамма жисмлар тўхтовсиз ҳаракатда бўлган, кичик масофада бир-бирига тортиладиган, лекин бирини иккинчисига сикилганда, бир-биридан қочадиган майда заррачалар – атомлардан тузилган. Битта иборада жуда кўп миқдордаги маълумот тўпланган бўлиб, фақатгина озгина диққатни ва фикрлашни талаб этади”.

Бир хил турдаги кимёвий элементни ҳосил қилади. XVII асрда Роберт Бойль, кейинги асрда эса М.В. Ломоносов ва А.Л.Лавуазье “элемент” тушунчасининг оддий модда эканлигини, уни кимёвий усуллар ёрдамида таркибий қисмларга ажратиш мумкин эмаслигини айтиб ўтишган. Кимёвий элементнинг замонавий таърифи жуда локал кўринишда: элемент – бу аниқ  $Z$  ядро зарядига эга бўлган атомларнинг тўплами. Протонларнинг сони ядро зарядига тенг; шунинг ўзи кимёвий элементнинг моҳиятини, унинг индивидуаллигини ва бошқа элементлардан фарқ қилишини белгилайди. Шунинг учун рангсиз энгил газ  $H_2$  молекулаларидан тузилган ҳам, мусбат зарядланган  $H^+$  кислоталарнинг сувли эритмасидаги катионлар ҳам, литий гидриднинг ( $LiH$ ) суюқланмасидаги анионлар  $H^-$  ҳам, Куёш зарраларида, физикавий тезлатгичлардаги протонлар ҳамда “совук” юлдузлар орасидаги кенгликдаги нейтрал атомлар ҳам, рангсиз энгил газ ҳаммаси водород ( $Z=1$ ) элементидир.

Бундан ташқари, ўзининг таркибида битта протондан ташқари битта ёки иккита нейтрон тутадиган, водороднинг оғир изотоплари – дейтерий ( $D$ ) ва тритий ( $T$ ), ҳамда сунъий ҳосил қилинган ўта оғир атомлари  $4H$  ва  $5H$  ҳам водород элементига тааллуқли. Бир элементнинг изотоплари физикавий хоссаларига кўра бир-биридан катта фарқ қилиши, лекин кимёвий хоссаларига кўра яқин бўлиши мумкин. Изотопларни ажратиш кўп босқичли ва энергия талаб қиладиган жуда қийин технологик жараён ҳисобланади.

Ҳозиргача табиатда 90 та кимёвий элемент топилган ва яна 20 таси сунъий ҳосил қилинган. Табиатда элементлар оддий ва мураккаб моддалар таркибига бўлинади. Оддий моддалар фақат битта элемент атомидан, мураккаб моддалар эса бир нечта элемент атомларидан иборат бўлади.

XX асрнинг бошларида ноорганик кимё бўйича энг яхши китоб муаллифи америкалик кимёгар Александр Смит оддий моддалар ва кимёвий элементлар ҳақида жуда образли қилиб шундай деган эди: «Темир сулфиди таркибидаги темир элементни ёки ундаги олтингугурт ҳақида гапирсак тўғри бўлади; лекин кимёгар ҳеч қачон темир ва олтингугурт бирикмалари бу оддий моддалар эканлиги тўғрисида гапирмайди. Агарда фақат у шундай деганда, биз уни бирикма эмас, икки модда аралашмаси деб қабул қилиб, унинг бир қисми темир каби

магнитга тортилади, қолган қисми эса сарик рангда бўлиб, ҳақиқатда мавжуд бўлмаган углерод сульфидда эрийди деб ўйлардик. Лекин темир сульфид мураккаб модда бўлганлиги сабабли бу ҳодисалар кузатилмайди».

Аммо оддий моддалар, маълум бўлишича, унчалик ҳам “оддий” эмас экан: кўпгина элементлар бир нечта оддий моддаларни ҳосил қилиши мумкин. Кимёвий энциклопедияда берилган маълумотларга кўра оддий моддалар бу молекуласида атомларнинг сони бўйича (масалан, кислород  $O_2$  ва озон  $O_3$ ), кристалл панжарасининг тузилиши (масалан, углерод модификацияси – графит, олмос, карбин) ва бошқа хоссалари бўйича фарқ қиладиган, кимёвий элементдан мавжуд бўлган. Хуллас, хона шароитида газ ҳолатдаги водороднинг таркибида иккита оддий модда бўлади (орто водород ва пара водород); улар ядрога спинларнинг бир-бирига нисбатан бошқача жойлашишига қараб фарқ қилади ва водороднинг физикавий хоссаларига кўра (масалан, иссиқлик сизими) иккита оддий моддага бўлиш мумкин ва ҳатто  $H_2D_2$ ,  $T_2$ ,  $HD$ ,  $HT$ ,  $DT$  шу каби газларни оддий моддалар деб аташ мумкин, чунки улар фақат бир элемент-водород атомларидан тузилган, лекин уларнинг хоссалари бир-биридан жуда катта фарқ қилади. Бир нечта оддий моддалар  $O_2$  молекуласини ҳосил қилади: кислороднинг газ ҳолатдаги иккита турини (уларни реакцион қобилияти ва электрон тузилишига кўра синглет ва триплет деб номлашади) ва қаттиқ ҳолатдаги кислороднинг тўртта кўринишини (умуман, бир элементнинг бир нечта кристалл модификацияси ҳосил бўлиши мумкин эмас). Бундан ташқари, озон ҳам бор. Мавжуд элементларнинг сонидан кўра, оддий моддаларнинг сони кўп бўлиши бу тасодиф эмас.

Рус тилида элементлар ва оддий моддаларни белгилаш учун фақат битта тушунча ишлатилади. Кимёгар ва металлурглари бу ҳолат унча ташвишга солмайди, чунки маъно жиҳатидан гап нима ҳақида бораётганлигини қараб тушуниш мумкин. Хўш «Мисли танга», «руда таркибидаги мисни эритиш», «миснинг юқори электр ўтказувчанлиги», ҳар доим оддий модда – металл ҳолатидаги мис тушунилади. Миснинг табиатда кам тарқалганлиги, металл ҳақида эмас (табиий мис – деярли жуда камёб минерал), балки мис элементи, бу турли хил минераллар таркибига киришидан далолат беради. «Мис даврий жадвалда никел ва рух орасида жойлашган», деб тасдиқлаш билан бирга мутахассис олимлар атом заряди  $Z=29$  га тенг бўлган мис элементи тушунилади.

Элемент ва улар ҳосил қилган бир нечта оддий моддалари турли номланиши камдан кам учрайди. Дейтерий ва тритийдан ташқари углеродга ҳам алоҳида эътибор бериш керак. Чунки углерод – ўзи кўмир бўлмаган, «кўмир ҳосил қилувчи» кимёвий элементдир. Углерод океан сувлари ва атмосфера ҳавосида, одам ва ҳайвонлар, кўплаб минераллар таркибида учрайди. Қаламнинг ички қисмидаги стержен ва ҳар турдаги такинчоқлар оддий модда – графит ва олмосдан тузилган. Ҳозирги пайтда булардан ташқари таркибида углероди бўлган бошқа оддий моддалар ҳам, масалан, лонсдейлит, карбин, ҳар хил фуллеренлар, нанотрубкалар (фуллерен ва нанотрубкаларни одатда «фуллеритлар» деб номлашади) маълум.

Оддий модда тушунчаси бошқа айрим кимёвий тушунчалар каби нисбий тушунчадир. Маълумки, «темирли» мих масалан, фақатгина темирдан эмас, балки таркибида углероди кам бўлган углеродли пўлатдан тайёрланган бўлади. Олтин (тоза олтин жуда юмшоқ) танга ҳам ўз таркибида 10 % кам бўлмаган миқдорда мис ва қумуш бўлади ва ҳатто жуда тоза ярим ўтказгич кремний ҳам ўз таркибида жуда кам миқдорда бўлса-да, бошқа элементларни тутати. Бизнинг атрофимизда ўраб турадиган маиший хизматда оддий моддалар сони жуда кам: булар электр сим таркибида алюминий ва мис, электр лампаларида вольфрам, молибден, криптон, водород ва ҳаво шарларида, гелий, қумуш, олтин, платина, палладий жуда юқори намунали (пробали) заргарлик буюмларида ва тангаларда, симобли термометрларда, қалай консерва банкаларида, хром ва никель

металл буюмларида, олтингугурт ўсимлик зараркунандаларига қарши препаратларда, рух электр батарейкаларида ва ҳоказолардир.

Барча кимёвий элементнинг атомлари (аникроғи ядролари) аниқ сондаги «ўзақлардан» – водород атомлари ядросидан (протонлардан) ва зарядланмаган нейтронлардан тузилган бўлади. Протонлар сони ядро қайси элементга тегишли эканлигини билдиради. Элемент ядроси таркибидаги протонлар сони турлича бўлади (протонлар ва нейтронлар суммаси масса сони дейилади). Элемент атомларининг ядро таркибидаги нейтронлар сонига кўра турлича, масса сони бўйича ҳам турлича бўлиши изотоплар деб аталади. Бу термин 1910 йилда инглиз кимёгари Фредерика Содди томонидан таклиф қилинган бўлиб, у грек сўзларида “isos” “тенг”, “бир хил” ва “topos” “жой”, яъни даврий жадвалда бир катакчани эгаллайди деган маънони англатади. Элементнинг массалари турлича бўлган изотоплари ҳам бир хил номланади: яъни, хлор-35, хлор-37. Изотопларни бир хил кимёвий белги асосида ифодалаб, юқори қисмига масса сони:  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$  сони ёзилади. Маълум бир масса сони билан ифодаланган аниқ бир ядро (ёки атом) нуклид (лотин тилида “nucleus”- “ядро”) деб номланади. Шунинг учун табиий хлор иккита изотоп йиғиндиси кўринишида, кислород эса учта ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  ва  $^{18}\text{O}$  нуклидлар), олтингугурт – тўртта, титан – бешта, кальций – олтита, молибден – еттита, кадмий – саккизта, ксенон – тўққизта ва энг кўп қалай – ўнта изотопдан ( $^{112}\text{Sn}$  дан  $^{124}\text{Sn}$  гача нуклидлар,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{121}\text{Sn}$  ва  $^{123}\text{Sn}$ лардан ташқари) нуклидлардан тузилади. Айрим элементлар табиатда фақат битта нуклид билан ифодаланган – булар  $^9\text{Be}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{75}\text{As}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{93}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Rh}$ ,  $^{127}\text{I}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ ,  $^{141}\text{Pr}$ ,  $^{159}\text{Th}$ ,  $^{165}\text{Ho}$ ,  $^{169}\text{Tm}$ ,  $^{197}\text{Au}$ ,  $^{209}\text{Bi}$  (радиофаол бўлмаган, турғун нуклидлар келтирилган). Шуниси эътиборлики, «якка – элементлар» ҳолатидаги элементлар фақат ток масса сони – нуклидларга эга эканлиги кўрсатилган.

Ҳозирги вақтда фақат водород учун турли хилдаги номланишга эга изотоплар қабул қилинган – протий ( $^1\text{H}$ ), дейтерий ( $^2\text{H}$  ёки D), тритий ( $^3\text{H}$  ёки T). Бунақа ҳолат водороднинг жуда муҳим элемент эканлиги, изотопларининг бир-бири билан масса сони бўйича катта фарк қилиши, ҳар хил физикавий ва кимёвий, реакция қобилиятга эга эканлиги билан тушунтирилади. Масалан, энгил изотопга қараганда дейтерий ва унинг бирикмалари одатда пастроқ реакция қобилиятга эга ва секинроқ реакцияга киришади. Ҳозирги вақтда кимёвий элементларнинг 280 та турғун ва 2000 дан зиёд радиофаол изотоплари мавжуддир.

### 1.3. АЛКИМЁНИНГ ВУЖУДГА КЕЛИШИ ВА РИВОЖЛАНИШ ТАРИХИ

Ўрта асрларда Ер қобиғида аҳоли сонининг ошиши, савдо-сотик ишлари ривожланиши, кимматбаҳо, нодиртошларга бўлган эҳтиёжнинг ортишига сабаб бўлди. Ўша пайтларда кироқлар, императорлар ва давлат раҳбарлари томонидан қазиб олинishi камайиб бораётган олтинга бўлган эҳтиёж эса ошиб борарди. Шундай қилиб, алкимё ёрдамида кўплаб меҳнатсевар олимлар қазиб олинаётган олтинга нисбатан арзонроқ металллардан олтинни олишга уриниш бошланиб кетди. Аслида, алкимёгарларнинг ватани Қадимги Миср ҳисобланади. Алкимёнинг отаси сифатида Гермес Трисмегист (учқарра буюк) саналган. Гермес номи – Тотанинг грекча аналоғи – Мисрлик Донолик худоси ҳисобланган «Буюк қобилият» – бу, файласуф тошини олиш жараёнидир. Файласуф тош орқали алкимёгарлар моддаларни олтинга айлантиришга уринишган. Фалсафий тош ўз эгасига нафақат олтин билан бирга бойлик олиб келиши, шу билан бирга, абадий навқиронлик ва узок умр сирини ҳам олиб келади деб ўйлашган. Бу «ғаройиб суюқлик» қарилик ва касалликлар қушандаси, ҳаётбахш ичимлик ҳисобланган. Таркибида кумуши бўлмаган моддалардан тоза кумушни ажратиб олиш учун, ўзи оқ рангдаги сурги бўлган кичик ичимликлардан алкимёгарлар яна «иккинчи тартибдаги тошдан» фойдаланишган.

Металларнинг ўз хусусиятини ўзгартириб туриши ҳақида илк асарлар қадимги греклар томонидан ёзилган. Герметик санъатнинг грекча асосий мактаби IV аср бошларида ташкил этилган. Юнон файласуфлари томонидан алхимёнинг асоси сифатида асосан тўртта кимёвий элемент назарияси асос ҳисобланади. Эмпидокль таълимотига кўра, борлиқни бирламчи материядан илҳомланган Демург яратган эмиш. Ундан Борлиқнинг асоси бўлган тўртта унсур: олов, сув, ҳаво ва ер борлиқнинг асоси ҳисобланади. Платон бу унсурлар материянинг бирламчи ўзгариши натижасида вужудга келган деб ҳисоблаган. Аристотель бу назарияни тўлдириб, уни яна битта бирикма – эфир билан тўлдирган. Шундай қилиб, алхимёгарлар бирламчи материядан тўртта унсур ва ундан бошқа моддалар вужудга келганини исботлашга ҳаракат қилиб келганлар. Бундан келиб чиқадики, ҳамма моддалар тўртта элементдан ташкил топади. Агарда бир металлни бошқасига алмаштириш зарур бўлса, ундай ҳолда бир элементнинг бир қисмини олиб бошқа элемент таркибига қўшиш талаб этилади. Яъни, агарда металлни бирламчи ҳолатига келтирилса, уни хоҳлаган металлга айлантириш мумкин. Олтингугурт ва симоб алхимёгарлар томонидан металлларнинг отаси ва онаси деб саналган. Уларнинг боғланиши натижасида бошқа металллар ҳосил бўлади. Симобдан «бошланғич шакллари» кидирилган. Таъкидлаш жоизки, симоб бошқа металллар билан осон боғланиб, бирламчи металллардан фарқ қиладиган амалгамаларни ҳосил қилади. Кейинчалик маргимушни металлларнинг учинчи таркибий қисми деб ҳисоблай бошлашди. Маргимушдан олтин ва кумуш рангли қотишмалар тайёрлаганлар. Алхимёгар ўзининг ишини одатда бошланғич моддани топишдан бошлаган. Кейин қанақадир жараёнлар орқали биринчи моддани бошланғич материяга айлантирган ва ундан фалсафий тошни олган.

Фалсафий тошни алхимёгар куйидагича таърифлаган: «Фалсафий тош бизга шаффоф ранг сингдирувчи жисм, қизил массали, янчилгандан сўнг сариқ рангда кўринади; у жуда юқори зичлик ва эрувчанликка эга, лекин ҳар қандай температурада ҳам ўз хоссаларини сақлайди бунда тортилувчанликни, ёрқинликни, ҳамма нарсани сингдирувчанликни, нотурғунликни, ёнмаслик табиатини сақлаб қолади».

Фалсафий тош ўздан ўзи трансмутацияни амалга оширишга қодир эмас, у кукун-кристаллизаторни тайёрлашга имкон беради. Қаттиқ ҳолатда тошни тоза олтин ёки кумуш билан эритишган. Ихтиёрий металлни олтинга трансмутацияси, яъни хрисопе учун, у оқ кумушдан олинган қизил рангда бўлган.

Хрисопени алхимёгарлар куйидагича тасвирлашади: масалан, бир қисм кукунни юз қисм металлнинг нисбатида олиб, воск ёрдамида аралаштириб ёки қоғозга ўраб, эриб турган металлга ташлашган. Қарийб ўн беш дақиқадан сўнг металлни тўлиқлигича олтинга айлантиришган.

Хрисопея фақатгина олинган субстанцияни, ҳақиқатдан ҳам, фалсафий тошга айланганлигини назорат текшируви учун хизмат қилган. Герметиклаш санъатининг асосий моҳияти ҳам шунда: Алхимёгарлар металлни олтинга трансмутациясида ўз максадларини билмасдан, ўзларининг фалсафий тошлари сифатига амин бўлиш учун амалга оширишган. Худди шунинг учун адептларнинг кам қисми бой бўлишган: одатда, улар бу ишни узок умр эликсирини янгилаш учун амалга оширишган. Ҳақиқий алхимёгарлар олтинга эга бўлиш учун ҳаракат қилмаганлар. Бу ҳолат жуда кўплаб алхимёгарларнинг асарларида тасдиқланган бўлиб, шундай дейилган: олтиннинг трансмутацияси (айлантириш) алхимёгарнинг бойиши максадида ишлатилмасдан, балки бошқа бировга бериш ёки хайрли ишларга йўналтиришга қаратилган.

Трансмутация орқали, икки йил давомида фалсафий тош (уни яна фалсафий тухум, буюк эликсир, ҳаётгий эликсир, қизил тинктура каби номлар билан ҳам аташган) эритмасини гомеопатик дозада алхимёгарлар қабул қилиб, ҳатто ўзларини ҳам ўзгартиришмоқчи бўлишган. Фалсафий тошнинг таъсири заҳарли моддалар ва микробларнинг чиқиши билан бошланишини ўзлари яхши билишган. Аввалига гўё ақлли, доно кейинчалик бақувват ва соглом инсон танасини



ўзлаштирадиган, кейинчалик, соч, тиш ва тирнокларидан бирданига тананинг ажралишига олиб келадиган жараён бўлган. Ҳамма табиий ажралишлар қаттиқ оғриқ ва ичак фаолиятининг кескин бузилиши, ички аъзоларнинг буғланиши орқали амалга оширилган, ниҳоят овқат истеъмол қилиш ҳам ортиқча бўлиб қолган. Фалсафий тош якка жисмга бирон-бир аъзога таъсир қилмасдан, балки у кўп томонлама интеллектуал ва маънавий имкониятларни ошириш билан бирга олий билимларни инсон ақл-заковатини ошириш имконини ҳам беради деб фараз қилишган.

Тириклик ва борлиқнинг ҳаммаси ягоналик ғоясида, ўзининг думини ютаётган абадийлик рамзи ва алкимёгарнинг умумий иши саналган заҳарли илон белгиси орқали тасвирланган.

V асрда араблар алкимё билан танишиб, грек ва мисрликларнинг меросини ўзларида тўплашади. VII асрдан то XI асргача араблар босиб олган барча давлатлар ўз тасарруфига аста-секин ўтказиб бораверади. Греklarнинг донолиги арабларнинг ёзма битиклари орқали Европага кириб борди. Арабларнинг машхур алкимёгарларидан бири Абу-Муса-жабир ибн Хайян (721-815) бўлиб, Гетер номи билан танилган. У металлларнинг келиб чиқишини симоб-олтингугуртли назариясини яратади. У ўзининг асарларида араб билимдонларига маълум бўлмаган, нитрат кислота, зар суви ва бошқа кимёвий моддаларни қандай қилиб тайёрлашни ўзининг ёзма асарларида баён қилади.

Шуни таъкидлаш жоизки, барча араб алкимёгарлари тиббиёт билан яқин алоқада бўлиб, деярли барчалари шифокорлик соҳасининг билимдони бўлиб элга танилган.

Араб олимлари ичида трансмутацияни биринчи танқид қилган, машхур бухоролик олим, тиббиёт соҳасининг моҳир билимдони Абу Али ал Ҳусайн ибн Абдуллох ибн Сино ёки Авиценнанинг (980-1037) буюк хизматлари, ёзган асарлари инсоният тарихида алоҳида ўрин тутади.



1.6-расм. Алкимёгар ўзининг иш столида

Европада алкимёга бўлган кизиқиш XI-XII асрда бошланган. Биринчи европалик машхур алкимёгар доменикалик-монах Альберт фон Больштедт (1193-1280) бўлиб, буюк Альберт номи билан дунёга танилган. Ўзининг («Алкимё ҳақида китоб», «Металлар ва минераллар ҳақида» каби) асарларида у барча металлар симоб, олтингугурт маргимуш ва нашатирдан тузилганлигини айтади. Буюк Альберт европалик алкимёгарлардан биринчи бўлиб маргимуш хоссаларини тўлиқ баён қилган олимлардан бири бўлган.

Мукаддас донолар (адептлар) алкимёда кўпайтириш ҳақидаги фан эканлигини ва табиий ўсиш феноменига таянишини таъкидлашган. Хуллас, алкимё бу йўқ нарсадан бирон-бир моддани олиш жараёни эмас, балки у мавжуд бўлган нарсани, хусусан, металлни яхшилаш ва кўпайтиришдир («ҳеч нима ўзидан ўзи пайдо бўлмайди»).

Олтиннинг битта дон уруғидан минглаб уруғларнинг пайдо бўлишичалик ўсиши ва кўпайиши катта мўъжиза эмас, алкимёгарлар агарда бу дон уруғлари билан содир бўлдими, олтинни (асосий металларни) ҳам ерга қадаб, сунъий равишда алкимёгар рўйхатидагилар билан тўйдирилса, шундай бўлади деб ҳисоблашган.

Олтин уруғини ўсишини хохлаб, алкимёгарлар ўз конунларини табиат конунлари билан келишишади. Табиат ҳам алкимёгарга тенглаштирилади, чунки улар тасаввур қилиб бўлмас натижаларга эришишини хохлашади. Аммо табиатда бу натижага эришиш учун миллионлаб йиллар керак бўлади, масалан, тиббиётда, углероддан олмос жавоҳирнинг ҳосил бўлиш жараёни.

Шундай қилиб, ер қаърида табиат миллионлаб йил ўрганган ишга алкимёгарлар ўзларининг лабораторияларида, ўзлари яратган усуллари ёрдамида жиҳозлари билан жараёни моделлаштиришган.

Табиатга ва миллион йиллик секин эволюцияга тақлид қилиш учун, алкимёгарлар давомийлиги бир ойдан бир неча йилларга етадиган кўплаб тажрибалар амалга оширишган. Кўп ҳолатларда мукаддас донолар ўзларининг тажрибаларини бошлаб, портлаш ва зўриқиш оқибатида ҳалок бўлган.

Қуйида алкимёгарнинг ишлари давомийлигини кўрсатадиган амалий алкимёдан бир нечта мисоллар келтирамиз.

### 1.3.1. АМАЛИЙ АЛКИМЁ

Муаллиф Жак Бержъенинг «Заря Матов» ҳаракатлари кетма-кетлигини қуйидагича баён этади.

Аввалига алкимёгарлар кўп йиллар давомида қадимий қўлёмаларнинг матнларини тўлиқроқ тушуниш билан шуғулланган. Сабр-тоқат, ишонч таъсирида матн маъносини металлар ҳақидаги кўпгина хусусиятларни тушунишга эришади ва алкимёгарларнинг ҳақиқий ўз вазифасини бажаришга ўтади.

Алкимёгар агат минералидан ясалган туйғичда учта компонент аралашмасини бир-бирига қориштириб хомашё тайёрлашдан бошлайди. Тўксон беш фоиз аралашманинг биринчи таркибий қисми асосан минераллардан иборат эди: масалан, мишьяк оксидипирит, темир таркибли мишьяк (балки бу арсенопирит минералидир) ва сурма бирикмали қўшимчалар. Иккинчи – металли қоришма: темир, кўрғошин, кумуш ва симоб. Учинчиси эса – органик кислота, яъни вино ёки лимон кислотасидан иборат бирикма. Улар бу компонентларни беш ёки олти ой мобайнида қўлда майдалаб эзиб, сўнг эзилган ашёни аралаштириб бир-бири билан бириктиришган. Секин-аста ҳароратни кўтариб, ушбу жараёни тахминан ўн йилдан сўнг тугатади. Бу жараёни олиб боришда жуда эҳтиёткорлик талаб этилади. Тадқиқот аввалида кўплаб алкимёгарлар захарланиб, уларнинг ўлимига сабаб бўлган. Чунки қиздирилганда ажралиб чиққан захарли газлар симоб буғлари ва мишьякли водород каби зарарли бирикмалар ўз таъсирини кўрсатиб келган. Сўнг

оловбардош идиш ичидаги бирикмани кислоталарда эритишган. Узок йиллик илмий изланишлар натижасида алкимёгарлар бирикмаларни эритиш учун сирка, нитрат ва сульфат кислоталарини кашф этиб яратади. Кўпгина ҳолларда эритиш кутбланган нур таъсирида, яъни ойна билан қайтарилган кучсиз куёш ёки ой нурларида амалга ошириб келинган. Ҳозирги кунга келиб кўпчиликка маълум бўлдики, оддий ёруғликни ўз ўқи атрофида барча йўналишда тебраниши, кутбланган ёруғликни эса бир йўналишда тебраниши азалдан алкимёгарларнинг илмий изланишларида қўлланилган.

Кейин улар суяқликни ҳарорат остида буғлатганлар ва қаттиқ жисмни қиздирганлар. Улар ушбу жараёни қатор йиллар давомида кўплаб маротаба такрорлашига тўғри келган. Нега деган савол пайдо бўлади? Бизлар учун бу қоронғу. Унга космик нурларининг, ернинг магнит майдонининг таъсири тўғри келишини кутиш билан энг қулай пайтни пойлаш талаб қилгандир. Балки, материянинг чуқур қатламларда «чарчок» пайдо бўлишини кутишга тўғри келгандир, бу ҳам биз учун номаълум. Алкимёгар «илоҳий сабр-тоқат» тўғрисида ва секинроқ концентрация «универсал рух» ҳақида фикр юритади. Эҳтимол бундай диний терминлар умуман бошқа нарсадир...

Алкимёгарлар фаолиятини тавсифлашда давом этамиз: шуни алоҳида қайд этамизки, қанча йиллардан сўнг, туну кун давом этган бир хилликка ўхшаб такрорланган ижодий ишдан сўнг алкимёгар биринчи фаза тугади, деган хулосага келади. Сўнгра у бирикма аралашмасига оксидловчи, яъни калийли селитра қўшади. Оловбардош идишда пирит таркибидан ажралган олтингугурт ва органик кислотадан ажратиб олинган кўмир бўлади. Олтингугурт, кўмир ва нитрат аралашмаси натижасида узок йиллик тажрибалар асосида алкимёгарлар портловчи порохни ихтиро этишади.

У яна ҳеч қандай танаффуссиз, эритмага ўтказиш ва қиздиришни бошлайди ва худди шу ҳаракат бир неча ойлар ёки йиллар давомида амалга оширилади. У жараён натижасида бирор бир белгини сифат ўзгаришини кутади. Алкимёгарларнинг асарларида бу ўзгариш белгиси ҳақида турли хил таърифлар айтилган, лекин таърифланган кўплаб ҳодисалар ва жараёнлар шундай босқичда бўлиши табиий ҳол эди. Эритмага ўтиш жараёнида бу белги пайдо бўлади. Айрим алкимёгарлар учун юлдуз шаклига эга бўлган кристалларнинг идиш деворида пайдо бўлиши кўп нарсани англатган. Қолганлар учун кейинчалик узилиб, сомон йўли ёки юлдузлар туркуми каби, айримлар ярқираётган металлнинг кўриниши билан эритманинг юқори қисмидаги оксид қавати пайдо бўлиши яна ниманидир англатган.

Белги олгандан сўнг, алкимёгар оловбардош идиш ичидан аралашмани олади ва баҳорнинг биринчи кунига қадар ҳаво ва намликни идишга туширмасдан «етилишга қўйилади». Қачонки, кейинги жараёни ўтгандан кейин ўзининг эски китобларидан ўқиб «Оқшомга тайёргарлик» деб номланган ишни амалга оширадди.

Бирикма аралашмаси тоза шишадан тайёрланган бошқа махсус ёпилган шаффоф идишга жойлаштирилади. Ёпиш жараёнига унчалик кўп бўлмаган кўрсатмалар мавжуд бўлиб, у “Гермесовка” ёки герметик деб номланади. Эндиликда, идишни қиздириш учун, жуда эҳтиёткорлик билан ҳарорат кўтарилади. Маҳкам ёпилган идишдаги аралашма юқорида қайд этилган моддалардан яъни олтингугурт, кўмир ва нитратдан иборат бўлади. Аралашмани портлашни олдини олган ҳолда, жуда юқори қиздирилган ҳолатга келтирилади. Кўпгина алкимёгарлар бу жараёни эҳтиётсизлик билан амалга ошириб, жиддий куйишган ёки оламдан ўтишган. Портлашлар жуда кучлилиги билан ажралиб турган, чунки ҳарорат жуда юқори бўлиб, мантикий жиҳатдан буни тушунтириб бўлмайди.

Алкимёгарлар баъзида «қарға қаноти» деб атайдиган бу жараёнинг мақсади идишда «Эссенцияни» ёки «флюидани» ҳосил қилишдан иборат бўлган.

Алкимёгарлар аввалига идишни қиздириб, уни совутишга қўяди ва яна қиздиради ва бу иш бир неча ойлар, балки йиллар давомида амалга оширилади. У кварцли ойна орасидан қўқ қора рангдаги суюқликка айланадиган, «алкимёгар тухуми» деб аталувчи аралашманинг етилишини кузатади. Тайёрланган субстанцияси озгина нур таратгандан сўнг ўзининг идишини қоронғуда очади. Нурланувчи суюқлик ҳаво билан таъсирлашиб қотади ва элементларга ажралади.

Алкимёгарлар табиатда учрамайдиган, тоза кимёвий элементларнинг барча хоссаларига эга бўлган, бир сўз билан айтганда, кимёвий усуллар билан ажратиб бўлмайдиган, умуман янги моддани яратишади.

Хуллас, алкимёгарлар кварц ойнадан тайёрланган идишини очиб, битта ёки бир неча янги элементларни (нурланаётган суюқликнинг ҳаво билан таъсири натижасида) яратади. Бундан сўнг яна шлак қолдиғи қолади. Шлакни уч марта дистилланган сув ёрдамида бир неча ойлар давомида ювади. Кейин эса у шу сувни қуёш нури тушмайдиган ва ҳарорат бир хил сақланадиган махсус жойга жойлаштиради. Сув оддий бўлмаган кимёвий ва даволайдиган хоссаларга эгадир. Бу эса Фауст эликсири, яъни универсал эритувчи ва узок умр кўришнинг афсонавий эликсиридир...

Алкимёгарлар табиатда учрамайдиган бир неча оддий моддалар ва ҳисоблари бўйича умрни узайтириш, тўқималарни ёшартириш хоссаларига эга бўлган алкимёгар сувидан бир неча флакон қолдиради.

Мана шундан сўнг улар олинган моддалардан янги комбинациялар тайёрлашга уринади. Бунинг учун улар бошқа китобларда ажабланарли қилиб ёзилган, ўзининг янчиш ускунасида уларни аралаштириб, катализатор ёрдамида паст оловда секин эриши учун печга қўяди. Бу жараён бир неча йил давом этиши мумкин.

Ўшанда маълум бўлган иссиқлик ва электр токини ўтказадиган металллардан умуман фарқ қилмайдиган субстанцияни олишига ишонтиришади. Бу алкимёгарнинг миси, алкимёгарнинг кумуши, алкимёгарнинг олтини бўлади... Қолганлари алкимёгар тажрибаларидан лол қолиб бундан ҳам ғаройиб ишларни кузатиб ҳайрон қолади. Металллардан биттаси ўзининг эриш температурасига нисбатан паст температурада шишада эрийди. Субстанция салгина юмшаган шиша билан таъсирлашганда, унинг ичига ўтади ва қуюқ қизил ранг бериб, намозшомда қўқ-қизил рангда товланиш имконини беради. Агарда шундай ўзгарадиган шиша агат минералли идишда туйилса, алкимёгар китобларида «проекция кукуни» ёки «фалсафий тош» деб аталган кукуннинг асли олинади.

Алкимёгарларнинг қўлёзма коллекцияларида Лейденлик файласуфнинг 1662 йилда ўлим тўшагида ўғлига ёзган мактуби ҳам ўрин эгаллаган.

Ҳаётнинг қисқалигини тушуниб, фалсафий тошни олиш санъати ҳаммага ҳам насиб этмаслигини билиб, жараённи у қуйидагича таърифлаган:

«Испаниядан қуёшнинг ўзи тайёрлаган тоза туз, денгиз тузини ол. Уни паст оловга қўйиб, тош билан ун каби янчиб туй токи у май, июнь ойидаги шудринг сувларида осон эритмага ўтсин. Шудринг сувларни туннинг ярмида ва шарқий ёки жануби-шарқий шамолнинг эсиб турган пайтида олиш зарур. Улар ерга бир ярим фут келадиган чўшларни тикиб, устига шудринг сувлари тўпланадиган, шишадан бўлган ликобчаларни қўй ва сувларни махсус идишга тўпла. Ярим тун қулай вақт бўлиб, кечроқ бўлса жараён яхши бўлмайди».

Қуёш нурлари ўзида Илоҳий олов – қуёш олтингугуртларини ташийди. Бу нурлар ой шуълалари таъсирида кристаллашади. Қуёш нурлари бундан ташқари ер юзасидан таралаётган эманациялар билан таъсирлашиб, тоза сувда эрийдиган қарийб тайёр субстанцияга (доимо ҳаракатланиб, ўзгариб турадиган материя) айланади. Шудринг сувларда қуёш ва ой нурларининг кристалланиши тоза ерни, қолдиқ сувлар билан зарарланмай кўринмайдиган субстанцияни беради. Қачонки, тоза ер кристаллари ҳўллаганда (намлаганда) яшил рангга ўтади, кейин эса

куриб оқ рангга ўтади. Шунингдек, файласуф шундай насиҳат қилади: «Катта шишанинг тўртдан уч қисмига юмшоқ сув солиб тўлдир. Чўкма ҳосил қилиб ажралмагунча шишани қуёш нурлари тагига бир неча ҳафта мобайнида ушлаб тур, агарда бу чўкмани яхши тозалашга уринсанг, унинг таркиби фақатгина донишмандларгагина маълум бўлган тоза, ёнадиган мойни беради».

Лейденлик файласуф давом этиб: «Сен етарлича тонгги шудрингдан олиб, унинг биронта руҳи, томчиси осон буғланиши мумкин бўлмаган қилиб сақла. Идишни совуқ жойга қўй ва шам ёрдамида кавшарла.

Энди Худо ҳаққи, шудрингдан қанча керак бўлса шунча ол, уни тоза идишга сол ва олдин айтиб ўтилгандек, тузни эримай колгунча эрит. Мен бир ярим фунт олган, бундай сувдан қанча керак бўлса ол ва уни бўйни узун идишга солиб, ҳамма томонини кавшарла, токи биронта ингичка ва тирик руҳлари ўша жойидан буғланмасин, агарда бу ҳолат рўй берса туз руҳи учмайди, иш ўз мақсадига етмайди. Бу сувни паст оловда қирк ва эллик кун давомида киздиргин ва таркибида моддалар парчаланиши рўй бериб, у аввалига қора, сўнг тим қора рангга ўтаверади.

Модда олингандан сўнг, бирданига олдиндан тайёрлаб қўйилган печда уни қуритиш зарур. Печь ичидагини паст оловда ўн икки ёки ўн беш кун давомида киздириб, коагуляцияга учратиш учун идишни бошқа идиш ичига қўйиш керак. Кулранг туз қўринишида идишнинг деворларида ичидаги масса пайдо бўлади. Чўкма ҳосил бўлгандан сўнг, уни яна икки кун киздириб чўктиришни бошлаш керак. Кейин ишлар кетма-кетлиги тўлик такрорланади. Қиздираётганда шунга эътибор бериш керакки, идиш ичидаги суюқлик буғланмаслиги учун оғзи ёғочли ёки шишали тикин билан зич ёпилган бўлиши ҳамда идишга зарар етказмаслик керак.

Идиш ичидаги масса қора рангга ўтганда чўктиришни давом эттириш зарур, қачонки оқ-кулрангга ўтганда учинчи маротаба унинг моддалари парчаланаяди ва бешинчи мартада сув тоза бўлиб, қуйдиришда таркиби қор каби оқ рангга бўлмагунга қадар яна беш марта чўктириш зарур. Бу жараён амалга ошиб туз қуюқлашганда, уни шам сингари қумуш ликобчада эритиш керак. Энди тузли сувнинг ўрнига ҳамма нарса ўтадиган, ҳақиқий файласуфлар учун симоб ҳисобланиб, қўплаб файласуфларнинг гапига кўра турлича номладиган, отаси олтин, онаси қумуш саналадиган, олтин ва қумуш ажратиб олинадиган тоза сувни олишинг мумкин. Шундай қилиб, бу ҳар иккала “чакмоқ кучидан” сув таркибида қарийб ҳақиқий бирикиб боғланади.

Мана энди, ўғлим, металллар учун дамлама тайёрлашга мўлжалланган ғаройиб эритма сув билан ишни давом эттиришга тайёр бўлишинг мумкин.

“Худо номи ила шу жаннат суви ёки Меркурийнинг илоҳий сувини қанча керак бўлса ол, паст оловда идишга солиб қўй, қачонки ичидаги қизил рангга ўтса бу олтин, оқ рангга бўлса, қумуш бўлади ва жараён иккаласи учун ҳам бир хилдир. Олтин ёки қумушнинг устидаги юпка пўстлоғини (қоплама) олиб, то эриб бўлгунга қадар уни эритмага бўлакчалар шаклида ташла. Эритмани шундай ҳолатда тўрт кун сақлаш керак. Идиш ичидагини думалоқ шаклдаги идишга учдан икки қисмигича солиб, герметик қилиб кавшарлагин. Идиш токи олтин ва қумуш эригунича ва эритма тайёр бўлмагунга қадар паст оловга қўйилсин.

Алкимёгарларнинг турли усуллари мавжуд бўлиб, узок давом этадиган кимёвий жараёнларни ёзиб қолдирганлар. Деярли барча тавсифларининг тажриба олиб бориш мумкинлиги учун ҳам батафсил тўхталиб ўтмадик, – файласуф қуйидаги ўз насиҳатини давом этади: – Сен бунақа қукун билан металлларга ўтишинг мумкин. Юпка олтин ёки қумушнинг беш қисмини олиб, идишда эритгин. Дорингни шамга ўраб, қучли оловда бир соат атрофида киздириб идишдан олиб қуйдир ва таркибининг бир қисмини тоза бўлмаган металлларнинг ўн қисмига қўш. Шунда улар бирданига кимматбаҳо металлга айланади, ундан алоҳида тозаларини рудани қуйдирган ҳолида олиш мумкин. Уларнинг қучи уч кун давом этадиган беш марталик эритиш,

йигирма тўрт соат давом этадиган жараённи такрорлаш орқали олиб бориш мумкин. Натижада, тоза, соф тош ёки ёнадиган қизил кўмир олинади. Жараённи давом эттириш учун олинган маҳсулот тозалайдиган чакмоқ сифатида ишлатиш мумкин.

Аввалгидай чўкмининг охириги қисмидан бир қисм олиб, эритилган олтин ёки кумушнинг беш минглик қисми билан аралаштирилади. Аралашма тайёр бўлгач эритмага (дорига) айланади ва тозаланмаган металллар тоза олтин ёки кумушга айланади. Мана шу жараёнга мен уни амалга оширгандим, аммо жараён охирига етмаган, агар жараён давом (олти марта йигирма соатдан) эттирилса, таркибий қисм жуда юпқа бўлиб, шиша таркибидан ўтадиган, ажойиб ҳидга эга бўлади. Барчани бу жараённи давом эттирмасликка даъват этиб, огохлантирмоқчиман, холос.

Илоҳий санъат ҳақида кўп нарсани кўшиш мумкин ва албатта, барча алхимёгарларнинг қимматбаҳо тошлар ва бошқа металллар ҳақида, лекин бунинг учун бутун бошли услублари, назарияси битилган китобларни ўқиш керак бўлади. Бундан ташқари, санъат ва илм денгизи поёнсиздир, уни битта ақлли бош билан ечиб бўлмайди, илм олишга шайланиб турган севиқли ўғлим, мақсадим табиат сирлари, жавоҳир ва турли металллар сандиғини очиш, бу илоҳий фаннинг ичига кириб бориш ва уни амалда бажариш энди мумкин бўлади».

### 1.3.2. МАШҲУР АЛКИМЁГАРЛАР

Алхимё фалсафий тош ва турли рангдаги металллар ҳақида бир неча минг йиллар мобайнида кўплаб афсоналар, асарлар, изланиш, қўлланма ва китоблар ёзилган.

Жуда кўп алхимёгарлар ўзларининг бутун умрини, ҳаётини турли қотишмалардан олтин ва узоқ умр кўриш эликсирининг таркибини қидириш билан овора бўлиб, тарихда ном нишонсиз ўлиб кетишган. Бутун умрини алхимёга бахшида этиб, нимадир ажратиб олишга, металл хусусиятини ўзгартиришга ҳаракат қилган. Калиостро, Сен-Жермена, Венцеля Зейлера, Теодора Тиффо каби алхимёгарлар оддий омма хотирасида ёлғончи, кўзўямачи ва лофчилар бўлиб қолишган.

Кўп марта алхимёгарлар талқинида яратилган ва кўплаб очилган «олтинлари» ёлғон бўлиб, латунь ёки бронза қотишма эканлиги аниқланган.

Милоддан аввалги IV асрдаёқ Аристотель миснинг рух ёки қалай билан қотишмаси натижасида ҳосил бўлган олтинга ўхшаш сариқ қотишма ҳосил бўлишини ўз асарларида айтиб ўтган эди.

Алхимёгарлар мисни суюқлантиргач унга маргимуш қўшиб, кумушсимон оқ «кумушли» қотишмани олишган. Айрим алхимёгарлар кўзбўямачилик йўлини танлаб, олтин ёки кумушни суюқлантириб, кейин жараёнга қўшишган. Суюқланган эритмани аралаштириш бемалол бўлган учун ҳам, унинг ичидаги олтин доначалари кўринмас ҳолда бўлган, шунда шам ёрдамида қотирилган кўплаб сеҳрли таёқчалар ишлатилган. Оловбардош идиш ичида аралаштириб турилган, бироқ унинг чеккаларида олтин ёпишиб майда зарралари устки қисмида қолиб кетган. Ҳарорат ошиб бориши натижасида амалга жараёни кечиб, секин-аста симоб буғланиб, идишнинг тагига тоза олтин чўкма ҳолида қолган.

Қадимдан алхимёгарлар ва бошқа илмли олимлар томонидан шунга ўхшаш олтинни ажратиб олиш усуллари кенг қўлланилган. Ундан ташқари олимлар ва мутахассислар томонидан бир неча юз йилдан бери ўрганилаётган алхимёгар ижодининг айрим усулларида намуналар мавжуд бўлган.

Масалан, Венада олтин ва медалларни тўплашда 7 килограммдан зиёд бўлган турли намуналари ҳозирги кунда ҳам санъат тарихи музейида сақланади. Металлнинг олд қисмида император оиласининг авлодлари сурати туширилган, орқа томонида эса 1677 йилда Венцел

Зайлер томонидан “металларнинг тўлиқ ва ҳақиқий тажриба ўтказилганлиги” ҳақида ёзув бўлган. Император Леопольд I нинг кўз ўнгида Зейлер кумушдан ясалган медални олтинга айлантирган деган маълумотлар бор. У ўзи яратган эликсирдан тайёрлаган турли хилдаги суюқлик эритмасига кумуш медалнинг тахминан тўртдан уч қисмини туширган. Ҳозир ҳам музейда медалнинг туширилган қисмини аниқ равшан кўриш мумкин. Тажрибали заргарларнинг аниқлашчи устки қисми кумушлигича қолиб, пастки қисми, ҳақиқатдан ҳам, олтинга ўхшаш сариқ рангга айланган.

Фақат 260 йил ўтгандан сўнг Зейлернинг олтин медалининг сири фош қилинган. 1931 йилда Венадаги университетда кумуш медалдан таҳлил намунаси олинган. Микроанализ таҳлили шуни кўрсатганки, медал таркибида 43 % кумуш, 48 % олтин, 7 % мис ва камроқ миқдорда қалай, рух ва темир бўлган. Кўпчилик ҳайрон бўлиб, савол сўраган қандай қилиб барча уни олтин деб ўйлаган, қотишмага Зейлер бундай кўринишни қандай бера олган? Бундай таркибли қотишма қандай тайёрланиб, қачон Зейлер рецепт бўйича тайёрлаган эритма ва унга туширган қаттиқ ҳолатдаги кумуш медал олтинга ўхшаш сариқ рангли металл қандай содир бўлганлиги номаълум. Шу нарса маълумки, алхимёгарлар тайёрлайдиган муздек, ярим суюлтирилган нитрат кислотали эритмага ботирилган кумуш қотишмаси олтинга хос сариқ рангли ялтироқликни берган.

Фалсафий тош, олтингугурт ёрдамида симоб ва кўрғошиндан олтин олиш учун алхимёгарлар ўзларининг илмий ижодий тажрибаларида темир, мис, кумуш, симоб, кўрғошин, рух металлургиясининг ривожланишида ўзларининг хиссаларини қўшиб келган. Уларнинг ижоди ва тажрибалари маҳсули сифатида Кункель рубинли шишани, Бестер – европа фарфорини, Бранд фосфорини эшлаш мумкин. Шунингдек, алхимёгарларнинг спирт ва порохни, зар сувини, турли минерал кислоталарни ва ишқорларнинг яратилишида уларнинг хиссаси бекиёсдир.

Куйида эътиборингизга машҳур алхимёгарлар ҳақидаги А.Б.Арефьевнинг қисқача луғатида айрим алхимёгарларнинг исм-шарифлари ва қарашлари тўғрисидаги маълумотни келтириб ўтамиз.

**АВИЦЕННА**, яъни Абу Али ибн Сино (980-1037) – кимёвий моддалар билан даволашга ҳеч қачон йўл қўймаган, шарқнинг энг буюк, машҳур табиби. Аммо «олтиннинг пайдо бўлишидан» яхши хабардор бўлганлиги учун ҳам сунъий йўл билан олтин олишга қарши бўлган ва ўз фикрини қуйидагича билдирган:

«Алхимёгарлар моддаларни ҳақиқий ўзгаришларни амалга оширишлари мумкинлигини тасдиқлашган. Аммо улар қизил рангли металл (мис)ни оқ рангга ўзгартириш орқали у кумушга, ёки кумуш рангдаги металлни сариқ рангга, яъни олтинга ўхшаш сариқ рангли металлни олиш билан ҳайратомус имитация қилинган қотишмани олишлари мумкин. Мен бундай бўлиши мумкин эмас ёки бир турдаги металлни бошқа металлга айлантириш усули йўқ деб ҳисоблайман».

Ўзбек олими, файласуф, шифокор, шоир, мусикашунос, математик, шарқий аристотелизм вакили Ибн Сино энциклопедист олим бўлган. Унинг илмий, ижодий мероси жуда кенг қўламли бўлиб, ўша даврнинг барча илм соҳаларини камраб олган: фалсафа, мантик, мусика, адабиёт, тилшунослик, тиббиёт, математика, астрономия, кимё, биология, геология ва бошқалардир. Ибн Сино астрология ва алхимёгарликка нисбатан салбий муносабатда бўлган.

Унинг ўлиmidан 100 йил ўтгандан сўнг Боғдоднинг марказий кўчасида мутассиблари таклифига кўра, Ибн Синонинг фалсафий китобларини ёкиб юборишади, яна бир неча юз йилдан сўнг Европада босма дастгоҳи пайдо бўлиб, Библия босиб чиқарилгандан кейин унинг йирик беш томли “Тиб қонунлари” китоби қайта нашр этила бошлайди.



Абу Али Ибн Сино  
(980-1037)

Абу Али ал Хусайн ибн-Абдуллох ибн-Сино 980 йилнинг сентябрида Бухоро якинидаги Афшона кишлоғида туғилган. Ўзининг таржимаи ҳолида шундай ёзади: “Отам Балхдан бўлиб, Бухорога Сомонийлардан Нух ибн Мансур бошқаруви пайтида келган ва девонхонада хаттотлик билан шуғулланган. Унга Бухоро атрофидаги марказий туманлардан бўлган Хармайсонни бошқариш топширилган. Унга яқин бўлган кишлоқдан менинг онам Ситора-Юлдузни ўзига хотин қилиб олади. Ўша ерда аввал мен, кейин менинг укам туғилади”.

Ибн Сино дори-дармонларнинг номларини форсий тилда баён қилган. У кўпчиликка яхши маълум бўлган тилда қисқа шеърлар-тўртликлар ёзиб, инсонлар қалбига, ички ҳиссиётига ҳам таъсир кўрсатган. Ибн Синонинг отаси Абдуллох ва унинг рафиқасига Хусайн исми ёккан. Ота оналари фарзандларини болалигидан, биринчи ўғилларини Хусайн деб номлашни ният қилишган, бироқ зиёли оилаларда болаларга мақтовли исмлар қўйилиши урф-одат бўлган. Кейинчалик ўғлига Али деб ном беради ва уни Абу Али деб атайти. Буни Абдуллох қаердан ҳам билсин, иккинчи исм ҳақида бекорга кейинги тақдирни ўйламагандир. У бир давлатнинг подшоҳлигидан бошқа бир подшоҳлигига кўчиб, ибн Синонинг ҳаёт тақдири кейинчалик умуман ўзгариб кетди ва умрининг кўп қисми дарбадарликда ўтди, у шаҳардан, бу шаҳарга қарвон йўллар орқали бир умр сарсон-саргардон бўлиб умр кечирди.

Кичкина Хусайн жуда қизиқувчан, қувноқ йигитча бўлган. У “Нимага?” сўзини кунига жуда кўп марта такрорлаб, қизиқувчанлиги билан болаларни ҳам катталарни ҳам ҳайрон қолдирарди. Хусайн беш ёшда бўлганида унинг оиласи Бухорога кўчиб ўтади. Йигитчани бошланғич мусулмон мактабига беришади ва у ўша ерда 10 ёшигача ўқийди. Хусайн хотиб Убайданинг ўн бешта ўқувчиси ичида энг кичкинаси эди. Қуръони карим боблари оят, суралар ўқувчиларга араб тилида ўқитилган. Кўп болалар араб тилини яхши ўзлаштира олишмаган. Хусайн устозига жуда кўп турли саволлар билан мурожаат қилаверар, лекин ўқитувчиси шунда доимо бир хил жавоб айтарди: “Қуръони каримни ўқи. Унда ҳаммасига жавоб топасан” У Хусайн бир вақтнинг ўзида ҳам грамматикани, стилистикани ва араб тилини мукамал ўргатадиган бошқа ўқитувчига қатнай бошлади.

Орадан анча вақт ўтгандан кейин ёш Хусайн улғайиб шундай дейди: “Мен Қуръонни тўлиқ ёдладим. Энди мен ўзим тушунмаган саволларимни берсам бўладими?” деб устозидан сўрайди. Ўқитувчиси хафа бўлиб: “Қуръонни кўп йиллар давомида ўрганишади ва ёддан биладиган камдан-кам мусулмонларга тасанно айтиш мақсадида унга – хафиз номи берилади”. “Ундай бўлса мен хафизманми!” – деб сўрайди. Ундан имтиҳон олишади. Имтиҳонда Хусайн биронта сўзни ташлаб кетмасдан, барча сураларни ёддан айтиб беради. Қуръонни хатто устози хатиб Убайд ҳам у даражада ёддан билмас эди. Шундан сўнг Хусайн мактабга бормаи қўяди. Бўлажак буюк машҳур олим ўн ёшида, яъни 990 йилда биринчи бошланғич таълим циклини тўлиқ тугатиб бўлади. У ҳаммани ўз хотираси билан қойил қолдириб, Қуръоннинг барча сураларини қайта такрорлайди. Араб адабиёти билими билан устозларини хурсанд қилади. Ўша вақтдан бошлаб Ибн Сино шайх даражасига етишади. Унинг ўз қўли билан ёзилган таржимаи ҳолида: “Мен ўн ёшимда Қуръонни ва араб адабиётини тўлиқ ўргандим, бунга кўпчилик қойил қолишган эди” деб ёзади.

Йигитчанинг ажабтовур қобилиятлари анча барвақт сезилганди. Ўн йилдан сўнг отаси уни мактабдан чиқарди ва келгуси таълимни ўсмирлар уйида сабоқ берадиган устоз ўқитувчилардан олади. У қатъиятлик билан математика, физика, мантик, қонуншунослик, астрономия, фалсафа, география ва кўплаб бошқа фанларни ўрганади. Оиладаги мухит йигитчанинг маънан камол топишига сабабчи бўлади. Чунки Ибн Синонинг отаси тартибли, ўқимишли, Исмоилийларга яқин бўлиб, уларнинг издошлари каби инсон бўлган. (Исмоилийлар – ҳуқуқчи исломиятчиларнинг рақиби бўлишган). Ибн Сино исмоилийларга тегишли бўлмаса-да, лекин уларнинг таълимотлари



билан жуда қизикқан. Ибн Синога фалсафа ва математикадан таълим берган биринчи устози Абу Абдуллох ан-Наталий Исмоилийлардан бўлган.

Ибн Сино ўзининг таржимаи холида шундай ҳолатни тасвирлаган: “Мен устозим ҳали эшитмаган тушунчага шундай таҳлил бердим. Шунда у мендан ҳайратланиб, ота-онамга мени бошқа юмушлар билан банд қилмай, фан билан шуғулланишимни тавсия қилади... Бу ҳолат Евклид китобини ўқиб муҳокама қилганимда бошланган эди. Беш-олти ой давомида теоремаларни устозим ёрдамида ўргандим, қолганларини мустақил ўргана бошладим. Устозим Наталий менга янада чуқур илм сабоғини бериш қудратига эга эмаслигини маълум қилади. Шунда у “Ўзинг ўқи, теоремаларни еч ва кейин келиб менга барчасини кўрсатгин. Ўшандан бошлаб мен мустақил равишда китобларни ўрганишни бошладим, устознинг ўзи айрим саволларга жавоб бера олмасди, кўпчилигининг маъносини ўзи ҳам билмасди, гоҳо мендан ўрганиб оларди”.

Евклид ва Алмагест Птолемей ғоялари бошланиши кичкина Ибн Синога қийинчиликлар туғдирмаган бўлса ҳам, Аристотелнинг “Метафизика”сини ўрганиш машаққатли меҳнатни талаб қилди. Ҳатто ал Фаробийнинг Аристотел асарига ёзилган шарҳини яъни “Метафизика”нинг мақсади каби буюк асарни ўқиб тушуниб етмагунча Ибн Сино уни қирқ марта ўқиб ҳам китобнинг мазмунини тушунмади. Устоз Фаробийнинг китоби ҳақида у шундай ёзади: «Ўзининг ҳаётини таърифлаб, мен уйга қайтдим ва ўша заҳотиёқ китобни ўқишга ошиқдим, ҳамда мен ёддан билмайдиган китобнинг мақсадини қисқа фурсатда тушуниб олдим». Ўша йилларида у ўзининг биринчи асарини ёзади ва ҳатто ал Беруний билан илмий бахс-мунозаралари ёзишмаларини ёзишга киришади.

У ёшлигиданоқ ноёб истеъдод ва кучли хотира эгаси бўлиб, атрофдагиларни ҳайратга солади. Унинг ёшлиги ва ўспиринлик йиллари Бухорода сомонийлар ҳукмронлик даврига тўғри келади. Бўлажак олим саройнинг бой кутубхонасидаги китоблардан фойдаланади, шаҳардаги китоб бозоридан ноёб қўлёзмаларни сотиб олиб билимини оширади. Унинг ёзишича, кунларнинг бирида у бозорда Абу Наср Фаробийнинг юнон файласуфи Аристотель қаламига мансуб “Метафизика” асари ҳақидаги рисоласини учратиб қолади ва уни тезда ўқиб чиқади, ҳамда аввалги асарларни мутолаа қилиш жараёнида пайдо бўлган жуда кўп саволларга жавоб топади.

999 йилда сомонийлар ҳукумати кулаб, шаҳарни қорахонийлар босиб олади. Ибн Сино бу даврда барча илмларни эгаллаган ва ҳатто рисоалар ёза бошлаган эди.

XI аср бошларида Ибн Сино Хоразм (Урганч)га кўчиб келади ва шоҳ Маъмун саройидаги олимлар билан танишади. Бу ерда Ибн Ироқ, Абу Райҳон Беруний, Абул Хайр Хаммор, Масаҳий каби йирик олимлар даврасида ижод қилиб, бир неча рисоалар яратади. Сўнг жанубдан Маҳмуд Ғазнавий давлатининг хуружи орта бориши туфайли Эронга йўл олади. Эроннинг Гургон, Рай, Исфохон, каби қатор шаҳарларида сарсон – саргардонликда умр кечириб, 1037 йили 57 ёшда Ҳамадонда касалликдан вафот этади.

Ибн Сино юнон, араб, форс олимларининг китобларини, Мухаммад Хоразмий, Абу Наср Фаробий, Абу Бакр Розий, Аҳмад Фарғоний каби ватандошларининг асарларини ўрганди, уларга ижодий ёндашди. Унинг китоблари ва ёзишмалари қадимги юнон илми вакиллари Аристотель, Платон, Евклид, Фалес, Гераклит, Сукрот, Пифагор, Гален, Гиппократ каби олимлар асарларидан яхши хабардор эканини кўрсатади. Ушбу илм хазинасига таяниб, ўзининг фалсафа, табобат ва табиат илмларига бағишланган “Китоб аш-шифо” (Шифо китоби), “Ал-қонун фит-тибб”, (Тиб қонунлари), “Китоб ан-нажот” (Нажот китоби), “Донишнома” (Билимлар китоби) каби йирик асарларини яратди.

Кўп киррали қобилият соҳиби Ибн Сино, айниқса, фалсафа ва табобат соҳаларида ўчмас из қолдирди. Унинг бой ижодий меросида фалсафий асарлар асосий ўринни эгаллайди. Ибн Сино фалсафий асарларининг энг йириги “Аш - Шифо” дир. У тўрт қисм ва 22 жилддан иборат бўлиб, унда мантиқ, метафизика, физика, математикага оид масалалар талқин этилган.

Ибн Синонинг фалсафага оид йирик асарларидан яна бири “Китоб ал-ишорат ва-т-танбиҳат” (Кўрсатмалар ва насиҳатлар)дир. Алломанинг “Ан-Нажот” ва “Донишнома (форс тилида) деб номланган асарлари эса, “Аш-шифо” китобининг мухтасар баёни ҳисобланади. У ўз илмий асарларини, асосан, ўша давр илм-фани ва маданиятининг тили ҳисобланган араб тилида яратилганлигини айтиш жоиз.

Ибн Сино жаҳонга машҳур табиб сифатида танилган. Олимнинг шоҳ асари – “Тиб қонунлари” унга мисли кўрилмаган шуҳрат келтирди. Ўз мазмунига кўра, бу асар тиббий билимларнинг нодир мажмуаси – комуси ҳисобланади. Таркибий жиҳатдан у беш мустақил асардан ташкил топган бўлиб, уларнинг ҳар бири тиббиёт илмининг маълум соҳасини изчил, ҳар томонлама ёритиб беради.

Биринчи китобда тиббиётнинг назарий асослари, унинг предмети, вазифалари, бўлим ва усуллари, касалликнинг келиб чиқиш сабаблари, белгилари, соғлиқни муҳофаза қилиш йўллари, инсон анатомияси каби назарий маълумотлар баён этилади.

“Қонун”нинг оддий дориларга бағишланган иккинчи китобида, асосан, ўсимликлардан тайёрланувчи 760 та дорининг хусусиятлари, уларни тайёрлаш ва истеъмол қилиш усуллари ҳақида муҳим фикр-мулоҳазалар келтирилади.

Учинчи китобда инсоннинг айрим аъзолари, жумладан, бош мия, асаб, кўз, кулок, бурун, томоқ, қорин касалликлари батафсил баён қилинади.

Асарнинг тўртинчи китоби инсон организмнинг умумий касалликларига бағишланган. Унда иситмалар, жарроҳлик масалалари, суяк синиши, жароҳатланиш, уларни даволаш усуллари ва юқумли касалликлар тавсифланади.

Нихоят, “Қонун”нинг бешинчи китобида мураккаб дориларнинг инсон танасига таъсири, уларни тайёрлаш ва истеъмол қилиш усуллари баён қилинган.

XII асрдаёқ лотин тилига таржима қилинган “Тиб қонунлари” саккиз аср давомида ҳам Шарқ, ҳам Ғарб мамлакатларида табобат соҳасидаги асосий қўлланма вазифасини ўтаб келмоқда. У Европа тиббиёт олами ривожига катта ижобий таъсир кўрсатди.

Умрининг охиригача Ибн Сино ўзининг ватанига қайта олмайди, бир шаҳардан бошқасига кўчиб кўчманчи умр кечиради. У Хоразм, Абиверда, Нишапур, Тус, Гургон, Рай, Хамадон, Исфаҳон подшоҳлари хузурида бўлади. Камбағалчиликда ҳаёт кечириб ҳокимият тепасига келиб, вазир бўлади, қамоққа тушиб, фаровонлик ва йўқчиликда яшайди, аммо бир кун ҳам илмий ва ижодий ишини тўхтатмайди. Унинг мулки бир неча марта туналади, кутубхонаси, шу жумладан, қўлёзма шаклидаги йигирма томдаги фалсафий энциклопедияси “Ал-инсаф” (“Ҳақиқат”) йўқ қилинади.

Ибн Сино ҳақиқатдан кўплаб файласуфларни тарбиялаган буюк олим ҳисобланади. У ўзида биринчи бўлиб Платон тасувавурида пайдо бўлган идеал, доно-устоз ва давлат арбоби каби иккита социал ролни сақлаган инсон бўлган. Авиценна ўз атрофида Ўрта асрларда мусулмон оламидаги кўплаб зиёли инсонларни тўплаган шахс – «наъмунавий шаҳар» бошқарувчиси-идеал олимдир.

**АГРИКОЛА.** Ўрта арслардаги ажойиб яна бир фан намоёнчаси, бошқа кўплаб алхимёгарлардан фарқли равишда Лейпцигдаги (1517) университетда таълим олиб, минералогия ва фармацевтика фанларини яхши ўзлаштириб олган олим.

Бўлғуси шифокор, Георг Агрикола (Георг Бауэр, 24.03.1494 – 21.11.1555), металллар ва кончилик иши билимдони сифатида машҳур бўлган. У томонидан ёзиб қолдирилган 12 томли асарлари ўша даврдаги металлургия билимлари энциклопедиясини ўзида намоён қилган. Ноёб асарлар сирасига кирган. У руда таркибидан олтингугурт олиш усулларини, мис, кумуш, симоб, сурьма ва висмут каби металл ва унинг бирикмаларини суюқлантириш усулларини такомиллаштирган. Кон соҳасида ишлатиладиган ускуна ва жихозлар, печлар, муфеллар, оловбардош идишлар ва бошқалар у томонидан мукамаллаштирилган.

Агрикола ўша даврнинг кимёвий жараёнлар ва уларнинг техникасини яхши билгани учун ҳам турли сафсата ва «фалсафий тош» ҳақидаги ғоялар ортидан бормади. У «Бу ҳақда кўплаб китоблар ва усуллар мавжуд, аммо буларнинг ҳаммаси қоронғу чунки ёзувчилар номаълум нарсаларни бошқача бўлмаган номлар билан номлашади ва айримлар бир ном билан, бошқалари эса ўзлари ўйлаб топган умуман бошқаси билан номлашади, бироқ нарсаларнинг ҳаммаси ягонадир.

Бу устозлар ўзларининг ўқувчиларига, кимматбаҳо металлларни қўшиш орқали кам аҳамиятли металлларни бошланғич материяга келтириш ва парчалаш ҳақидаги маълумотларни ўргатишади.

Атрофда кўплаб мавжуд бўлган ва мавжуд кимёгарлар ҳаммаси ўз кучларини туну кун олтин ва кумуш бўлакчаларини ажратиб олишга сарфлашган, булар тасдиқланмаган бўлиб, фақат иккиланишни келтиради ёки улар, ҳақиқатдан ҳам, кўп кишилар билганидек шахарларни илгаригидек олтин ва кумуш металлари билан тўлдириб юборган бўларди деб ёзади.

**АГРИППА.** Фан тарихида ягона, ўз таълимотида ажойиб шахс. Фақатгина у кўп меҳнатлар эвазига ўша даврда «магия» деб номланган турли хил мисолларни ягона шарҳда келтира олган ва уларнинг натижасида пайдо бўлган ҳар хил фанларни ажратиб, улардан «табиий магияни» оддий ёлғондан ва турли маросимлардан фарқлаган.

Генрих Корнелиус Агриппа (1487-1535) Ҳарбий шифокор, профессор, саргузаштчи ҳаёт кечириб, қора китобчи деб ном қозонган ва бутун ҳаёти мазмуни бўлган магия билан умр бўйи қизиққан.

Унинг иккита асари анча машҳур: «Сирли фалсафа ҳақида» (ёки бошқачасига, «Мавҳум фалсафа», (1510) «Фойдасиз фанлар ҳақида» (1527). «Фалсафий тош» ҳақида ўйлаб, у шундай ёзган эди:

«Ким ўзига жавобгарликни бўйнига олиб, катта ва жиддий файласуфларнинг айтганларини ёлғон деб айта олади? Йўқ, бу билан уларни оғир айблаб қоралаган бўларди».

Бошқа сўз билан бу тадқиқотларнинг маъноси аниқ эмас ва принципларини ўзимизга математиклар, маглар, алхимёгарлар ва некромантлар ҳақида гапириладиган, ғаройиб нарсалар ва мўжизаларни амалга оширишга қодир ичимизда руҳ яшайди, деб қарашимиз керак...»



Георг Агрикола  
(1494-1555)



Генрих Корнелиус  
Агриппа  
(1487-1535)

**БУЮК АЛЬБЕРТ.** Ўз даврининг жуда ёрқин намоёндаси, ўша даврнинг юқори тафаккур соҳибларидан бири.



Буюк Альберт  
(1193-1280)

Домениканалик-монах, Альберт Магнус, Альберт фон Болынтат, Альберт Больштед ёки Альберт Тевтон (1193-1280, Бавария), епископлик вақтида шуғулланган, аммо кейинчалик фақат илмий ишлар билан машғул бўлиш учун монастирға кўчиб ўтади. Унинг асарлари орасида «Алкимё ҳақида китоб» китоби машҳур, унда металлларнинг таркиби бўйича «олтингугурт-симобли назарияга» асосланади. Фаолиятининг кимёвий қисмида Гебернинг «Буюк эликсир»и ёрдамида моддалар ва ўзгаришлар ҳақидаги назариясига қаттиқ асосланади. Альбертнинг донолар тошини топишга бўлган ишониши кейинги авлодларга катта таъсир қилган. Аммо унинг ўзи бунақа тажрибаларни умуман амалга оширмаган, мутахассисларнинг уни алкимёгарлиги ҳақидаги гаплари ёлғон эканлиги фанда исботланган.

«У алкимё алкимёгарлар томонидан ўйлаб топилган санъат деб ёзган. Унинг исми грекча “archimo”дан ҳосил қилинган. Алкимё ёрдамида зарралардан иборат минераллар парчаланиб металллар қайта пайдо бўлади...» – деб ёзиб қолдирди буюк Альберт.

**ГАНКВИЦ.** Савдогар ва алкимёгар Герник Брандт сийдиқдан фосфорни олганда, кўплаб давлатларнинг юқори жамиятларида ажойиб “портлаш” бўлган, чунки улар ҳақиқатдан ҳам ниҳоят «фалсафий тош» яратилди деб ўйлашган ва фосфорнинг кўп хоссаларини, биринчи ўринда нур таратишини «ғаройиб ҳодиса» деб аташган.

Брандтнинг яратган кашфиётини эшитиб таниқли олим, Роберт Бойль ҳам фосфорни ажратиш олиш технологиясини яратишга киришади. Лекин Брандт «қанақадир ҳайвон ресурсларидан» фосфорни олган бўлса, Бойль ўзига хос «инглизча фосфорни» яратди. Унинг рецепти жуда омадли чиқди, шунинг натижасида Олимнинг ассистенти, Ганквиц олинган фосфорни сотиш учун тайёрлайди. Инглиз газеталарининг бирида мунтазам кўйидагича эълон пайдо бўлди:

«Лондонлик кимёгар Ганквиц турли хилдаги дориларни тайёрлаб беради. Бундан ташқари, барчани фосфорнинг сиз хоҳлаган ҳар хил навини бир унциясини 3 фунт стерлинг бўлган нарҳда тайёрлаб беришини маълум қилиб, барча хайрихоҳлар у Лондонда ягона эканлигига ишонтиради.

Ганквиц лабораториясини жуда кўплаб томошабинлар кўриб, ўзлари билан кичкина банкачаларда ранг таратувчи фосфор таркибли моддани олиб кетишган. Асосий харидорлар, кимёгарнинг гувоҳлигига кўра ҳали ҳам “фалсафий тош” деб ўйлаб, яшил рангдаги нур таратувчи модда орқали бойиб кетишга ҳаракат қилган алкимёгарлар бўлишган!

**ГЕБЕР.** Биринчи «фалсафий тош» ҳақида эслашлар Гебернинг асарларида пайдо бўлган бўлса керак. Гебер (Жабир, Абу-Муса-жафир адъ Софи, 702-763 йй.) Месопотамияда таваллуд топган, Севилияда узоқ муддат дарс берган. Унинг ёзган битиклари эски лотин таржимасида бўлганлиги учун ҳам фақат унга тегишлилигини аниқлаш қийин бўлган.

Гебер ва унинг бошқа тарафдорлари металллар сифати билан эмас, балки фақат муҳим компонентларнинг миқдорий нисбатлари орқали фарқланади деб ҳисоблашган.

Геберга кўпроқ машҳурликни алкимёга оид таълимотлари келтирган. У биринчи бўлиб металл бирикмаларига оид кимёвий назарияни яратди ва унинг асосида уларнинг ўзгаришларини тушунтириб берди.



Ганквиц

Унинг назариясига кўра барча мураккаб моддалар, мухими металллар (ёки қотишмалар билан катта фарқ қилинмаган) икки «асос»дан тузилган эди: sulfur – олтингугуртлар ва mercurius – симоб.



Гебер  
(702-763)

1. Олтингугурт – олов таъсирида ўзгарадиган, хоссаларни ташийдиган фаол «эркаклик» бошланиши, «ота»;

2. Симоб – шахсий металл хоссаларини ташувчи: ярқирашини, чўзилувчанлигини, суюқланишини, бу пассив «аёл» бошланиши, «она».

Кўплаб моддалар таркибида ҳар хил миқдордаги симоб ва олтингугуртнинг сақланиши билан ажралиб туради.

Мисол учун, Гебер кўрғошинни қалайга айлантириш учун кўрғошинни керакли миқдордаги симоб билан суюқлантириш етарли деб ўйлаган. Унинг фикрига кўра, қалай кўрғошиндан симобга бойлиги билан ажралиб туради. Шундай қилиб, алхимёгарларнинг вазифаси металлларда «бошланиш» нинг миқдорий нисбатларини топишда бўлган.

А. Леманнинг машҳур «Иллюстрированная история суеверий и волшебства» (М.: Книжное дело, 1900) китобида айтилишича, Гебер металлларга айланадиган моддаларни учта гуруҳга ёки тартибга бўлади.

1) «Биринчи тартибдаги медикаментлар». Геберда бу моддалар, металлнинг айрим хоссаларини ўзгартириши мумкин. Аммо ҳосил бўладиган янги хоссалар доимий эмас.

Масалан, мис таркибида рух бирикканда, бошқа моддалар билан таъсирлашганда олтинранг сариққа (латунь) ўзгаради, маргимушда бириккан моддалар билан кумушранг оққа ўтади, лекин бу ранглар оловда тобланганда ҳароратга чидамайди ва рангини ўзгартириб юборади.

2) «Иккинчи тартиб тиббий дармонлар». Гебернинг фикрича, уларнинг ўзи нодир қимматбаҳо бўлмаган, қимматбаҳо нодир хоссали металллардан хабар бериши мумкин. Аммо фарқли томони ҳосил бўлган хоссалари ўзгармасдир.

3) «Учинчи тартибдаги тиббий дори-дармонлар». Бу «тиббий дорилар» каттик ҳолатида «Фалсафий тош», суюқ ҳолатда «Буюк эликсир» деб номланади. Бу модда, нодир бўлмаган металлларнинг барча хоссаларини ўзгартириш мумкин ва барча ўзгаришлар ўзгармасдан сақланиб қолади. Натижада «Олий» металл – кумуш ёки олтин олинади. Шундагина алхимёгар ўз мақсадига эришган ҳисобланади. Араб алхимёгари Гебер «Ўзгаришларнинг махфий суммаси» китобида шундай ёзади: «Мен тан оламанки, ушбу китобимда бизнинг фанимиз ҳақида бирон бир сўз ёзмадим. Агарда мен сирни фош этиб очик ёзганимда, ёвуз ниятли кишилар буюк сирни билишган бўлишарди ва ўзларининг ғаразли мақсадларида ишлатган бўлишарди».

**ПАРАЦЕЛЬС.** Парацельс: «алхимёнинг вазифаси фақат олтин ва кумуш тайёрлашда эмас, балки шундай иборани тиббиёт кучи ва фойдалилигини яратишдадир деб тасдиқлаган».

Парацельс ўзининг «сехрли кўрсатмаларида» муқаддас донолардан герметика фанининг элементар оддийларидан мураккабларига ва асосийларига ўтишни талаб қилган.

Алхимёнинг буюк ишига киришишни билиш учун, ёш адепт қадимий фаннинг «металлар ва барча етти планеталарнинг рухларини» чакира олиши керак ва шунда улар келишади. Ҳар бири ўзига тегишли кийимда зодагонлик, князлик, графлик, яна кимдир ўзининг кийимида, фақат у ёлғиз ўз кийимида келади...»



Парацельс  
(1493-1541)

Кўполрок ва тезфёъл Парацельс ўз фанининг моҳиятини аниқлар экан бирдан юмшоқ ва таъсирли бўлиб колди:

«Алкимё – бу сеҳрли жараён, мазмунини кидираётган таджикотчи ичига кириб, эртак оламига кетади ва ўша ердан ўзига ўзи йўллаган саволларига жавоб кидиради».

У жуда омадли ва машҳур шифокор эди. У ўзи ихтиро қилган янги дориларни қўллай бошлади. Гебер назарияси кўринишини ва Агриппа таълимотини ўзгартириб, учинчи элемент «туз»ни қўшиб яна бир янгилик яратди.

Дориларда Парацельс «олтинли тинктурага», олтиннинг коллоид эритмасига катта эътибор берган (*augurotabili* – олтин ичимлиги) ва унинг номи билан боғлиқдир.

**ЭММЕНС.** 1897 йилнинг бошларида «Янги ихтиролар ва кашфиётлар журналі» номли рус журналі ўз муштарийларига ажойиб янгиликни етказди. Унда «Бир неча ой илгари Америкада кумушни олтинга айлантирадиган жамиятнинг пайдо бўлганлиги ҳақида оламшумул хабар тарқалди».

Бир неча олимлар ва капиталистлар «The Argentaurum Syndicate» деб номланган бирлашмани очди... Бирлашманинг юраги қандайдир Эмменс бўлиб, сир сақланаётгани, кумушни олтинга айлантиришнинг махфий, махсус усулининг сирини ҳали ҳануз ҳеч кимга ошкор қилмаган.

Уч йил олдин америкалик Кэри Ли кумушдан физик хоссалари олтинга яқин бўлган кимёвий хоссалари бўлса кумушникидек, ранги сариқ металлни тайёрлайди.

Эмменс Кэри Лининг кумушни шундай ҳолатга келтириб, молекуляр заррачаларнинг тўлик ажралишига эга бўлган, кумушнинг сувли эритмасини тайёрлашни яратган, тажрибаларидан фойдалангалигини тушуниб етган.

Эмменснинг сўзларига кўра, кумуш метали яратилган алоҳида усул билан молекулалари бўлинишни кучайтириб кумуш бўлмаган, олтиннинг барча хоссаларига эга бўлган элементар моддани яратишга эришган.

Эмменс ҳосил бўлган металлни «кумушолтин» – *Argentaurum* (аргенарум) деб номлаган. Лекин металл бунақа трансформацияда массанинг 25 фоизини йўқотса ҳам, синдикатнинг яратганлари, кумушни олтинга айланиши улар учун жуда фойдали бўлар эди...»

«Кимёда сунъий тайёрланган олтиннинг мавжудлиги ҳақида керакли маълумотлар унинг ўзида мавжуд эмас, деб эслатади муаллиф ва бундай муносабатда бу савдо бўйича кўплаб алкимёгарлар ва уларнинг авлодлари омадсиз меҳнат қилган, аниқ фанлар бўйича бир кадам ҳам олдинга силжигани йўк...» деб ўз фикрини яқунлайди Эмменс.

### 1.3.3. XX АСРНИНГ АТОМ РЕАКТОРИ – ФАЛСАФИЙ ТОШ

Платинадан тайёрланган фолгани алфа заррачалар билан 1912 йилда бомбардимон қилган Эрнст Резерфорд (1871-1937 йй.) атом ядросини кашф этди. Резерфорд тажрибалар натижасида атом ядроси мусбат зарядланган ва ядро заряди мавжуд элементнинг тартиб рақами билан мос деган хулосага келади.

Даниялик физик Нильс Бор (1885-1962 йй.) 1913 йилда Резерфорднинг ихтиросини ривожлантирди ва атом электронлар билан ўралган мусбат зарядланган ядродан тузилганлигини исботлаб беради.

Аввалига атомнинг диаметрини  $10^{-8}$  см деб ҳисоблашди, аммо атом ядроси атом оғирлигига нисбатан ўн минг марта кичик эканлиги аниқланди. Резерфорд-Борнинг атом моделига кўра, атом

ядроти протонлардан тузилган бўлиб, улар ядро зарядига даврий жадвалдаги тартиб рақами тенг. Хўш, кўрғошин атомининг ядроти 82, симоб ядроти – 80, олтин ядроти – 79 та протонлардан иборатдир.

1913 йилда инглиз физиги Генри Мозли (1887 – 1915 йй.) кўплаб ажойиб тажрибалар асосида рентген нурларининг спектрал чизиклар частотаси ва нур таркатаётган атом рақами орасидаги боғлиқликларини аниқлади. 1914 йилда Мозли хулоса ўрнида келтирилган илмий ишида даврий жадвалда алюминий ва олтин оралиғида яна бир неча элементлар бўлишини тахмин килди.

Нобель мукофоти лауреатлари, инглиз физиклари отаси Уильям Генри Брэгг (1862-1942 йй.), ўғли Уильям Лоренс Брэгг (1890-1971 йй.) ва бир йилдан кейин Нобель мукофоти лауреати бўлган Макс фон Лауэлар (1879-1960 йй.) рентген нурлари дифракцияси билан шуғулланган. Кристалларда атомлар параллел кенгликлар оиласини ҳосил қилишини давом эттириб, ота ва ўғил дифракцион максимум ҳосил бўладиган, нурларнинг тўлқин узунлигини боғлайдиган, параллел кенгликлар ва бурчак масофаси, формулаларини таклиф этишди. Бу тенгламалар рентген тузилиши тахлилининг асоси бўлиб фанга кирди.

Нобель мукофоти лауреати, инглиз кимёгари Фредерик Содди (1877-1956 йй) юқоридаги ихтиролар асосида ядро физикаси ёрдамида олтинни ажратиш олиш таклиф қилди. У олтинни даврий жадвалда кўшни бўлган элементлардан битта, ё кўпроқ альфа, бетта заррачалар ёки протонни ажратиш (ёки бириктирилган)ни айтди. Яъни симобдан битта протонни чиқариб, кўрғошиндан учта протонни ажратиш олтин олиш мумкин.

Клаус Хофман ўзининг монографиясида «Олтинни тайёрлаш мумкинми?» Фриц Габер (1868- 1934 йй.), Адольф Мите (1862-1927 йй.), Хантаро Нагаока (1865-1950 йй.), Жоливе Кастло, Франц Таузенд каби замонавий алхимёгарларнинг ютуқлари ва тажрибаларини тўлиқ ва қизиқарли қилиб тасвирлаган.

XX асрнинг алхимёгарлари атомлар назариясини қатъий ўрганишда давом этмоқда. 1932 йилда рус олими Дмитрий Дмитриевич Иваненко (1904-1994 йй.), ундан кейин квант механикаси асосчиларидан бири Вернер Гейзенберг (1905-1976 йй.) бир-бирларидан мустақил равишда атом ядроти протон ва нейтронлардан тузилган деган хулосага келишди.

1934 йилда Ирэн Кюри (1897-1956 йй.) – Мария Склодовская Кюрининг катта кизи ўзининг турмуш ўртоғи Фредерик Жолио (1900-1958 йй.) билан биргаликда радиофаолликнинг янги турини аниқлашди. Бу радиофаоллик билан сунъий радиофаолликни чақириш ва моддани радиофаол емирилишга мажбур қилиш мумкин эди.

1934 йилда Энрико Ферми (1901-1954 йй.) сунъий радиофаолликни олиш мақсадида элементларни нейтронлар билан тўқнаштирди ва нейтронлар орқали бомбардимон қилиш билан радиофаолликни кашф этди.

Фредерик Жолио-Кюрига уран парчаланишидаги занжир реакциясига тажрибавий исбот олиш насиб этди, натижада нейтронлар ҳосил бўлди.

Шундай қилиб, қандайдир маънода алхимёгарларнинг бир неча асрлик элементлар трансмутацияси (ўзгариши) орзуси ушалди. Олимлар бир элемент ядросини бошқасига айлантиришни ўрганди. Фалсафий тош сифатида атом реакторини ишлатди.

1940 йилда америкалик физик Эдвин Мак-Миллан ва Филипп Абельсон «нептуний»ни кашф этди. 1941 йилда «плутоний»ни олди. Кейинчалик сунъий равишда олинган элементларни ишлаб чиқариш ва тиббиётда қўллашни амалга оширди.

1947 йилда Чикагодаги Миллий лабораториясида атом реакторида оз миқдорда сунъий олтин синтез қилинди. Бу Чикагонинг Фан ва ишлаб чиқариш музейида атом даврида алхимёгарларнинг олтин кўргазмавий гувоҳномаси сифатида сақланмоқда.

1950 йилда «Атомлар» француз журналида «Симобнинг олтинга трансмутацияси» мақоласи пайдо бўлди. Унда олтинни ядро реакцияси натижасида олиш мумкинлиги тан олиниб, бироқ табиий олтинга нисбатан сунъийсининг нархи анча қиммат бўлиши таъкидланди.

2011 йилда британиялик олимлар «Табиат» журналида мақола босиб чиқаришди, унда бундан тахминан 3,9 миллиард йил илгари деярли барча олтин бизнинг сайёрамизга кенг кўламдаги метеорит бомбардимон орқали келтирилгани тасдиқланган эди.

Олимларнинг ҳисоблашлари шуни кўрсатдики, Ерни пайдо бўлишидаги бомбардимон вақтида бизнинг сайёрамизга 20 квантилион тонна ( $20 \cdot 10^{18}$  тонн) метеоритли қолдиқлар келган. Айнан шулар мантиянинг устки қатламини пайдо қилиб, огир ва нодир металлларни олиб келишган. Ушбу бомбардимондан сўнг Ернинг массаси 0,5-1,0 % га ошган.

Бу алхимё тарихига бўлган қисқача саёҳат бўлса-да, бизларни турли савол-жавобларга олиб келади. Олтин ўзи нима? Ер пўстлоғида олтин қандай ҳосил бўлади? Ишлаб чиқариш кўламлирида қандай қазиб олинади? Нима учун олтин замонавий жамият учун зарур ҳисобланади? Юқоридаги саволлар замирида ушбу бўлимга яқун ясаймиз. Ушбу китобнинг олтин бўлимида унинг олиниши, ишлатилиши, технологиясига батафсил тўхталиб ўтилади, албатта.

#### 1.4. КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ТАСНИФЛАШ

Ер юзидаги барча мавжудотлар: тириклар ва ўликлар, флора, фауна, чўл, бизни ўраб турадиган тоғлар, океанлар, чексиз космос – барча-барчаси кимёвий элементлар ва уларнинг бирикмаларидан таркиб топган. Ҳатто инсон танаси, инсон томонидан яратилган барча нарсалар, ҳайвонот олами, кимёвий элементларнинг бирикмаларидан ташкил топган. Улар ҳолат тузилиши билан бир-биридан фарк қилади ва учта гуруҳга бўлинади: газлар, қаттиқ моддалар, суюқликлар. Бу таснифлаш нормал шароит учун қабул қилинган (298,13 К, P=1 атм). Ташқи шароит ўзгарганда гуруҳлар таркиби ўзгариб, юқори ҳароратда барча элементлар плазма (Плазма – қаттиқ киздириш ёки урилиш натижасида ионланган модда) ҳолатига ўтади.

Суюқ элементларга нормал шароитда симоб (Hg) ва бром (Br) киради.

Газсимон моддаларга 11 та элемент киради: водород – H, азот – N, кислород – O, фтор – F, гелий – He, неон – Ne, аргон – Ar, криптон – Kr, ксенон – Xe, родий – Rh, хлор – Cl. Табиатда бу элементлар газ, қаттиқ, суюқ ҳолатда учраса ҳам, бироқ кимёвий элемент сифатида улар газлардир. Қолган элементлар қаттиқ ҳолатда бўлади.

Кимёвий элементларнинг белгилари машҳур олим Берцелиус томонидан фанга киритилган. Фанга кимёвий элемент тушунчасининг киритилиши бўйича кўплаб дебатлар, баҳслар келиб чиққан ва барча элемент номидаги бош ҳарф билан белгиланиши таклифи киритилган. Масалан, кислород O (Oxygenium), осмий – Os, барий – Ba белгиси билан белгиланади. Эркин ҳолатда унинг атом массаси кўрсатилади.

Барча моддалар оддий ва муррақабларга бўлинади. Оддий моддалар таркибида битта кимёвий элемент бўлади. Масалан, мис бойитмасининг кимёвий таркиби: Cu 18,0 %; S 31,0 % ва бошқалар. Мураккаб моддалар икки ва ундан ортиқ кимёвий элементлардан иборат бўлади: Cu<sub>2</sub>S, Cu<sub>2</sub>O, CuFeS<sub>2</sub> ва бошқалар. Оддий моддалар ёки кимёвий элементлар металллар ва металлмасларга бўлинади.

Металл ва металлмас атомлари орасидаги принципиал фарқ энергетик қаватларнинг



электронлар билан тўлишидир. Шунга кўра, олдинги атомга нисбатан электрон қайси даражага тушишига қараб, элементлар бир нечта типларга бўлинади: s-, p-, d- ва f- элементлар. Келтирилганлардан учта типи (s-, d-, f-) металллар ҳисобланади ва ташқи қаватида иккитадан зиёд электронлар жойлашган бўлади. Даврни тугатадиган p-элементлар қоляпти. Уларнинг бир қисми металлларга тегишли бўлиши мумкин. Хўш, III A группа вакиллари ўзининг ташқи қаватида 3 та электрон тутати ва ўзининг хоссаларига кўра металллар бўлиши керак. Бу ерда четлашиш мавжуд. Алюминий металлларга, бор эса металлмасларга киради.

Металлар ранглари, қаттиқлиги, чўзилувчанлиги, электр ўтказувчанлиги ва иссиқлик ўтказувчанлиги билан фарқ қилади. Симобдан бошқа барча металллар 25°C ҳароратда қаттиқ ҳолатда бўлади. Металлмасларнинг металлларники каби бунақа хоссалари деярли кузатилмайди. Уларнинг кўплари газ ҳолатидадир, улар 22 та : водород – H, бор – B, углерод – C (карбон), азот – N, кислород – O, фтор – F, кремний – Si, фосфор – P, олтингугурт – S, хлор – Cl, маргимуш – As, селен – Se, бром – Br, теллур – Te, йод – I, астат – At, ва 6 та инерт газлар, яъни гелий – He, неон – Ne, аргон – Ar, криптон – Kr, ксенон – Xe ва радон – Rn.

Мураккаб моддалар ноорганик ва органик моддаларга бўлинади. Органик моддалар аксарият ҳолларда углерод ва водороддан тузилган бўлади. Қолган кимёвий элементлар, уларнинг бирикмалари ва минераллари ноорганик моддаларни ташкил этади.

Ноорганик моддалар таркибига ва кимёвий хоссаларига кўра куйидаги синфларга бўлинади:

- икки валентликлар;
- бирикмалар ва кўп валентли бирикмалар;
- кислородли, азотли, олтингугуртли моддалар ва бошқалар.

## 1.5. КИМЁ ВА МЕТАЛЛУРГИЯГА ОИД ТЕРМИНЛАРНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАРИ

**Атом** (грекча. atomos – “бўлинмас”) – кимёвий элементнинг барча кимёвий хоссаларини ўзида мужассам этган энг кичик заррачаси. Ҳар бир элементга тузилишини, кимёвий индивидуаллигини белгилайдиган аниқ бир атомлар тури тўғри келади. Атом эркин ҳолатда, шу элементнинг қолган атомлари бириккан ҳолда ёки умуман бошқа элемент атомлари билан бирикиб, молекулаларни ҳосил қилиши мумкин. Кимёвий бирикмаларнинг турлича бўлиши молекуларда ҳар хил турда атомларнинг бирикиши билан асосланади. Атомнинг бошқа атомлар билан ўзаро таъсири кимёвий элементларни ҳосил қилиши, кимё учун муҳим бўлиб, бу ҳолат унинг тузилиши билан аниқланади. Атомлар микросистемаларга хос бўлган қонунларга бўйсунадиган мусбат зарядланган ядро ва унинг атрофида айланиб, электронейтрал системани ҳосил қиладиган манфий зарядланган электронлардан тузилади.

**Атом масса** – (атом оғирлиги) – атом массанинг ўртача кўрсаткичи бўлиб, халқаро бирликларда ифодаланади. Атом массаларининг халқаро системаси 1961 йилда қабул қилинган ва табиий углерод  $^{12}\text{C}$  изотопининг 1/12 қисмига тенгдир. 1961 йилга қадар атом масса бирлиги сифатида кислород атоми массасининг 1/16 қисми ишлатилган. Углеродли атом масса бирлиги кислородникидан 1,000275 марта кичикдир. Атом масса кимёвий элементнинг асосий муҳим кўрсаткичларидан биридир.

**Атом энергияси** (ядровий энергия) – атом ядролари ҳосил бўлишида ажраладиган энергия миқдори. Атом энергияси ядро реакцияси маҳсулотларининг  $\gamma$ - нурлар кўринишида юқори тезликда ҳаракатланаётган кинетик энергия кўринишида ажралади. Ҳаракатланаётган жисмлар кинетик энергияси иссиқлик энергиясидан ошиб кетади; бу атом электростанцияларида ядровий ёқилғи асосидаги иссиқлик электростанцияси деб номланадиган жойда атом ядросининг портлашидан пайдо бўлади.

**Атом ядроси** – атомнинг асосий массаси жойлашган атом марказини ташкил қилувчи қисм.

Нейтрал атомнинг атом ядроси ва кимёвий элементлар даврий жадвалида элементнинг тартиб рақами  $Z$  дир. Атом ядроси протон ва нейтронлардан иборат. Протон ва нейтронлар суммаси масса сони деб аталади ва  $u$   $M$  ҳарфи билан белгиланади. Атом ядроси ўлчамлари (радиуси  $10^{-13}$  см) атом ўлчамларига ( $10^{-8}$  см) нисбатан анча кичик ҳисобланади, бироқ атомнинг барча массаси ядрога жойлашган бўлади. Атомнинг бир хил  $Z$ , аммо ҳар хил  $M$  сақлаган ядроси изотоплар (тегишли атомлар каби) деб номланади ва тегишли атом белгисининг тепа қисмида  $M$  ва пастки қисмида  $Z$  билан чап тарафида белгиланади. Атом ядролари хоссалари ва тузилиши билан фарқланади.

**Атом ҳажми** – элемент атомининг 1 граммига тўғри келадиган ҳажм; қаттиқ ҳолатдаги оддий модда атом массасининг зичлигига нисбатига тенг қиймат. Атом ҳажмининг катталигига кўра фазода маълум бир элемент атомини ифодалайди.

**Атом радиуси** – атомнинг яқин ўлчамларини кўрсатувчи радиус. Атом радиуси – шартли тушунча ҳисобланади, чунки атом ўлчами доимий катталик ҳисобланмайди.

**Адсорбентлар** – табиий ёки сунъий юқори дисперс кенг юзали материаллар бўлиб, юзасида газ ёки суюқликларнинг адсорбцияси амалга оширилади. Анча муҳим адсорбентлар куйидагилар: фаоллаштирилган кўмир, силикогел, алюмосиликогеллар, кул, айрим металл оксидлари ва гидроксидлари (асосан, алюминийники), губка сифатли металллар, табиий минераллар, гил тупроқ (бентонит). Адсорбентлар противогазларда, катализаторлар ўзаги сифатида, газларни, спиртларни, мойларни тозалашда, спиртларни ажратишда, нефтни қайта ишлашда, тиббиётда газлар ва захарларни сўриб олишда ишлатилади.

**Адсорбция** – эритмада эриган моддалар ва газларнинг қаттиқ модда юзасига ютилиши. Адсорбция – сорбциянинг бир туридир. Адсорбентнинг юза қатламида молекуляр кучлар таъсирида амалга ошади. Айрим ҳолатларда адсорбат (ўзида ютадиган модда) молекулалари адсорбент молекулалари билан таъсирлашади ва сиртли кимёвий моддаларни ҳосил қилади. Доимий температура босим ошиши ёки эритма концентрациясининг ошиши физикавий адсорбция ошишига олиб келади. Қарама-қарши адсорбция жараёни десорбция деб номланади. Адсорбция иссиқлик ажралиши билан боради. Температура кўтарилиши адсорбцияни пасайтиради. Адсорбция кимёвий ва металлургик ишлаб чиқаришда газларни, эриган моддаларни ажратишда, газларни, суюқликларни (этил спиртини асосий таркибида изоамил спиртини тутган мойлардан фаолланган кўмир ёрдамида) тозалаш ва қуриштиришда кенг ишлатилади.

**Азеотроп аралашмалар** – ажратмасдан, қайнаш температураси ва таркиби ўзгармасдан ҳайдаладиган суюқликлар аралашмаси, яъни (масалан, 96% ли этил спиртининг сувли эритмаси ва 68,4% ли нитрат кислотасининг сувли аралашмаси). Азеотроп аралашмалар бир хил таркибли суюқлик ва буг таркибига эгадир. Босимнинг ўзгариши азеотроп аралашманинг қайнаш температурасини ва таркибини ўзгаришига олиб келади. Азеотроп аралашмани ажратиш учун учинчи компонент қўшилади. Масалан, 96% ли спиртни бензол билан

аралашмасини қайнатишда дастлаб бензол, спирт ва сув аралашмаси ҳайдалади ( $T_{\text{кай}} 64,8^{\circ}\text{C}$ ), кейин бензол ва спирт ( $T_{\text{кай}} 68,2^{\circ}\text{C}$ ), шундан сўнг сувсиз (абсолют) спирт ҳайдалади.

**Анод** – электрод, доимий электр токи манбасининг мусбат кутбига уландиган электрод; батарея ёки гальваник элементнинг мусбат кутби.

**Антидетонаторлар** – детанацион турғунликни ошириш учун мотор мойларига (бензинга) оз миқдорда қўшиладиган кимёвий моддалар. Антидетонатор сифатида ҳозиргача асосан кўрғошинтетраэтилат  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  – (КТЭ) этил суюқлиги (КТЭ бромэтилдаги эритмаси) кўринишида қўлланилади, аммо бу захарли бўлганлиги туфайли янги антидетонаторлар қидирилмоқда. Келажаги бор антидетонаторлар ичида– метилциклопентадиенилтрикарбонил марганец  $\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4\text{Mn}(\text{CO})_3$  ҳам бор.

**Антиоксидловчилар** – (оксидланиш ингибиторлари) – молекуляр кислород билан оксидланишни тўхтатувчи ёки секинлаштирувчи моддалар. Антиоксидловчи сифатида ОН-фенол группаси ёки аминларни (гидрохинон,  $\beta$  – нафтол,  $\alpha$  – нафтиламин ва бошқалар) тутган ароматик моддалар ишлатилади. Бу моддаларнинг энг оз миқдори (0,01-0,001%) ҳам углеводородлар, алдегидлар, ёғлар ва бошқа моддалар оксидланишини узок муддатга тўхтатиши мумкин. Антиоксидловчилар кенг амалий аҳамиятга эгадир: смолани мойларда барқарорлаш учун, каучукнинг эскиришини олдини олиш учун, мойларнинг айнишини (бузилишини) олдини олиш учун ва шунингдек, бошқа соҳаларда ҳам қўлланилади.

**Антипиренлар** – ўзига ютилган ҳар хил органик материалларнинг айнишини (бижғишини), ёнишини, парчаланишини ҳимоялаш учун қўлланиладиган моддалар. Аланганланишдан ҳимоялаш хоссаларига таркибида  $\text{Al}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Li}$  ва бошқалар бўлган тузлар ҳамда кислота (арсенат ёки арсенит, Куц борат, бромид, ванадат, вольфрамат, молибдат ва бошқ.) радикаллари бўлганлар эгадир. Энг кўп қўлланиладиган антипиренларга қуйидагилар киради: аммоний, ишқорий ва ишқорий ер металлларининг фосфатли, сульфатли, хлоридли (энг муҳими аммоний сульфат ва фосфат) тузлари, танакор (бура) бор кислотаси ва ҳоказолар.

**Буфер эритмалар** – аниқ бир водород ионлари концентрациясига эга бўлган, кучсиз кислота ва унинг тузи (масалан,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ва  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), ёки кучсиз асос ва унинг тузи (масалан,  $\text{NH}_4\text{OH}$  ва  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) аралашмасининг эритмалари. Буфер эритмалар амалий кимёда кенг қўлланилади, ҳаёт фаолияти жараёнларида муҳим ўрин тутади. Кўплаб ҳаётий жараёнлар фақатгина кам ўзаришсиз аниқ бир рН билан ўтиб боради; рН доимийси табиий буфер эритмалар орқали тирик организмларда қўлланилади. Буфер эритмалар (масалан, қонда карбонат ва фосфатлар аралашмаси мавжуд), аналитик кимё ва ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади: камёб элементларни ажралиши, флотация билан хомашёни бойитиш, қачонки чўктириш, парчалаш, экстракция, ион алмашинуви ва бошқа жараёнлар эритмаларнинг аниқ бир рН оралиғида амалга оширилади.

**Вакуумлаш** – вакуум олиш ва уни сақлаш техникаси. Ўта юқори вакуум – газ босими  $10^{-8}$  мм сим. уст., юқори вакуум – босим  $10^{-3}$ - $10^{-8}$  мм сим. уст., паст вакуум – босим 760 дан  $1\cdot 10^{-3}$  мм сим. устунигача каби турларга бўлинади. Замонавий воситалар ёрдамида эришилган кўрсаткичлар  $10^{-11}$ - $10^{-13}$  мм сим. уст. босимига тенгдир. Вакуумлаш махсус газ ютгичларда вакуумнасослар ёрдамида ҳосил қилинади. Вакуумлаш кенг қўламда турли соҳаларда ишлатилади. Электровакуум жиҳозлар, радиолампарлар, электрон нурли ва рентгенли трубклар, фотоэлементлар, ионли жиҳозлар, люминесцентли лампарлар, зарядланган заррачалар ҳисоблагичлари ва бошқа соҳаларда муҳим ўрин тутади. Вакуумлаш кимё, металлургия, озиқ-овқат саноатида, кварц шишалар ишлаб чиқаришда, юқори

температурада қайнайдиган суюкликларни ажратишда кимёвий таъсирдан химоялаш учун, ҳамда илмий-тадқиқот ишларида кенг қўлланилади.

**Валентлик**—(лот. valens – “тенг кучлилик”) – бир элемент атомининг бошқа элемент атоми билан кимёвий боғ ҳосил қилиши. Атомларнинг электрон тузилиш назариясига кўра валентлик – бу атом ёки атомлар гуруҳининг алоҳида бир ҳолатда аниқ бири электронларни бериб ёки таркибига қўшиб олиб, эквивалент равишда кимёвий боғлар ҳосил қилишидир. Ион боғланишга эга бўлган моддаларда валентлик умумий электрон жуфтларни ҳосил қиладиган электронлар сони билан аниқланади. Элементнинг валентлиги атомнинг ташқи электрон қаватларининг тузилишига боғлиқ.

**Водород боғланиш** – битта молекула ёки икки молекула таркибида водород атоми ҳисобига боғланиш. Водород боғланиш кислород, азот, фтор, камроқ – хлор, олтингургурт ва бошқа атомлар орасида вужудга келади. Водород боғланиш моддаларнинг юқори қайнаш ва суюқланиш температурасига эга бўлган молекулалар ассоциацияси (ҳосил бўлиши), электрон ва тебранма спектрлардаги кўринишлари, эрувчанликдаги «аномалиялар» ва бошқалар хоссаларига ишора қиладди. Водород боғланиш ҳисобига молекулалар димерланади ва полимерланади, масалан, карбон кислоталар суюқ ёки газ фазаларида асосан димер ҳолатида бўлади.

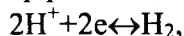
Водород боғланиш биокимёвий жараёнларда муҳим ўрин тутди. Оксилларда, нуклеин кислотларда ва бошқа биологик моддаларда водород боғланиш занжирли молекуларни боғлаши билан асосланади ва мураккаб тузилишли полимерлар ҳосил қиладди.

**Водород кўрсаткич (рН)** – эритмаларда водород ионларининг концентрациясини характерловчи катталиқ бўлиб, грамм таксим литрда ифодаланадиган, водород ионлари концентрациясининг тескари ўнли логорифмига тенг бўлган қиймат:

$$pH = -\lg[H^+]$$

бу ерда  $[H^+]$  – водород ионлари концентрацияси. Водород кўрсаткич рН билан белгиланади. рН ҳақидаги тушунча  $[H^+]$  катталиги билан боғлиқ бўлган кенг кўламда ўзгариб турадиган ҳисоблашларни осон қилиш учун киритилган. Сувли эритмалар 0 дан 14 гача рН қийматида бўлиши мумкин. 25°C ҳароратда рН>7 тенг бўлган эритмалар ишқорий, рН=7 – бўлганлари нейтрал, рН<7 – катта бўлганлари кислотали ҳисобланади. рН катталигини кислота-ишқор индикаторлари ёрдамида аниқлашади, кинетик ва каталитик реакцияларда биологик усуллар орқали ва бошқа анча аниқ бўлган рН қийматни потенциометрик усул ёрдамида аниқлашади. Эритмаларнинг кислоталигини билдирадиган рН катталиги биокимёвий, саноат, озиқ-овқат, тери-таносил, тўқимачилик, кимёвий ва кўплаб бошқа соҳалар жараёнлари учун катта аҳамиятга эга бўлиб, амалий лабораторияларда ишлатилади.

**Водород электрод** – таққослаш электроди. Водород электрод платина пластинкаси ёки сими кўринишида водород билан тўйинтирилган бўлиб, водород ионлари бўлган эритма ярмига туширилади. Платина юзасида қайтар реакция амалга ошади:



У эритмадаги водород ионларининг  $[H^+]$  концентрациясига боғлиқ. Водород электрод водород ионларининг  $[H^+]$  концентрациясини ўлчаш учун ишлатилади.

**Сублимация** – Кристалл модданинг суюқ ҳолатидан тўғридан-тўғри буг ҳолатига ўтиши. Қаттиқ моддаларни учувчан бўлмаган қўшимчаларидан тозалаш учун ишлатилади.

**Алангаланиш температураси** – ёнадиган суюкликнинг буглари ҳаво билан ёпик идишда ташқи ёнув манбаси (ёнаётган гургурт, чакмоқ, ёнаётган жисм) орқали ёниши мумкин бўлган энг паст температура. Олдиндан киздирилган модда ташқи ёнғин манбасисиз чакнови

ўз-ўзидан алангаланиш дейилади. Алангаланиш температураси шароитга боғлиқ бўлиб, ёнадиган суяқликнинг доимий таснифи ҳисобланмайди. Агарда алангаланиш температурасини стандарт ёпиқ идишда аниқласа, у вақтда бу кўрсаткич алангаланадиган суяқликларнинг ёнғин хавфсизлиги юзасидан таснифлашнинг асоси бўлиши мумкин. Алангаланиш температураси доимий босим остида берилган суяқлик учун доимий ҳисобланади ва унинг буғлари ёнғинга хавfli характерланади. Паст қайнаш температурасига эга бўлган углеводородлар ва бензинлар учун алангаланиш температураси 30 дан 40°C температурагача бўлган ораликда чакнайди; керосин учун 26 дан 60°C гача; мойли фракциялар учун 130 дан 325°C температурагача ва шу кабилар.

**Вулканлаш** – хом ҳолатида бўлган каучукни олтингурут ва бошқа реагентлар ёрдамида қиздириб, макромолекулалар оркали резинага айлантиришнинг технологик жараёни. Олтингурут билан вулканлаш иссиқ вулканлаш дейилади. Олтингурут хлориди  $S_2Cl_2$  билан вулканлаш эса совуқ вулканлаш дейилади.

**Гетероген системалар** – (дания. heteros – “бошқа”) – юзаси билан бўлинадиган икки ва ундан ортик фазалардан ташкил топган физик-кимёвий система. Системанинг бир турдаги қисмлари (фазалари) бир-бири билан таркиби ва хоссаларига кўра фарк қилади. Масалан, сув ва тепасида турган сув буғлари; тузнинг сувли тўйинган эритмаси ва чўкмада турган шу туз; металл қотишмалар; тоғ жинслари ва бошқалар. Гетероген системалар ва гомоген системалар орасидаги оралик ҳолатни коллоид эритмалар эгаллашади.

**Гидратланиш** – (грек. hydor – “сув”) – ион ёки молекулаларга сувнинг бирикиши. Гидратланиш сольватланишнинг алоҳида бир ҳолатидир. Гидролиздан фаркли равишда, гидротланишда водород ва гидроксил ионлар ҳосил бўлмайди. Эритмаларда гидратланиш эриган модда билан сувнинг бирикма ҳосил қилишига олиб келади ва бу ионларнинг турғунлиги, парчаланишининг қийинлашиши билан асосланади.

**Гидролиз** – (грек. hydor – “сув”, lysis – “парчаланиш”) – турли хил моддалар ва сув орасидаги алмашув парчаланиш реакцияси: тузлар, углеводлар, мураккаб эфирлар, оксиллар ва бошқалар билан. Тузларнинг гидролиз жараёни анча ўрганилган. Бу реакция нейтралланиш реакциясига қарама қаршидир. Гидролизнинг куйидаги турлари мавжуд:

1. Кучли кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузлар гидролизи, бунда муҳит кислотали бўлади.
2. Кучсиз кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган тузлар гидролизи, бунда муҳит ишқорий бўлади.
3. Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузлар гидролизи:

Бундай тузларнинг гидролизи охиригача боради, бироқ эритма реакцияси нейтрал бўлиши мумкин (агарда  $[H^+]=[OH^-]$ ), кучсиз кислотали (агарда  $[H^+]>[OH^-]$ ) ёки кучсиз ишқорий (агарда  $[H^+]<[OH^-]$ ).

4. Кучли кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган тузлар гидролизи деярли амалга ошмайди, уларнинг эритмаси нейтралдир.

Гидролиз катта амалий аҳамиятга эга, у асосли тузлар, гидроксидлар, глюкоза, фурфурол, этил спирти, кўп атомли спиртлар (глицерин), озик-овқат кислоталарни олишда, ёғоч ва ўсимлик материаллари гидролизида ишлатилади. Гидролиз сувни тозалаш, ҳарбий ишларда дегазация учун ҳам ишлатилади. Тирик организмлар ҳаёт фаолиятида ҳам гидролиз катта рол ўйнайди.

**Гидрометаллургия** – руда, бойитма ёки турли ишлаб чиқариш чиқиндилари таркибидан турли реагентлар (кислоталар, цианидлар, аммиак ва бош.) бирикмалари кўринишида сувли эритмада эритиб ва сўнгра бу эритмалардан электролиз, цементация,

экстракция, ион алмашинув ва шунга ўхшаш усуллар билан металлларни ажратиб олиш. Масалан, цианлаш орқали олтинни, сульфат кислота эритмаси билан мисни, ишқор билан алюминийни, уран ва ноёб тарқоқ элементларни органик эритувчилар билан экстракциялаш ёрдамида, ион алмашинув усули билан ва бошқа шунга ўхшаш сувли эритмада кечадиган жараёнлар киради.

**Ёниш** – кўп миқдорда иссиқлик ажралиши ва парчаланадиган реакция маҳсулотлари зарраларининг чақнаши билан борадиган оксидланишнинг мураккаб кимёвий жараёни. Ёниш реакциясига барча тез ўзгаришларга асосланган кимёвий жараёнлар тегишлидир, масалан портловчи моддаларнинг парчаланиши, озон, ацетилен, хлор билан реакциялари ва бошқалар. Ёниш реакцияси таъсири натижасида моддалар атомларининг валент электронларининг қайта тақсимланишига асосланган кўплаб элементар оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан тузилган.

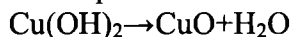
**Грамм-атом** (г-атом) – элементнинг атом массасига тенг бўлган грамм миқдори. Масалан, алюминийнинг атом массаси 26,98154, алюминийнинг грамм-атоми 26,98154 тенг. Техник ҳисоблашларда бундан ташқари килограмм ва тонна-атом ишлатилади.

**Грамм-молекула** (г-моль, моль) – Модданинг молекуляр массасига тенг бўлган грамм миқдори. Масалан,  $H_2SO_4$  молекуляр массаси 98,082 тенг ва у бир грамм молекула  $H_2SO_4$  98,082 граммга тенглигини билдиради. Техник ҳисоблашларда килограмм- ва тонна- мол ҳам ишлатилади.

**Грамм-молекуляр ҳажм** – нормал шароитдаги ( $0^\circ C$  ва 760 мм сим. уст.) 1мол ҳар қандай газнинг ҳажми. Амалда 22,4 литрга тенг.

**Грамм-эквивалент**(г-экв) – кимёвий элементнинг ёки модданинг эквивалент мас-сасига тенг бўлган грамм миқдори, яъни 1 г – водород атомига ёки 0,5 г – кислород атомига реакцияларда тенг миқдор. Амалда элементнинг грамм-эквиваленти унинг модда таркибидаги атом массаси бўлинган валентлигига тенг. Кислота ва асослар учун грамм-эквивалент молекуляр масса бўлинган асослигига тенгдир.

**Дегидратланиш** – сув молекулаларини ноорганик ва органик моддалардан ажралиш реакцияси, масалан: мис гидрооксидининг ажралиши



Дегидратланиш органик синтезда оддий ва мураккаб эфирларни, синтетик қатронларни, пластмассаларни, портловчи моддаларни ва бошқаларни олишда кенг ишлатилади. Қарама-қарши реакция эса гидратланиш деб номланади.

**Десорбция** – адсорбент юзасидан адсорбцияга учраган моддани ажратиб олиш. Десорбция-адсорбцияга қарама-қарши жараён. Десорбция саноатда ва амалий лабораторияда газларни, буғларни ва эриган моддаларни ажратиб олиш учун ишлатилади. Десорбция адсорбцияга учрайдиган модданинг концентрациясининг ташқи муҳитда камайишини ёки температура ошиши билан ҳам камайишини англатади.

**Дисперслик** – дисперс ситемаларда заррачалар ўлчамини характерлайди.

**Дисперс системалар** – майдаланган заррачалар (дисперс фаза) ташқи муҳитга тақсимланадиган (дисперс муҳит) газ, суюқлик, қаттиқ моддадан тузилган физик-кимёвий системалар. Масалан, сутдаги сувнинг таркибида ёғ томчиларигина муаллақ ҳолатда бўлади. Дисперс системаларнинг турли хиллиги табиатда кенг тарқалган ва техникада ҳам учраб туради. Дисперс системаларга суспензиялар, эмульсия, туман, кўпиклар, тутун, тоғ жинслари, космик чанг ҳамда тирик организмларнинг териси киради. Қаттиқ материаллар - қотишмалар, бетонлар, толасимон материаллар, резина, чарм ва шунга ўхшаш қаттиқ дисперс системалар киради. Дисперс системалар коллоид кимё фанида ўрганилади.

**Дистилляция** (қайта ҳайдаш) – суюқ аралашмаларни буғлатиш орқали турли таркибли фракцияларга ажратиш ва кейинчалик буғни конденсациялаш жараёнидир. Компонентлар турли қайнаш температураларига асосланади. Амалга оширилишига қараб учта қайта ҳайдашни фарқлашади: 1) атмосфера босими остида; 2) паст босим остида (вакуумда қайта ҳайдаш); 3) сув буғи ёрдамида. Аралашма таркибий қисмларининг қайнаш температураси нисбатларига қараб оддий ва фракцион қайта ҳайдашни ишлатишади. Аппарат қурилмалар қайта ҳайдаладиган модда миқдорига боғлиқдир. Дистилляция кимёда, кимёвий, металлургик ва нефт саноатларида кенг қўлланилади.

**Диффузия** – (лот. diffusio – “сингиш”) – ўз-ўзидан молекула, атом, ион ва коллоид заррачаларнинг тартибсиз иссиқлик ҳаракати туфайли бошқа модда (газлар, суюқликлар, қаттиқ жисмлар) юзасига тарқалиши (сингиши). Диффузия жараёнлари фан ва техникада, тирик ва жонсиз табиатнинг турли соҳаларида катта аҳамиятга эга. Масалан, биологияда диффузия жараёни организмнинг алоҳида заррачаларнинг фаолиятини, озуқа суюқликлари ва моддаларнинг алмашинув маҳсулотларини тўқима қаватлари орқали ўтиши. Ярим ўтказувчан тўсик орқали диффузиянинг содир бўлишини кимёда “олмос” деб атайди.

**Идентификация** – барчага маълум бўлган тузилишни физикавий ва кимёвий анализ усуллари ёрдамида тадқиқ қилинаётган модда билан бир хиллигини ўрнатиш. Идентификациядан олдин моддани тўлиқ тозалашади, дастлабки тадқиқотларни ўтказишади: агрегат ҳолатларни, рангини, қовушқоқлигини, сувда ва органик эритувчиларда, асосларда ва кислоталарда эрувчанлигини таққослашади, юқори суюқланиш температурасига эга бўлмаган қаттиқ бирикмалар учун ўрганилаётган ва маълум бўлган аралашманинг (эталоннинг) суюқланиш температура дисперсияси кузатилишини аниқлашади.

**Ингибиторлар**(лот. inhibere – “тўхтатмоқ”) – оксидланиш, полимерланиш, металллар коррозияси ва бошқа реакцияларни секинлаштирувчи ёки тўхтатувчи моддалар. Масалан, гидрохинон – бензальдегид оксидланиши, стиролнинг полимерланиш ингибитори; этанол – хлороформ оксидланиши ингибиторлари; технеций бирикмалари– пўлатнинг коррозияси ингибитори; ароматик аминлар, феноллар, нафтоллар ва бошқалар – ёқилғининг оксидланиш ингибиторидир.

**Ионитлар** – сув ва органик эритувчиларда деярли эримайдиган, ўз ионларини эритма ионларига алмашиш хусусиятига эга бўлган қаттиқ моддалар. Ионитлар келиб чиқишига кўра минерал ёки органик табиий ёки синтетик материалдир. Замонавий кўплаб ионитлар – тўр ёки юза тузилишли юқори молекуляр моддалардир. Ионитлар катионитлар (катионларни алмаштириш хоссасига эга бўлган) ва анионитларга (анионларни алмашадиган) бўлинади. Катионитлар таркибида сульфогуруҳларни, фосфат кислота қолдиқларини, карбоксил, оксифенил гуруҳларни, анионитлар эса аммонийли ёки сульфонийли асослар ва аминларни сақлайди. Ионитларнинг ионларни ютиш миқдори ион сиғими миллиграмм-эквивалентда ифодалашади, ионит томонидан бирлик ҳажм ёки 1 г ионитга ютилган ионлар миқдори. Табиий ва сунъий ионитлар – катионитлар – кўп ҳолларда алюмосиликатлар гуруҳи вакилларидир. Анионитлар – апатитлар, гидроксипатитлар ва шунга ўхшаш. Ионитлар узлуксиз жараёнларда юқори фаол катализатор сифатида ишлатилади.

**Катализ** – (грек. katalysis – “бузилиш”) – реакция давомида ўзининг таркибини сақлаб, катализатор ёрдамида кимёвий реакция тезлигининг ўзгаришидир. Катализ мусбат (қачонки реакция тезлиги кўтарилса) ва манфий (қачонки реакция тезлиги пасайса ёки реакция умуман тўхтаса) ҳолда кузатилади. Катализ энергия сарф қилмай, кимёвий реакцияни керакли маҳсулот томонига тезлаштириш учун ишлатилади. Кимёвий реакцияга катализаторнинг

таъсири реакцияга киришувчи моддалар билан оралик комплекслар ҳосил қилиб жараённинг тезлашиши билан ифодаланади.

Катализ табиатда кенг тарқалган бўлиб, техникада кенг қўлланилади, масалан, сульфат кислота, аммиак, нитрат кислота, водород, синтетик каучук, синтетик стирол, изопрен асосида сунъий толалар ишлаб чиқаришда, газларни, нефтни қайта ишлаш маҳсулотларини тозалашда ишлатилади.

**Катализаторлар** – кимёвий реакция тезлигига таъсир килувчи моддалар. Катализаторларнинг муҳим хоссаларига уларнинг фаоллиги, танлаб таъсир қилувчанлиги, етарли даражадаги механик мустаҳкамлиги, сирт юзасининг катталиги, каталитик захарларга чидамлилиги, осон регенерацияланиши киради. Улар танқис ва арзон бўлмаслиги керак. Анча кенг тарқалган катализаторлар металллар (Pt, Pd, Ni, Ce, Fe), оксидлар ( $V_2O_5$ ,  $MnO_2$ ,  $Cr_2O_3$ , NiO), сульфидлар ( $MoS_2$ ,  $WS_2$ , CoS,  $ReS_2$ ) ва бошқа моддалар ҳисобланади.

**Сифат анализи** – кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий усуллар тўплами бўлиб, элементларни, ионларни, модда ёки аралашмалар таркибига кирадиган радикаллар ва бирикмаларни аниқлашда ишлатилади. Сифат анализда характерли реакциялар ишлатилади ва бунда рангнинг пайдо бўлиши ёки йўқолиши, чўкма тушиши ёки ажралиши, газ ажралиши, хиднинг пайдо бўлиши ва бошқалар кузатилади. Реакциялар специфик (селектив) ва юқори таъсирчанликка эга, осон амалга ошадиган бўлиши керак. Ноорганик моддалар сифат анализи икки типда бўлади: «курук» ва «хўл» ҳолатда. Сифат анализи сувли эритмаларда ион алмашинув реакцияларига асосланган бўлиб, катион ёки анионларни аниқлаш имконини беради ва шунинг учун органик реактивлар кенг ишлатилади. Органик сифат анализи ноорганик моддалар сифат анализидан анча фарқ килади ва кўп ҳолларда мураккаб, кўп меҳнат талаб қилади.

**Квант кимёси** – молекулалар, ионлар, радикаллар, комплексларнинг тузилиши ва физик-кимёвий хоссалари ҳақидаги таълимот. Замонавий квант назариялари, шу жумладан, квант механикасининг қўлланилишига асосланади. Квант кимёси кимёвий боғланишнинг табиати, валентлик, молекулаларнинг электрон тузилишини, молекулаларнинг спектроскопик, электрик, магнит хоссаларини, таъсир кучларини ва молекулаларнинг реакция қобилияти каби йўналишларни ўз ичига олади. Квант кимёси назарий фан бўлиб, физика ва кимё фанлари орасида жойлашган ва атом молекуляр физикаси таълимотлари билан мукамал боғланган.

**Кимёвий кинетика** – (грек. kinetikos – “ҳаракат қилдиришга қодир”) – Физик кимёнинг муҳим бўлими бўлиб, кимёвий реакция тезлиги ҳақидаги таълимот. Кимёвий кинетика деганда кимёвий реакция тезлигининг, реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациясига, температурасига, босимига, катализатор ва бошқа омилларига боғлиқлиги тушунилади: масалан, электрод потенциали – электрокимёвий реакцияларда, ёруғликнинг интенсивлиги – фотокимёвий реакцияларда, нурланиш дозалари – радиацион кимёвий реакцияларда ва шунга ўхшаш реакцияларда. Кимёвий реакция тезлиги деб гомоген реакция учун фазанинг бир ҳажмида, гетероген реакцияда бўлиниш юзасида вақт бирлиги ичида амалга оширилган актлар сонига айтилади. Кимёвий кинетиканинг муҳим бир таснифи реакция тезлиги константаси бўлиб, у реакцияга киришаётган моддалар концентрацияси орқали аниқланади.

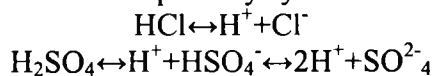
Кимёвий технологияда ишлатиладиган реакциялар кинетикалари катта амалий аҳамиятга эга, шунинг учун уни ўрганиш ва ишлатиш технологик жараёни рационал лойиҳалаш, моддалар унумини бошқариш, аппаратлар интенсивлигини ошириш ва ишнинг самарасини ошириш имконини беради.



**Қайнаш** – суюкликнинг буг ҳолатига нафақат эркин юзали бугланиш, балки тўлиқ ҳажмда ўтиб, суюқ фазада тўхтовсиз тўйинган буг парчаларининг ҳосил бўлишидир. Қайнаш температураси деб аталадиган аниқ бир температурада қайнаш амалга ошади ва бунда қайнаётган суюклик тўйинган бугнинг ички босими, ташқи атмосфера босимга тенглашганда содир бўладиган жараён. Қайнаш температураси – моддаларнинг муҳим физик-кимёвий таснифи бўлиб, у ташқи босимнинг ошиши билан ошади ва критик нуктада (критик температура) ўзининг энг юқори кўрсаткичига эга бўлади, шу нуктада критик босимдаги энг юқори қайнаш температураси аниқланади.

**Қайновчи қатлам** (мавҳум қайновчи қатлам) – қаттик моддаларни (руда, пирит, кўмир ва бошқ.) куйдиришда саноатда кенг қўлланиб, донадор материал қатламдан тузилган печда ҳавони шундай юборадик, бундай ҳолатда майда донадор заррачалар муаллақ ҳолатда бўлиши натижасида ҳаводаги кислород ёрдамида оксидланади ва йириклашади, материал заррачалари қайновчи қатлам кўринишида бир-бири билан алмашинади, натижада олтингургурт газсимон ҳолатга кислород билан бирикиб ўтади.

**Кислоталар** – таркибида ўзининг ўрнини металлларга алмашиб туз ҳосил қила оладиган водород ва асослар ва асосли оксидлар билан таъсирлашади туз ва сув ҳосил қиладиган, кислота колдигидан тузилган кимёвий моддалардир. Диссоцияланганда мусбат зарядланган водород ионларини ҳосил қилиши кислоталарнинг умумий хоссаси ҳисобланади, масалан,



Ҳозирги вақтда, водород ионлари гидратланиб, сув билан гидроксоний  $\text{H}_3\text{O}^+$  ионларини ҳосил қилади деб ҳисобланади, қайсики кислоталик хоссасини асослайди: нордон таъм, асослар билан нейтралланиш реакциясига кириша олиши, индикатор рангини ўзгартириши, металллар билан таъсирлашиб водородни ажратиш ва бошқалар. Ионлашиш қобилиятига эга бўлган, кислотадаги водород атомлари сони кислотанинг асослилигини белгилайди. Кучли кислоталарга суюлтирилган сувли эритмада тўлиқ ионлашган кислоталар киради, масалан,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва бошқалар. Кучсиз кислоталарга "К<sub>дис.</sub>" нинг қиймати  $25^\circ\text{C}$  температурада  $10^{-5}$  дан кам бўлган кислоталар киради. Масалан, карбонат кислотаси  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , Унда  $\text{K}_{\text{дис.}} = 4,3 \cdot 10^{-7}$  га тенг, ёки сирка кислотаси  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{K}_{\text{дис.}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$  га тенг ва бошқ. Электролитик диссоциация назариясига кўра, кислоталар деб сувли эритмаларда диссоциация жараёнида водород ионларини ажратадиган  $\text{H}^+$  ва бошқа катионлари бўлмайдиган моддаларга айтилади. Сувсиз эритмалар кимёсининг ривожланиши билан протолитик кислота – асосли мувозанат назарияси вужудга келди, унга кўра протонларни (водород ионларини) ажратадиган моддалар кислоталар, протонларни бириктирадиган моддалар асослар дейилади.

**Микдорий анализ** – аналитик кимёнинг бир бўлими бўлиб, моддалар, аралашмалар, қотишмалар ва бошқа моддалар таркибига кирадиган ионларни, радикалларни функционал гуруҳларни, умуман, тадқиқ қилинаётган модда таркибини микдорий жиҳатдан аниқлаш вазифаси киради. Микдорий анализ тадқиқ қилинаётган модданинг элементар ва молекуляр таркибини ёки алоҳида компонентларни ва микдорларини ўрнатиш имконини беради. Моддалар хоссаларига қараб, улар ноорганик ва органик таҳлилларга бўлинади. Ўз навбатида, уларни мақсади ҳар бир элемент (ион)лар микдорини аниқлаб бериш бўлган элементар таҳлилга, радикалларни функционал гуруҳларни, умуман тадқиқ қилинаётган модда таркибини аниқлаб берадиган молекуляр ва функционал таҳлилларга бўлинади. Микдорий анализнинг классик тортма ва ҳажмий таҳлил усуллари мавжуд. Бундан ташқари микдорий таҳлилнинг, макро, яриммикро, микро ва ультрамикро усуллари ҳам бор.

**Комплекс бирикмалар** – кристалл панжараси комплекс ионлардан тузилган, эритмаларда эркин ҳолатида мавжуд бўла оладиган моддаларга айтилади. Комплекс ион деб, аниқ бир валент ҳолатида металл атоми ёки металлмас атомидан тузилиб, эркин мавжуд бўла оладиган бир нечта ионлар билан боғланган моддага айтилади. Комплекс бирикмалар шу ионга нейтрал молекулалар ёки ионлар бирикишидан ҳосил бўлади. Комплекс бирикмалар, кўш тузлардан фарқли равишда эритмаларда камроқ диссоцияланади.

Комплекс бирикмалар аналитик кимёда, олтин, кумуш, мис, платина гуруҳи металлларини ва бошқаларни олишда, лантаноид ва актанонидларни ажратиш жараёнида ишлатилади.

**Компонентлар**(мустақил компонентлар) – кимёвий индивидуал моддалар бўлиб, шу системанинг барча фазаларини ҳосил қилади. Агарда системанинг таркибий қисмлари бир-бири билан кимёвий реакцияга киришмаса – физикавий система, агарда таркибий қисмлари бир-бири билан кимёвий реакцияга киришса, кимёвий система ҳисобланади.

Компонентларнинг сонига кўра: бир - икки – уч компонентли системалар мавжуд.

Учтадан ортиқ компонентлари бўлган системалар кўп компонентли система деб аталади.

**Металлар коррозияси** – (лот. *corrosio* – “емирилиш”, “занглаш”) – ташқи муҳит таъсирида металлларнинг емирилиши билан металл оксидланган (ионланган) ҳолатга ўтади ва металл хоссаларини йўқотади. Металлар коррозияси одатда икки метал тўқнашганда жадал кечиб, галваник элементни (электрокимёвий коррозия) ҳосил қилади.

Маълумки, металлларнинг коррозияси туфайли йилига қазиб олинadиган металлларнинг 10% ва бундан ташқари антикоррозион ва коррозия оқибатларини тўхтатиш жараёнида ҳам металллар йўқотилади. Коррозион жараён механизмига кўра кимёвий ва электрокимёвий металллар коррозиясига бўлинади. Кимёвий коррозия деганда металлларнинг юзасида суюқ ва газ ҳолатидаги моддалар билан таъсирланиб бўлиниш фазаси чегарасида электродли жараённинг вужудга келмаслиги тушунилади. Электро кимёвий коррозия деганда металлларнинг сувли эритмаларда ёки суюқ бирикмаларидаги электролитлар билан таъсирлашиши тушунилади.

**Магнит хоссалари** – моддаларнинг ташқи магнит майдони билан таъсирланиш қобилияти. Аниқроқ айтганда магнит хоссалари деб ўз-ўзидан ёки ташқи магнит майдон таъсирида магнит майдонини ҳосил қила олиш қобилиятига айтилади. Бу қобилиятнинг микдорий ўлчами сифатида вектор катталиқ – магнит моменти ёки магнит ҳолатнинг унинг ҳажмига нисбатига айтилади. Кўп моддаларда ташқи магнит майдонисиз магнит моментлари бўлмайди.

Моддаларда магнит жараёнларининг ташқи майдон таъсирида амалга ошадиган тўртта асосий кўриниши мавжуд: 1) диамагнетизм; 2) парамагнетизм; 3) ферромагнетизм; 4) антиферромагнетизм.

**Макромолекулалар**(грек. *makros* – “катта”, “узун”) – кўп сонли атомлар билан кимёвий боғлар орқали боғланишидан тузилган молекулалардир. Макромолекуладан тузилган моддалар юқори молекуляр бирикмалар деб юритилади. Макромолекула таркибига кирадиган атомлар сони юз мингдан миллионгача бўлиши мумкин. Макромолекуланинг молекуляр массаси  $10^3$  дан  $10^7$  гача бўлган углерод бирлиги оралиғида ўзгариб туради.

**Сорбентлар** – (лот. *sorbens*-“ютадиган”)– газларни, буғларни ёки эриган моддаларни ўзига ютадиган қаттиқ ва суюқ моддалар. Сорбентлар сифатида фаолланган кўмир, силикагель, алюминий оксиди, ион алмашинадиган қатронлар, дибутилфталат ва бошқалар ишлатилади.

**Сорбит(сорбитол)** –  $C_6H_{14}O_6$  – олти атомли спирт бўлиб, глюкозани қайтарилиш маҳсулоти. Сорбит меваларда, сув ўтларда, ўсимликларда учрайди. Улар рангсиз, ширин таъмли кристаллар бўлади  $t_{\text{суюк}} 110-111^{\circ}C$ . Сорбит диабет билан касалланган беморлар учун, шакар ўрнида ишлатиладиган аскарбин кислотасини олиш учун ҳам ишлатилади.

**Кимёвий элементлар** – бир хил ядро заряди ва электрон орбиталларига эга атомлар тўпламидир. Кўплаб элементлар бир нечта бир хил ядро заряди ва электрон орбиталларига эга изотоплардан, ҳамда турли хил атом массасига эга тўпладан тузилган. Изотопларнинг атом ядроси бир хил протонлар сонидан ташкил топади. Ҳозирги кунда табиатда ва сунъий равишда 118 та кимёвий элемент кашф қилинган.

**Қора металлургия** – оғир саноатнинг бир соҳаси бўлиб, ўз таркибига темир ва унинг қотишмалари бўлган чўян, пўлат, шунингдек, хром, марганец ва уларнинг қотишмаларини иссиқ ва термик қайта ишлаш натижасида ажратиб олинган йирик тармокдир.

**Сиёҳ** (атрамент) – синтетик органик кислотали бўёқнинг (кўк метиленли, бинафша кислотали, ёрқин қизил кислотали ва бошқ.) сувли эритмаси ёки бўёқларнинг турли қўшимчалар билан аралашмаси, қайсики махсус хоссага асосланган бирикма (аралашма). Сиёҳлар ёзув учун (мақтаб, бошқармалар учун мўлжалланган), авторучкалар махсус (хужжатлар учун), гектографиклар, штемפלлар, босма учун ишлатиладиган ва бошқа турлари мавжуд. Ёзиш хоссаларини яхшилаш, перонинг яхши намланиши, ёзувларнинг тезда қуриши учун. Сиёҳлар таркибига қуюқлаштирувчиларни – шакар, глицерин ёки этиленгликоль (қишки вақтда), антисептик сифатида, плесланмаслиги ва айнимаслиги учун фенол, формалин ва уротропинни қўшишади. Сиёҳлар кислотали, бинафша ва кислотали қора сиёҳлар таркибида кўк кислоталик, сариқ кислотали ва ёрқин қизил бўёқ кислотали, шакар, глицерин фенол, дистилланган сув таркибли турлари бўлади.

**Центрифугалаш** – кўп жинсли системаларни алоҳида фракцияларга зичлиги асосида марказдан қочирма кучлар таъсирида қоришмани механик равишда ажратиш. Центрифугалаш центрифуга қурилмаларида амалга оширилади. Бу жараён кимё, озик-овқат, нефт саноатида, амалий лабораторияларда, кундалик оила ҳаётида кенг қўлланилади.

**Занжир реакциялар** – фаол ҳолатдаги заррачанинг (эркин радикалларни кимёвий, нейтронларни- ядро жараёнларида) пайдо бўлиши кўп сонли пассив молекула ва ядроларни занжир реакцияларга олиб боради. Эркин радикаллар ёки атомлар молекулалардан фарқли равишда, тўйинмаган эркин валентликка эга бўладилар, қайсики уларнинг бошланғич молекулалар билан енгил таъсирига олиб келади. Эркин ҳолатдаги радикалнинг молекула билан таъсирлашишида валент боғларнинг бирини узилишига сабаб бўлади ва шундай қилиб янги молекула билан таъсирлашадиган эркин радикал ҳосил бўлади. Ядровий занжир реакцияларда фаол заррачалар сифатида нейтронлар ҳисобланади, улар (зарядга эга бўлмасдан) атомларнинг ядролари билан тўқнашади ва ядро реакцияси келиб чиқади.

**Кимёвий реакциялар** – бир модданинг таркиби ва хоссалари билан фарқ қиладиган бошқа моддага айланиш жараёни. Ядро реакцияларидан фарқли равишда, кимёвий реакцияларда атом ядроси билан ўзгаришлар содир бўлмайди, атомлар ҳолати бир турдан бошқа турга ўтади. Тўртта реакция типи мавжуд бўлиб, уларни иккита асосий синтез-таҳлил гуруҳига ажратиш мумкин:

а) бирикиш реакциялари  $2H_2O + O_2 \rightarrow 2H_2O$  (синтез);

б) парчаланиш реакциялари  $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$  (анализ);

в) ўрин олиш реакциялари  $Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + FeSO_4$  (анализ);

г) алмашиниш реакциялари  $BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow 2NaCl + BaSO_4$  (синтез);

**Кимёвий тенглама** – кимёвий ўзгаришлардаги модданинг кимёвий массасини моддалар массасининг сақланиш қонунига кўра, коэффициент сонлар ва кимёвий реакциялар ёрдамида ёзилишидир. Кимёвий тенгламалар реакцияга тегишли бўлган ҳисоблашларнинг асоси бўлиб белгиланади.

**Кимёвий боғланиш** – атомлар орасидаги таъсирланиши бўлиб, кўп атомли система (молекулалар, радикаллар, молекуляр ионлар, комплекслар, кристаллар ва бошқ.) ҳосил бўлишини асослайди.

Барча кимёвий ўзгаришлар кимёвий боғларнинг узилиши билан боради. Кимёвий боғланиш электрон зарядлар ядролари орасида кулон кучи билан тортишиши натижасида вужудга келади, унинг тақсимланиши электронларнинг динамик ва квант механик қонунлар асосида бўлиши билан изоҳланади. Кўп атомли системанинг электрон заряди атом электронларини умумийлаштирганда вужудга келади. Ионли (гетерополярли, электровалентли), ковалент (гомеополярли атомли) ва металл кимёвий боғланишлар мавжуд.

**Кимёвий технология** – техник мукамаллашган ва иқтисодий мақсадли усуллар орқали бошланғич хомашёни ва синтетик яримўтказгичларни керакли жиҳозларга ва ишлаб чиқариш маҳсулотга айлантириш бўлиб, бу ҳам кимёнинг бир соҳасидир. Кимёвий технологиянинг ноорганик моддалар кимёвий технологияси (кислоталар, ишқорлар, сода, тузлар, аммиак, минерал ўғитлар, металллар, қотишмалар ва бошқа ишлаб чиқаришга оид) ва органик моддалар (синтетик каучуклар, пластмассалар, бўёқлар, спиртлар, органик кислоталар, альдегидлар, кетонлар ва бошқалар) кимёвий технологиясига бўлинади.

**Пирометаллургия** – металлургиянинг юқори температура остида гоҳо оловда металларни (қотишмаларни) олиш (металлургик, эритиш ва бошқа) ва температура таъсирида тозалаш соҳаларини ўз ичига олган жараёнларнинг мажмуасидир. Пирометаллургия жараёнлари асосан куйдириш ва эритиш печларида чўян, пўлат, мис, кўрғошин, никел ва бошқа металларни эритиб олишдек мураккаб жараёнлар мажмуидан иборат.

**Суюқланиш** – кристалл қаттиқ моддани суюқ ҳолатга ўтиши (биринчи жинсдаги фаза ўзгариши). Суюқланиш ўзгармас температурада  $t$  (Т) амалга оширилади. Суюқланиш температураси катталиги модданинг табиати билан аниқланади ва ташқи босимга боғлиқдир. Суюқланиш одатда иссиқлик  $\lambda$  ютилиши билан амалга ошади ва бу суюқланиш иссиқлиги дейилади.

**Осмотик босим** (диффузион босим) – диффузия натижасида бир модда молекулаларининг ярим ўтказгичли тўсиқдан ошиб ўтишидаги кучдир. Осмотик босим кинетик катталик ҳисобланади ва хаотик иссиқлик ҳаракати натижасида молекулалар учун ўтиб бўлмайдиган тўсиққа урилиши оқибатида юзага келади. Осмотик босим ярим ўтказгичли тўсиқ орқали осмос, яъни моддаларнинг фақат биттасиники (одатда эритувчи молекулалари) ўта оладиган тўсиқ ҳисобланади. Осмос ҳодисаси ва осмотик босим тирик организмлар ва ҳайвонот олами фаолияти учун катта аҳамиятга эгадир. Моддаларнинг эритмада эриши натижасида вужудга келадиган босим тўқималарда сув ва эриган озуқа моддаларнинг тақсимланишига таъсир этадиган асосий факторлардан биридир. Одамда қоннинг осмотик босими доимо бир хил маромда  $78 \cdot 10^4 - 82 \cdot 10^4$  Па атрофида бўлади.

**Совутувчи аралашмалар** – икки ёки ундан ортиқ моддалар аралашини (ёки қаттиқ ва суюқ) натижасида суюқланиш, буғланиш ёки эрувчанлик температураси пасаяди. Кўп ҳолларда қор ва натрий хлорид аралашмасидан фойдаланилади, унинг ёрдамида (нисбатлари  $\text{NaCl} : \text{муз} = 1 : 3$ )  $21,2^\circ\text{C}$  температурага эришиш мумкин. Аралашмадаги муз  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  температурани –  $40^\circ\text{C}$  гача, қаттиқ  $\text{CO}_2$  ва ацетон аралашмаси –  $78^\circ\text{C}$  температурагача

туширади. Айрим ҳолларда  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва сув аралашмаси ишлатилади, унинг ёрдамида –  $12^\circ\text{C}$  температурагача ҳарорат пасайтирилади.

**Нейтралланиш** (лот. neuter- “у эмас”, “бошқа эмас”) – кислота ва асос орасидаги таъсирлашув натижасида туз ва сув ҳосил бўлади.

Эквивалент миқдордаги кучли кислота ва кучли асоснинг таъсирлашуви натижасида эритма муҳити нейтрал ҳолатда бўлади. Нейтралланишни назорат қилиш кислота-асосли индикаторлар ёрдамида ёки махсус қурилмаларда амалга оширилади (Масалан, рН-метрлар).

**Тўлдиргичлар** – ҳар хил полимер материалларга қўшилаётган моддалар, резина аралашмасига ёки латексга, пластмассалар ва шунга ўхшашларга техник кўрсаткичларини яхшилаш ва арзонлаштириш учун. Тўлдиргич сифатида курум, катрон, лигнин, бўр, тальк, магний оксиди, каолин, аморф кремний (IV) оксиди ва бошқалар ишлатилади.

**Микроэлементлар** – ўсимликлар, ҳайвонлар ва микроорганизмларга жуда кам миқдорда талаб этиладиган кимёвий элементлар. Микроэлементларга В, Сu, Мn, Zn, Со, I ва бошқалар киради. Микроэлементлар кўплаб ферментлар таркибига киради.

**Моделлаштириш** – тадқиқ қилинаётган объектни асл ҳолатдагиси билан физик табиатини, геометрик ўхшашлигини сақлаган ҳолда дубллаштиришга асосланган экспериментал тадқиқот усули. Моделлаштириш усулларида гидротехник иморатлар, самолётлар, пароходлар, кимёвий реакцияларни ва бошқаларни тадқиқ қилишда кенг фойдаланилади.

**Молекулалар** (лот. Moles – “масса”)–ўзида модданинг барча хоссаларига эга бўлган энг кичик заррачаси бўлиб, мустақил ҳолатда мавжуд бўлиши мумкин ва кимёвий боғланиш асосида боғланган бир хил ёки турли-туман атомлардан таркиб топиши мумкин.

**Молекуляр масса** – молекула таркибига кирадиган барча атомлар огирликлари йиғиндиси. Молекуляр масса кимёвий бирикманинг асосий бир фундаментал таснифларидан биридир.

**Кимёвий элемент белгиси** – кимёвий элементларнинг қисқача номланиши. Кўп ҳолларда элементнинг латин номидаги бош ҳарф олинади ва зарур ҳолларда кейингиси қўшилади. Масалан, K-kalium-калий, Cu-cuprum-мис, Ca-calcium-кальций. Кимёвий элементлар системаси 1811 йилда буюк швед кимёғари Я. Берцелиус томонидан таклиф қилинган.

**Уч боғ** – иккита атом орасидаги боғ бўлиб, учта жуфт электронлар орқали ташкил топади. Уч боғнинг учта кўриниши мавжуд  $\text{C}\equiv\text{C}$ ,  $\text{C}\equiv\text{N}$ ,  $\text{N}\equiv\text{N}$ . Уч боғ тутган моддалар  $\text{C}\equiv\text{C}$ ,  $\text{C}\equiv\text{N}$  хоссаси қўш боғ тутган тегишли моддалар хоссаларига ўхшаш бўлади. Масалан, водород ва галогенларни бирикиши, оксидланиши, полимерланиши ва бошқалар.

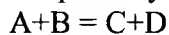
**Фаза** – физик-кимёвий системанинг бир жинсли таркибий қисми. Масалан, муз-сув,  $0^\circ\text{C}$  температурада – икки фазали система: суюқ фаза – сув, қаттиқ – муз ва ҳоказо бўлади.

**Куқунли металлургия** – металлургиянинг асосий тармоқларидан бири бўлиб – металл куқунларни ёки металлнинг металлмаслар билан композицияси ва уларни киздириб маҳсулот олинадиган технологик усуллар гуруҳи. Куқунли металлургия усуллари қийин эрийдиган металллар, уларнинг бирикмалари ва қотишмалари ҳамда қийин эрийдиган, оловбардош ва коррозияга чидамли металллар олишда қўлланилади ва улар маъданчиликда катта аҳамият касб этади.

**Реакция тартиби** – кимёвий кинетиканинг асосий тушунчаларидан биридир, у реакция тезлигининг қай даражада концентрацияга боғлиқлигини кўрсатади. Масалан,  $\text{V}=\text{K}\text{C}_1^n\text{C}_2^m$  бўлса,  $n+m$  йиғинди реакциянинг тартибини билдиради.

Реакциялар ноль, бир, икки, уч ва юқори тартибли бўлиши мумкин ва ҳатто каср сонли ҳам бўла олади.

**Кимёвий мувозанат** – карама-қарши икки жараённинг, яъни тўғри реакция  $A+B$  тезлиги қайтар реакция  $C+D$  тезлигига тенглашиши натижасида, реакция аралашманинг таркиби узок вақт ўзгармай қоладиган барқарор ҳолат, реакция шартлари ўзгармагунча (температура, босим, концентрация) система таркиби ўзгармас бўлади.



Кимёвий мувозанат ҳолатида моддалар концентрацияси шу температурада ўзгармас бўлади. Биринчи бўлиб кимёвий мувозанат масалалари билан Бертолле шуғулланган. У силжийдиган (динамик) мувозанат карама-қарши йўналган икки реакциянинг тенглашганда вужудга келади деб тарифлаган.

**Радикал** (лот. Radix – “илдиз”) – кимёвий реакцияларда ўзгармасдан бир бирикмадан бошқасига ўтадиган атомлар гуруҳи. Ноорганик бирикмаларда гидроксил гуруҳ, кислота қолдиғи ва бошқалар, органик моддаларда – кўп органик бирикмалар таркибига кирадиган углеводородлар қолдиғи радикал ҳисобланади. Бу қолдиқлар углеводород қолдиғи дейилади ва улар R ҳарфи билан белгиланади. Ациклик углеводородлар радикаллари алкиллар деб (Alk), цикликлар-ариллар (Ar) деб номланади. Валент имкониятга эга бўлган эркин ҳолатдаги радикаллар (метил, ацетил) жуда қисқа вақт мавжуд бўлади, чунки улар тез реакцияга киришувчи моддалардир.

**Эрувчанлик** – модданинг бошқа моддалар билан бир жинсли системани ҳосил қила олиш қобилияти – эритмалар, эриган модда алоҳида атомлар, молекулалар, ионлар ёки заррачалар кўринишида бўлади. Эрувчанлик эриган модданинг концентрацияси билан унинг тўйинган эритмасида аниқланади. Эрувчанлик миқдори фоизларда, масса ёки ҳажмий бирликларда, тегишли равишда 100 г ёки 100 см<sup>3</sup> (мл) эритувчида ифодаланади. Газларнинг суюқликлардаги эрувчанлиги температура ва босимга боғлиқдир. Қаттиқ ва суюқ моддаларнинг эрувчанлиги эса фақатгина температурага боғлиқдир.

**Эритмалар** – икки ва ундан ортиқ моддаларнинг бир жинсли системаси. Эритма таркиби компонентларнинг концентрацияси билан ифодаланади. Эритмалар қаттиқ, суюқ ва газсимон бўлиши мумкин. Газларнинг газлардаги эритмасини одатда газли аралашма деб номлашади. Эритмалар эриган модда миқдорига эга бўлиб, концентрланган тўйинганликка яқин бўлади; тўйинган эритмалар шу температурада эрийдиган моддадан максимал миқдорда ўзида бириктиради; тўйинмаган эритмалар – тўйинган эритма концентрациясидан эриган модданики кам бўлса ва шу шароитда эрийдиган моддадан яна эритиш имкони бўлса, унда ўта тўйинган эритмаларда тўйинган эритмаларга нисбатан эрийдиган модданинг миқдори кўп бўлади. Эримаган бирикманинг ортиқчаси эримасдан осонгина чўкмага ўтади.

**Кимёвий реактивлар** – таҳлил, илмий-тадқиқот ишлари, амалий тажриба ишлари учун мўлжалланган (кимёвий реагентлар) жуда тоза ёки нисбатан ўта тоза бўлган кимёвий моддалардир. Махсус мўлжалланган бир неча модда эритмалари ҳам реактив ҳисобланади. Масалан, «Несслер реактиви» аммиак ва бошқаларнинг таркибини аниқлаш учун ишлатилади. Тозалик даражасига ва қўлланилишига кўра реактивлар куйидагича бўлинади: муҳим (ўта) тоза, кимёвий тоза – «к.т.»; анализ учун тоза – «а.у.т.»; тоза – «т.»; тозаланган-«тоз.», техник маҳсулотлар, идишга қайта қадоқланган «техн.». Бундан ташқари, реактивларнинг таркиби ва мўлжалланганлигига кўра гуруҳларга бўлинади: ноорганик ва органик, радиофаол изотоплар, комплексонлар, фиксаналлар, рН-индикаторлар ва бошқалар. Реактивларни сақлашда, транспортларда ташишда, қадоқлашда ва захарли, портловчи,

ёнгинга хавfli ва бошқалари билан ишлаганда махсус хавфсизлик усулларига риоя қилинади.

**Реакцион қобилият** – моддаларнинг турли кимёвий реакцияларга киришиш қобилияти. Реакцион қобилияти модданинг ўзгаришларга киришиш сони билан баҳолаш мумкин. Реакцион қобилият миқдоран реакциянинг тезлик константаси ёрдамида ва қайтар жараёнлар учун – мувозанат константаси билан аниқланади. Моддаларнинг реакцион қобилиятига реакцияни олиб бориш шароитлари катта таъсир қилади: масалан, температура, босим, катализатор, реакцион муҳит ва бошқалар. Реакцион қобилият моддаларнинг тузилиши ва бирикманинг тўйинган молекуласида галогенлар, олтингургурт, кислород, азот ва бошқа шу каби элементлар борлигига ҳам боғлиқ бўлади.

**Седиментация**(лот. *sedimentum* – “чўктириш”) оғирлик – кучи таъсирида суюкликда муаллақ ҳолатдаги каттиқ зарраларнинг чўкишидир. Шундай таҳлилга седиментацион таҳлил асосланади. Турли ўлчамдаги мавжуд бўлган заррачаларнинг миқдори ва чўкиш тезлигини аниқлашда ҳам айнан шу усуллар қўлланилади. Шунинг учун седиментация кукунларни таснифлашда ва фойдали қазилмаларни бойитишда кенг қўлланилади.

## 1.6. МЕТАЛЛАР ТАСНИФИ

Барча металлларни саноат таснифига кўра икки гуруҳга: қора ва рангли металлларга бўлиш мумкин.

**Қора металллар.** Бу гуруҳга асосан темир элементи киради. Саноатда эса нафақат темир, балки унинг қотишмалари бўлган пўлат ва чўянни асосли равишда бу гуруҳга киритиш мумкин. Темирли қотишма таркибида хром ва марганец элементларининг деярли доимий бўлиши, бу гуруҳга иккала кимёвий элементни кўшса бўлади, деган фикр ҳам йўқ эмас.

**Рангли металллар.** “Рангли” сўзи, албатта, гўё асоссиз бўлса-да, юқорида таснифлаб ўтганимиздек, мис ва олтиндан бошқа барча кимёвий элементлар рангсиз, кулранг кўринишда, бироқ ҳар бирининг ўзгача ялтироқ ва нурни қайтариш хусусияти бор. Ундан ташқари, бу элементлар табиатда кам учрайди ва халқ хўжалигида муҳим аҳамиятга эга. Шунинг учун ҳам улар рангли металллар деб номланади.

Улар турли физик-кимёвий ва механик хусусиятларига, табиатда жойлашишига, кристалл тузилишига, халқ хўжалигида ишлатилишига, ўзларининг каттиқлиги, эрувчанлиги, ўзгарувчанлиги ва бошқа хоссаларига караб 5 гуруҳга бўлинади:

1. **Асосий оғир, рангли металллар.** Бу гуруҳга мис, никель, кўрғошин, рух ва қалай киради (Cu, Ni, Pb, Zn, Sn). Бу гуруҳга кирувчи кимёвий элементларнинг бундай аталишига сабаб, саноатда кўп ишлаб чиқарилиши, халқ хўжалигида бошқа элементларга караганда кенг қўлланилганлиги, солиштирма оғирлиги бошқа рангли металлларга караганда юқорилигидандир. Бу металлларни соф ёки қотишма ҳолида кундалик ҳаётимизда кўп учратганимиз учун ҳам “асосий” саналади.

2. **Кичик оғир рангли металллар:** висмут, маргимуш, сурьма, кадмий, симоб ва кобальт (Bi, As, Sb, Cd, Hg, Co). “Кичик” дейилишига асосий сабаб – олтита элементнинг камлиги, бошқа кимёвий элементларни олишда йўлдош бўлиб учраши ва иккиламчи металл сифатида ажратиб олинишидир. Шунингдек, бу металллар саноатда кам миқдорда олинади ва халқ хўжалигида унчалик кўп ишлатилмайди.

3. **Нодир (қимматбаҳо) металллар.** Олтин, кумуш ва платина гуруҳи металлари: платина, палладий, родий, рутений, осмий ва иридий (Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ir).

Ушбу қайд этилган 8 та элемент даврий жадвалдаги барча кимёвий элементлар ичида нафақат қимматбаҳолиги билан, балки ўзига хос, бошқа металлларда бўлмаган, ўзининг аввалги ялтирок ҳолини ўзгартирмаслиги, юқори даражада зангламаслиги, барқарорлиги, айниқса, атроф-муҳит, ҳаво ва намнинг таъсирига бардошлилиги учун ҳам нодирдир. Неча минг йилларки, бу металллар зеб-зийнат тайёрлашда энг қиммат металл сифатида қўлланиб келинмоқда.

**4. Енгил рангли металллар.** Бу гуруҳга алюминий, магний, натрий, калий, барий, кальций ва стронций (Al, Mg, Na, K, Ba, Ca, Sr) лар киради. Солиштира оғирлиги (зичлиги) бошқа металлларга караганда паст бўлганлиги учун ҳам улар енгил металллардир. Енгил ноёб металллардан уларнинг фарқи кўпгина манбаларда “енгил металллар” деб аталишидир.

**5. Камёб рангли металллар.** Бу гуруҳ юқорида қайд этилган гуруҳларга (жами 26 та металл) караганда энг йиригидир. Чунки бу гуруҳга 41 та кимёвий элемент киради. Агар бугунги кунда аниқланган 118 кимёвий элементлардан 71 таси халқ хўжалигида қўлланиб келинаётганлигини эътиборга олсак, деярли 58% металллар ноёб, камёб металллардир. Бу металлларни гарчи шартли бўлса-да 5 гуруҳга бўламиз:

5.1. Енгил камёб металллар: литий, бериллий, цезий ва рубидий (Li, Be, Cs, Rb).

5.2. Қийин эрувчи камёб металллар: вольфрам, молибден, цирконий, гафний, ниобий, титан, ванадий, тантал (W, Mo, Zr, Hf, Nb, Ti, V, Ta )

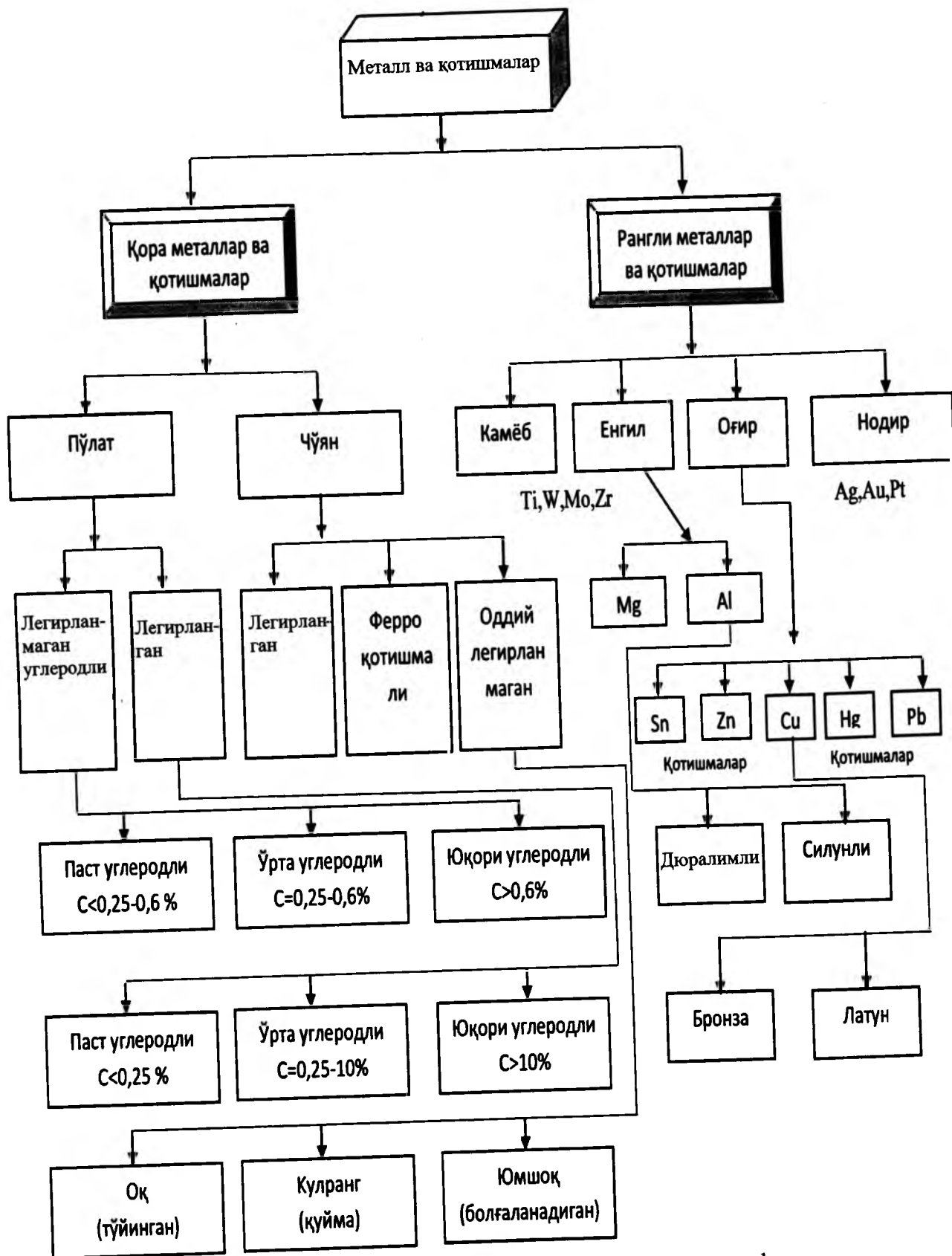
5.3. Тарқок камёб металллар: галлий, индий, таллий, германий, селен, теллур, рений (Ga, In, Tl, Ge, Se, Te, Re).

5.4. Сийрак ер камёб металллар: скандий, иттрий, лантан ва лантоноидлар (Sc, Y, La ва 14 та элемент).

5.5. Радиофаол камёб металллар. Радий, уран, торий, актиний ва актиноидлар (Ra, U, Th, Ac ва 12 та элемент).

Қуйида 1.7-расмда металл ва уларнинг қотишмалари таснифи батафсил берилган.





1.7-расм. Металлар ва уларнинг қотишмалари таснифи

## Металлар

Кимёвий элементлар даврий жадвалидаги 118 та элементдан 80 таси аниқ бир ёки қисман металл хоссасини намоён қилади. Металлик хоссасининг умумий белгиси сифатида металлнинг ялтироклиги, шаффоф эмаслиги, юқори электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги, юқори пластиклиги, кристалл тузилиши, кулранг рангдан кўнғир кулранггача бўлган рангларда бўлиши (иккита металл – қизил мис ва сариқ олтин бундан истисно ҳисобланади) ифодаланади.

Бундан ташқари, типик металлар учун электр ўтказувчанлик ва температура орасидаги боғлиқлик умумий ҳисобланиб, асосан кўпгина металлларга температура кўтарилиши билан электр ўтказувчанлик қобиляти пасаяди.

Металл тузилишида эркин электронларнинг бўлиши металлларнинг кўпгина характерли хоссаларига сабаб бўлади. Металл структурасида нейтрал ёки ионланган ҳолатида атомларнинг бўлиши, яъни бир нечта электронлар етишмаслиги мумкин. Металлнинг барча атомлари тенг ионланиш имкониятига эга ва ионланган ҳолатидаги ионларнинг нейтрал ҳолатига ўтиши энергия сарфисиз бўлиши мумкин. Бунинг натижасида металл структурасида электронларнинг алмашилиши тўхтовсиз давом этади. Бу ҳолатда бирон бир атомга тегишли бўлмаган бир нечта эркин электронлар ҳосил бўлади. Атом ўлчамларига нисбатан жуда майда бўлган электронлар металл структурасида бемалол ҳаракат қилиш имконини бериб, атмосферада электрон кўзлар сифатида қараладиган мусбат ионлар ва нейтрал атомлардан тузилган фазовий тузилиш сифатида қараш мумкин. Металлларнинг эркин структурасида эркин электронларнинг бўлиши металл хоссаларини ифодалайди.

Электрокимёвий кўринишига биноан металлар металлмаслардан фарқли равишда электронни қабул қилиш имконига эга бўлмасдан, реакция жараёнида электронларни бериш қобилятига эга бўлганлигида.

Металл ҳолатининг муҳим характерли хусусияти юқорида таъкидланганидек, унинг кристаллик структураси ҳисобланади. Кўплаб металлар уч турдаги кристалл панжарада кристалланади: куб шаклида марказлашган ҳажмли, куб шаклидаги томонлари марказлашган ва зич гексагонал тузилишли. Бундай типдаги панжараларга компактлиги ва юқори зичликдаги жойлашиш хосдир. Металл боғланишнинг мустаҳкамлиги металлларнинг кўплаб физик, кимёвий хоссалари билан белгиланади.

Ишлаб чиқаришда ва эҳтиёжда металларнинг кимёвий фаоллиги муҳим ўрин тутаяди, яъни бу катталик металларнинг электрокимёвий кучланишлар қатори билан характерланади.

Металларнинг кучланишлар қатори ушбу жадвалда кўрсатилган:

|                 |                 |                |                  |                  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                  |                 |                 |                  |                  |
|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Li              | Cs              | K              | Ba               | Ca               | Na              | Mg               | Al               | Zn               | Fe               | Co               | Ni               | Sn               | Pb               | H <sub>2</sub>  | Cu               | Ag              | Hg              | Pt               | Au               |
| -3.04           | -3.01           | -2.92          | -2.90            | -2.87            | -2.71           | -2.36            | -1.66            | -0.76            | -0.44            | -0.28            | -0.25            | -0.14            | -0.13            | 0               | +0.3             | +0.8            | +0.8            | -1.2             | -1.5             |
| Li <sup>+</sup> | Cs <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | 2H <sup>+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Hg <sup>+</sup> | Pt <sup>2+</sup> | Au <sup>3+</sup> |

1.8-расм. Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қатори

Кучланишлар қаторида хоҳлаган юқори электроманфийликка эга бўлган металллар ўзларига нисбатан электромусбат бўлган металлларни сиқиб чиқаради. Манфий электрод потенциалига эга металллар юқори кимёвий фаоллиги билан ажралиб туради ва электромусбатларга караганда оксидланишга осон киришади. Электрод потенциалининг ошиб боришига қараб, металлнинг турғунлиги ҳам ортиб боради.

Кўплаб металллар бир-бири билан бирикиб, икки компонентли ва кўп компонентли қотишмалар ҳосил килади.

Асосий компонентга оз миқдорда қўшиладиган бошқа бир металл компонент легирланган деб номланади, айрим ҳолларда легирлаш учун оз миқдорда металлмаслар ҳам ишлатилади.

Биргаликда қотишиш имконияти берилган металл қотишмалардан исталган йўналишдаги физик-механик ва физик-кимёвий хоссали металл материалларни яратиш мумкин.

Амалий чекланмаган қотишмаларни турли таркибда яратиш имкониятлари уларга осон ва қийин суюқланишни, юқори механик мустаҳкамлик ва каттиклик, ёки аксинча, пластиклик, юқори коррозия ва иссиқликка чидамлилиги, турғунлиги, юқори магнит қабул қилишлик ва кўплаб тоза металлларга тегишли бўлмаган бошқа специфик ёки яхшиланган хоссаларини яратиш имконини беради.

Металлларнинг кўпсонлилиги, хоссаларининг турли хиллиги, олиш усуллари ва ишлатилиш соҳалари металлларнинг турлича таснифланишини келтириб чиқаради.

### 2.1. МИНЕРАЛ ТУШУНЧАСИ ВА МИНЕРАЛЛАР ТУРЛАРИ

**Минерал** (фран. *mineral*, кейинчалик латинчада *minera* – “руда”) – Ер қобиғи, метеорит, кон, тоғ жинсларининг таркибий қисми бўлиб, табиатдаги физик-кимёвий жараёнлар натижасида вужудга келадиган, маълум бир кристалл структура ва кимёвий таркибга эга бўлган табиат бирикмаси. Минералларни минералогия фани ўрганadi. Охири вақтларда реклама ташвиқотчиларининг меҳнатлари оқибатида нотўғри равишда био қўшимчалар таркибига кирадиган биологик муҳим элементлар (микро- ва макроэлементлар) ҳам минераллар дейилмоқда ва бу терминологияда хатоликларга сабаб бўлиш, мутахассис ва ёш кадрларни хато йўналиш танлашларини келтириб чиқаряпти.

«Минерал» тушунчаси фанда қаттиқ ҳолатдаги табиий ноорганик кристалл модда тушунилади. Аммо айрим ҳолларда ҳақсиз равишда минерал моддаларга тегишли бўлмаган органик, аморф ва бошқа табиий маҳсулотлар, тоғ жинсларини ҳам минераллар деб ифодалашади.

Минераллар деб, одатдаги шароитда суюқликлар (масалан, паст температурада кристалл ҳолатга ўтадиган табиий симоб) бўлган, турли табиий моддалар ҳисобланади. Сув минераллар каторига киритилмасдан, балки муз минералининг суюқ ҳолати деб тушунилади.

Айрим органик моддалар – нефть, асфальт, битумлар кўп ҳолларда нотўғри равишда минералларга киритади, ёки уларни мавжудлиги баҳсларга сабаб бўлиб келадиган алоҳида «органик минераллар» синфи деб қабул қилади.

Айрим минераллар аморф ҳолатда бўлиб кристалл тузилишга эга бўлмайди. Бу ҳолат асосан “метамикт” деб номланадиган минералларга тааллуқли бўлиб, ташки кўринишига кўра кристалл тузилишда бўлса ҳам, аморф, шиша ҳолатида бўлади ва ўзининг таркибига кирадиган радиофаол элементлар (U, Th, ва бошқ.) билан қаттиқ нурланиб, бошланғич кристалл тузилишини йўқотиши мумкин. Кристалл, аморф турдаги минералларни – метакolloидлар (масалан, опал, лешательерит ва бошқ.) ва кристалл ҳолатида ташки тузилишга эга бўлган аморф, шишасимон “метамикт” минералларга фарқланади.

«Минерал – бу, кристалл тузилишга эга бўлган, табиий физик кимёвий реакциянинг кимёвий ва физикавий индивидуал маҳсулотидир» (Годовиков А. А., «Минералогия», М., «Недра», 1983).

«Минерал»<sup>1</sup> тушунчаси кўп ҳолатларда «минералнинг кўриниши» маъносида қўлланилади, яъни ушбу кристалл тузилишли минерал жинсларнинг жамланган бир кимёвий таркибга мансублигида ифодаланади.

Минералнинг кристалл тузилиши муҳим диагностик таснифларидан ҳисобланади ва минерал таркибидаги генетик маълумотни ташувчиси бўлиб, унинг ечимлари билан минералогия фани шуғулланади. “Қоидалардан чекланишлар” орқали айрим нокристалл маҳсулотларнинг моддаларни минераллар таркибига (суюқ ёки рентгеноаморф) киритилиши ҳозирги кунгача олимлар орасида баҳс мунозарага сабаб бўлмоқда. Шунга қарамай, замонавий тадқиқотлар шуни кўрсатдики, айрим аморф деб ҳисобланган геологик маҳсулотар, масалан мураккаб тузилишли минерал (опал), «узок тартибли тузилишга» эга эканлиги билан аҳамиятлидир.

Коллоид фазалар фақатгина масса алмашинув жараёнларида ва минерал ҳосил бўлиш оралиғида мавжуд бўлади ва минералларнинг кристалланиши амалга ошадиган физик-кимёвий муҳитларнинг бири ҳисобланади.

## 2.2. МИНЕРАЛЛАР ТАСНИФИ

Минералогия фани ўрганадиган барча табиий жинслар, шунингдек, кимёдаги сунъий моддалар икки гуруҳга бўлинади:

**1. Анорганик минераллар.** Бунга жуда кам учрайдиган соф туғма элементлар билан бир қаторда ҳамма элементларнинг табиий бирикмалари (органик бирикмалардан ташқари) киради.

**2. Органик минераллар.** Буларга углероднинг турли бирикмаларидан ташкил топган органик минераллар киради.

Маълумки, органик моддалар анорганик моддалардан ўзининг кимёвий хусусиятлари билангина фарқ қилади. Бу минерал гуруҳи бир текисда текширилган эмас. Ҳозирги анорганик минераллар ҳақидаги билимимиз анча ривожланган бир пайтда, органик моддалар минералогияси ҳали фақат бошланғич таракқиёт даврини бошидан кечирмоқда. Анорганик минераллар таснифи куйидаги қоидаларга асосланиб тузилган. Минераллар асосан кимёвий реакцияларнинг кристалланган маҳсулотлари бўлганлиги сабабли, уларни кимёвий таркиби ва кристалл структураларига қараб системага солиш биз учун мақсадга мувофиқ бўлиши керак.

Минералларнинг энг муҳим физик ва кимёвий хоссалари чегараси ана шу белгиларига қараб аниқланади.

Анорганик табиатдаги барча минераллар энг аввал кимёвий таркибга, кимёвий бирикма турига ва тузилиш бирликлари орасидаги боғланиш турига қараб, кимёвий жиҳатдан катта-катта гуруҳларга ажратилади.

Шу билан бирга, атомлари орасида ўзига хос металллик боғланишли ва асосан, металллардан иборат соф туғма элементлар алоҳида ўрин тутаяди.

Тузсимон табиатли интерметалл бирикмалар ҳам худди шу гуруҳга киритилиши керак.

Олтингугуртли ва шунга ўхшаш бирикмалар бошқа бир бўлимни ташкил этади. Бу бўлим минераллари бир қатор хусусиятларига кўра тирик металллар билан ионли боғланишга эга бўлган бирикмалар ўртасидан жой олди. Структура тузилиши жиҳатидан ҳозирча тўла ўрганилмаган сульфосоллар деб аталувчи бирикмаларни шартли равишда шу бўлимга киритамиз.

Ионли боғланишга эга бўлган галлоид тузлар, яъни металлларнинг фтор, хлор, бром, йодлар билан берган бирикмаси ўзига хос типдаги кимёвий бирикмалардир.

Бундан кейинги бўлимга оксидлар ва гидроксидлар (металлларнинг кислород элементи ва гидроксил гуруҳи билан бўлган содда ва мураккаб бирикмалари) киритилиши керак.

Нихоят, кислородли кислоталарнинг тузлари, яъни металл катионлари билан таркибида кислороди бўлган ҳар хил комплекс анионлар бирикмаси ҳаддан ташқари кўп минерал гуруҳларини ташкил қилади.

Юқорида келтирилган бўлимларнинг кўпчилиги таркибидаги анионлар типига қараб, янада кичикроқ синфларга ва кичик синфларга бўлинади. Бу синф ва кичик синфлар маълум тартибда, минералларнинг таркибига кирган катионларга боғлиқ бўлган кристалл структураси ва кимёвий хоссалари орасидаги ўхшашлик белгиларига қараб гуруҳларга ажратилади.

Шундай қилиб, анорганик минералларнинг умумий таснифи тузилишини (гуруҳларга бўлмасдан) куйидагича тасаввур қилиш мумкин:

I. Соф туғма элементлар ва интерметалл бирикмалар.

II. Карбидлар, нитридлар ва фосфидлар.

III. Сульфидлар, сульфосоллар ва шунга ўхшаш бирикмалар.

1-синф. Олтингугуртли содда ва кўшалок бирикмалар.

2-синф. Сулфосоллар.

IV. Галоид бирикмалар (галогенидлар).

1-синф. Фторидлар.

2-синф. Хлоридлар, бромидлар.

V. Оксидлар.

1-синф. Содда ва мураккаб оксидлар.

2-синф. Гидрооксидлар.

VI. Кислородли тузлар.

1-синф. Йодатлар.

2-синф. Нитратлар.

3-синф. Карбонатлар.

4-синф. Сульфатлар.

5-синф. Хроматлар.

6-синф. Молибдатлар ва вольфраматлар.

7-синф. Фосфатлар, арсенатлар ва ванадатлар.

8-синф. Арсенитлар.

9-синф. Боратлар.

10-синф. Силикатлар.

а.  $\text{SiO}_4$  аниони тетраэдларга ажралган силикатлар.

б.  $\text{SiO}_4$  анион тетраэдлари гуруҳларга ажралган силикатлар.

в.  $\text{SiO}_4$  анион тетраэдлари узлуксиз занжир бўлган силикатлар.

г.  $\text{SiO}_4$  анион тетраэдлари узлуксиз қават-қават бўлган силикатлар.

д.  $\text{SiO}_4$  ва  $\text{AlO}_4$  тетраэдлари узлуксиз уч ўлчамли тўқима шаклида бўлган силикатлар.

Минерал хиллари дейилганда, кристалл тузилиши бир хил ёки бир-бирига жуда ҳам яқин, фақат куйидаги белгилари билан қисман фарқ қиладиган бирикмалар тушунилади:

1. Кимёвий таркибига қараб шу минерал таркибини белгилайдиган кимёвий компонентлардан бири қисман бошқа кимёвий компонент билан изоморф ўрин алмашган бўлса; масалан, кобальт-пирит  $(\text{Fe}, \text{Co})\text{S}_2$  – пиритнинг бир хили бўлиб, пиритдан кимёвий реакцияларсиз ажратиб бўлмайди;

2. Физик белгиларга қараб таркиби ва структураси бир хил бўлса-ю, лекин физик хусусиятлари билан фарқ қилса: масалан, аметист рангсиз кварцдан бинафша ранги билан фарқ қилади ёки пиролюзит  $(\text{MnO}_2)$  нинг курум шаклидаги хили кристалланган индивидларидан (полианитдан) дисперсланиш даражаси ва қаттиқлиги оз бўлиши билан фарқ қилади;

3. Бир вақтда ҳам таркибига, ҳам физик хусусиятларига қараб; масалан, сфалеритнинг  $(\text{ZnS})$  таркибида анча темир бўлган хили кўпинча оч рангли, асосий сфалеритдан анча тўқ-қорамтир, деярли қора рангли бўлиши ва бошқа белгилари билан фарқ қилади.

Шунингдек, металллар таснифига баҳо берар эканмиз, соф туғма элементлар ҳақида узок йиллик тадқиқотлар натижасида олимларимиз билдирган фикрларни келтириб ўтамиз. Соф туғма кимёвий элементлар ер қобиғида унчалик кўп эмас, лекин шундай кимёвий элементлар борки, улар табиатда соф туғма ҳолда учрайди. Бундай кимёвий элементларни «асл» элементлар деб ҳам аташ мумкин. 6 та инерт газларни асл элемент деб атасак бўлади. Сабаби уларнинг атомлари 2 ёки 8 электронли ташқи қобиқ билан ўралган бўлиб, кислород, водород ёки бошқа элементлар билан бирорта бирикма ҳосил қилмайди. Асл қаттиқ металлларга Ru, Rh, Pb, Ag, Os, Y, Pt, Au каби элементлар кириб, улар табиатда соф туғма ҳолатда учрайди.

### 2.3. МИНЕРАЛЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Минералларнинг муҳим таснифларидан бири кристалл кимёвий структураси ва таркиби ҳисобланади. Минералларнинг барча қолган хоссалари юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда бир-бири билан боғлиқ бўлади. Минералларни аниқлаш имконини берадиган таснифларини белгиловчи муҳим хоссалари қуйидагилардир:

- Кристалларнинг ташқи кўриниши. Кўз билан кўриқдан ўтказиш натижасида аниқланади ва майда бўлақларни кўриш учун лупа ойнаси ишлатилади.

- Қаттиқлиги Мооса шкаласи бўйича аниқланади.

- Ялтироклиги – ёруғлик эффеќти, минералга тушаётган ёруғлик нурунинг қайтиши билан аниқланади. Бунда минералнинг нур қайтариш қобилиятига боғлиқ бўлади.

- Кавшарланиши – минералнинг алоҳида кристаллографик йўналишларга парчаланиши туфайли аниқланади.

- Синиши – янги бирлашмаган бўлагиде минерал сиртининг хусусияти.

- Ранги – айрим минераллар (яшил малахит, кўк лазурит, қизил киноварь) ва ранглари жуда кенг диапазонда ўзгарувчан бўлган минераллар қаторини белгиловчи тасниф бўлиб, ўзгариши мумкин ва бу минерал таркибидаги қўшимча элемент-хромофорларга ёки кристалл структурадаги специфик дефектларга (флюоритлар, кварцлар, турмалинлар) боғлиқ бўлади.

- Рангининг кўриниши - майдаланган кукундаги минералнинг ранги.

- Магнитлилик – уч валентли темирнинг таркибда бўлишига боғлиқ бўлиб, оддий магнит ёрдамида аниқланади.

- Ранг ўзгартириш қобилияти – юпқа рангли ёки турли рангли плёнка, минерал оксидланиши натижасида юзасининг шамоллашида юзага келади.

- Мўртлиги – минерал доналарининг (кристалларининг) қаттиқлиги, механик майдалаш натижасида аниқланади. Мўртликни айрим ҳолларда қаттиқлик билан алмаштиришади, бу эса нотўғри. Бошқа жуда қаттиқ айрим минераллар осонлик билан бўлиниши, яъни мўрт бўлиши мумкин (масалан, олмос).

Минералларнинг бу каби хоссалари дала шароитида осон аниқланади. Минералларнинг бошқа хоссаларига, масалан, оптик хоссалари: Нур синиши, дисперсия ва поляризацияси, уларнинг оптик константалари ёрдамида аниқланади: нур синдириш кўрсаткичи, оптик ўқлар орасидаги бурчак, кристаллнинг оптик белгиси ва бошқалар киради

### 2.4.МИНЕРАЛЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

Ҳозирги кунда 4 мингдан ортиқ минераллар маълум. Ҳар йили бир неча ўнлаб минерал кўринишлари кашф қилиниб ва бир нечта турлари ушбу топилган минерал борлиги исботланмай янги минерал тури сифатида қайд этилмайди.

Тўрт минг минерал маълум бўлган ноорганик моддаларга (миллиондан зиёд) қараганда кўп эмас. Геологлар минералларнинг унча кўп сонда бўлмаслигини қуйидаги сабаблар билан изоҳланади:

Куёш системасида элементларнинг тарқалганлиги. Ерда энг кўп микдорда кислород ва кремнийнинг (кларк сони:  $O_2$  470000 (Виноградов, 1962). 472500 (Ведеполь, 1967);  $Si$  295000 (Виноградов, 1962), 305400 (Ведеполь, 1967) тарқалганлиги. Шунга кўра, энг кўп минераллар силикатлар ҳисобланади. Бошқа томондан қараганда, айрим элементлар шундай тарқалганки, улар ўзларининг минералларини ҳосил қилмайди ва фақатгина бошқа минерал таркибига қўшимча, тоғ жинси сифатида киради, холос.

## Минералларнинг синфланиши

| Турлари   | Синфлари   | Таснифи   |
|---|--|---|
| I. Табиий элементлар  | 1. Табиий металллар<br>2. Табиий металлмаслар  | Кўриниш ҳосил қиладиган битта элементдан ташкил топади  |
| II.Интерметаллидлар   | -  | Асосан бинарлилар, кам ҳолатларда мураккаб бирикмалар   |
| III. Карбидлар, фосфидлар, нитридлар, силицидлар  | -  |   |
| IV. Халькогенидлар<br>а) Сульфидлар ва унга яқин бирикмалар;<br>б) Сульфотузлар (тиотузлар, халькотузлар) | 1. Сульфидлар<br>2. Селенидлар<br>3. Теллуридлар<br>4. Арсенидлар ва антимонидлар  | Анион бирикмалари $S^{2-}$ , $Se^{2-}$ , $Te^{2-}$ , $As^{3-}$ , $Sb^{3-}$ , кам ҳолларда $S_2^{2-}$ , $Se_2^{2-}$ , $Fe_2^{2-}$ , $As_2^{3-}$ , $Sb_2^{3-}$ , $[AsS]^{3-}$ , $[SbS]^{3-}$ комплекс анионли бирикмалар $[XnSm]$ , бу ерда $X=Sb^{3+}$ , $As^{3+}$ , $Bi^{3+}$ , $Te^{4+}$   |
| V. Кислородли бирикмалар:<br>а) Оксидлар ва гидроксидлар;<br>б) таркибида кислородли кислота тузлари      | 1. Оксидлар<br>2. Гидроксидлар<br>1. Силикатлар (алюмо-, боро-, бериллосиликатлар)<br>2. Боратлар<br>3. Карбонатлар<br>4. Фосфатлар, арсенатлар<br>5. Ванадатлар<br>6. Сульфатлар<br>7. Хроматлар<br>8. Молибдатлар, вольфраматлар<br>9. Нитратлар<br>10. Бошқа – арсенитлар, селенитлар, теллуритлар, теллуридатлар, йодатлар | Бинар ва бошқа мураккаб анионли бирикмалар $O^{2-}$ , $OH^-$<br><br>Мураккаб бирикмалар комплекс анионли $[Mn^{2+}On^{2-}](2n-mx)$ , бу ерда $M=Si^{4+}$ ( $Al^{3+}$ , $B^{3+}$ , $Be^{2+}$ ), $B^{3+}$ , $C^{4+}$ , $P^{5+}$ , $As^{5+}$ , $V^{5+}$ , $S^{6+}$ , $Cr^{6+}$ , $Mo^{6+}$ , $W^{6+}$ , $N^{5+}$ , кам ҳолларда $As^{3+}$ , $Se^{4+}$ , $Te^{4+}$ , $Te^{6+}$ , $I^{5+}$ |
| VI. Галогенли бирикмалар:<br>а) Галогенидлар;<br>б) Галоген тузлар  | 1. Фторидлар.<br>2. Хлоридлар, бромидлар, йодитлар   | Бинар ва бошқа мураккаб анионли бирикмалар $F^-$ , $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$<br>Мураккаб комплекс анионли бирикмалар $[BF_4]^-$ , $[SiF_6]^{2-}$ , $[AlF_6]^{3-}$ , $[FeCl_6]^{3-}$   |



### III БОБ

## КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ВА УЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ, МИНЕРАЛЛАРИ, ҚОТИШМАЛАРИ, ИШЛАТИЛИШИ, ОЛИНИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ ҚИСҚАЧА ТАВСИФИ

1. **ВОДОРОД** (лот. Hydrogenium, грек. тилидан *hydor* – “сув” ва *gennaio* – “пайдо қиламан”) Н, кимёвий элементлар даврий системасидаги биринчи элемент, атом массаси  $1,0794 + 0,0007$  (иккинчи қўшилувчи изотоп таркибининг ўзгариши) бўлган энг энгил кимёвий элемент. Табиатда водород иккита барқарор изотопдан ташкил топади: протий  $^1\text{H}$  ва дейтерий  $^2\text{H}$ , ёки D; радиофаол изотопи – тритий  $^3\text{H}$ , ёки T. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^1$ .



Генри Кавендиш  
(1731-1810)

Водород XVI асрнинг биринчи ярмида Парацельс томонидан очилган. 1776 йилда Г. Кавендиш (Англия) унинг хоссаларини биринчи бўлиб ўрганadi, 1783 – 1787 йилларда А. Лавуазье водород сувнинг таркибида бўлишини аниқлаб берди ва уни кимёвий элементлар таркибига киритиб, уни «гидроген» деб номлашни таклиф қилди.



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)

**Табиатда тарқалиши.** Водород – коинотда энг кўп тарқалган элемент, плазма кўринишида Куёш ва юлдузлар массасининг қарийб ярмини ташкил этади,

унинг асосий қисми юлдузлараро ва газли туманларда жойлашган.

Ер қобиғида водороднинг масса улуши 1 % ни ташкил қилади ва бу тарқалганлиги бўйича ўнинчи элемент, атмосферада  $-10^{-4}$  ат. %. Денгиз сувида 10,72 мас.% водород бор. Эркин ҳолатида Н камдан-кам учрайди. Водород деярли барча органик моддалар таркибига киради ва тирик тўқималарда бўлади. Тирик тўқималарда водород атомлари сони қарийб 63 %ни ташкил этади.

Табиатда Н асосан O, C, S, N ва Cl билан бирикмалар билан бирга ва камдан-кам ҳолатда - P, I, Br ва бошқа элементларнинг бирикмалари таркибида бўлади.

**Физикавий хоссалари:** Водород – рангсиз, таъмсиз, паст мовий рангли оловда ёнади.;  $t_{\text{суюк.}}$   $-259,2$  °C,  $t_{\text{қай}}$   $-252,3$  °C, 273,1K температура ва атмосфера босимида зичлиги  $0,0899$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho = 0,08988$  г/л;  $t_{\text{кр}}$   $-239,91$ ;  $p_{\text{кр}}$   $= 1,297$ ;  $\rho_{\text{кр}}$   $= 0,0310$ ;  $c_p = 14,17^{15}$ ;  $14,30^{100}$ ;  $14,49^{200}$ ;  $14,78^{400}$ ;  $15,07^{600}$ ;  $C_p^\circ = 28,83$ ;  $S^\circ =$

$130,52$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк.}}$   $= 0,117$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}}$   $= 0,916$ ;  $\varepsilon = 1,000252^{25}$ ;  $\eta$  (мкП)  $= 85^\circ$ ;  $103^{100}$ ;  $121^{200}$ ;  $154^{400}$ ;  $183^{600}$ ;  $p = 1^{-263,6}$ ;  $10^{-261,4}$ ;  $100^{-258,1}$ ;  $s$  (мл)  $= 2,15^\circ$ ;  $1,95^{10}$ ;  $1,82^{20}$ ;  $1,75^{25}$ ;  $1,70^{30}$ ;  $1,64^{40}$ ;  $1,61^{50}$ ;  $1,60^{60}$ ;  $1,60^{100}$ ;  $p$ . эт.  $6,925^\circ$  мл, Fe, Ni, Pd, Pt.

Зичлиги  $0,07$  г/см<sup>3</sup> бўлган шаффоф суюкликда қуюқлашади ва  $-252,79^\circ\text{C}$  температурада қайнайдиган,  $-257^\circ\text{C}$  температурада суюклик қаттиқлашиб, шаффоф кристалларни ҳосил қиладиган хусусиятга эга.

Бошқа газларга нисбатан фазода тезроқ тарқалиб, кичкина ғовакчалардан, юқори температурада пўлат ва бошқа материаллар ичидан ўтиш қобилятига эга. Кўплаб металлларда яхши эрийди, асосан, Pd да жуда яхши эрийди.

**Кимёвий хоссалари.** Оддий ҳолатга нисбатан паст температурада кам фаол, қиздирилмаган ҳолатда фақатгина  $\text{F}_2$  билан ва ёруғлик нурида  $\text{Cl}_2$  билан таъсирлашади. Металлмаслар билан металлларга қараганда фаолроқ. Кислород ( $\text{O}_2$ ) билан деярли қайтмас ҳолатида бириқиб сувни ҳосил қилади; азот ( $\text{N}_2$ ) билан катализатор иштирокида юқори

температура ва босимда бирикиб аммиакни, галогенлар билан водород галогенидларни ҳосил қилади; углерод билан фақатгина юқори температурада таъсирлашиб, углеводородларни ҳосил қилади; ишқорий ва ишқорий ер металлари, III, IV, V ва VI гуруҳ элементлари, ҳамда интерметалл бирикмалар билан таъсирлашиб гидридларни ҳосил қилади. Водород кўплаб металл оксидлари ва галогенидларини металлларга, тўйинмаган углеводородларни тўйинганларга қадар қайтаради. Кўпгина электроманфий элементлар (F, O, N, C, B, Cl, S, P) билан водород боғланиш ҳосил қилишга мойил.

**Минераллари.** Водород ер қобиғида (литосфера ва гидросфера), атмосферада –  $10^{-4}$  ат. % ни ташкил этади.

**Қотишмалари.** Металл ва қотишмалар қайта ишлашда ҳимоя муҳитини ҳосил қилишда ҳамда атом-водород пайвандлашда ишлатилади.

**Олиниши.** Саноатда водород олиш учун керак бўладиган хом ашёлар – булар табиий газ, суюқ ва каттиқ ҳолдаги қазилмалар, сув. Табиий газнинг буғли конверсиясида водороднинг асосий қисми олинади ва у қуйидаги босқичлардан ташкил топади:

1) Газнинг сув буғлари билан каталитик конверсияси: Ni нинг  $Al_2O_3$  иштирокида трубали реакторларда  $750-870^\circ C$  температурада амалга оширилади.

2) CO нинг сув буғи билан конверсияси  $370-440^\circ C$  температурада темир хромли каталитизатор (I босқич) иштирокида ва  $230-260^\circ C$  температурада рух хром мисли каталитизатор (II босқич) да амалга оширилади.

3) Газли аралашмани  $CO_2$  дан тозалаш ва таъсирлашмаган қолдиқ бирикмаларни CO,  $CH_4$  ва  $H_2O$  одатдаги усулда амалга оширилади.

4) Газ ҳолатдаги углеводородларнинг юқори температурада ( $1350-1450^\circ C$ ) конверсияси ҳам маълум ва у газларнинг кислород билан эркин ҳажмда каталитизатор иштирокисиз чала CO гача оксидланишига асосланади.

Каттиқ ёқилғи қазилмаларидан водородни ажратиб олиш, уларни сув буғи ва ҳаво ёки кислород  $O_2$  (газификация) билан қайта ишлашни ўз ичига олади. Сув газни (40% CO ва 50%  $H_2$ ), ҳамда  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$  ва олтингугуртли бирикмалар қолдиқлари ҳосил бўлади. Тозалаш жараёнидан сўнг водород  $H_2$  ажратиб олинади.

Нисбатан камроқ миқдорда бўлса-да, саноатда водород сувни электролиз қилиш натижасида ҳам олинади.  $Cl_2$  ва ишқорлар, хлоратлар,  $H_2O_2$  электролиз жараёнида кўшимча маҳсулот сифатида водород ҳосил бўлади.

**Ишлатилиши.** Водород кенг амалий ишлатилиш кўламига эга. Саноат миқёсидаги асосий соҳалар ҳаммага маълум. Водороднинг ярмидан кўп миқдори нефтни қайта ишлашга сарфланади. Ишлаб чиқариладиган водороднинг чорак қисми аммиак  $NH_3$  синтези учун сарфланади. Бу эса кимё саноатининг асосий маҳсулотларидан биридир.

Водород кўп миқдорда водородхлорид кислотасини олишда ишлатилади. Водороднинг кислород билан ёниш реакцияси ракета двигателларида, коинотга учадиган фазо кемаларида амалга оширилади. Масалан, энг қувватли кема «Энергия» 2000 тоннадан зиёд ёқилғи сарфлайди ва унинг кўп қисмини суюқ водород ва кислород ташкил этади.

Водородни оксидлар таркибидан металлларни ажратиб олишда қайтарувчи сифатида ишлатилади. Шундай қилиб, юқори суюқланиш температурасига эга бўлган, электролампочкаларда тола сифатида ишлатиладиган металллар молибден ва вольфрам олинади. Бундан ташқари, водород ўсимлик мойларидан маргарин олишда ҳам қўлланилади.

Водороднинг кислородда ёниш реакциясидан пайвандлаш ишларида фойдаланилади. Водород-кислородли аланга температураси  $3000^\circ C$  гача қиздиради. Агарда махсус ёндиргичлар ишлатилса, температура кўрсаткичини  $4000^\circ C$  гача ошириш мумкин. Худди

шундай температурада юқори суюкланиш температурасига эга бўлган материалларни пайвандлаш ишлари амалга оширилади.

Хозирги кунда катор мамлакатларда қайта тикланмайдиган энергия (нефт, газ, кўмир) манбаларини водородга алмаштириш ишлари бошлаб юборилган. Водороднинг кислородда ёниши натижасида экологик тоза маҳсулот – сув ҳосил бўлади, парник эффектини чақирувчи карбонат ангидриди бўлса ажралмайди.

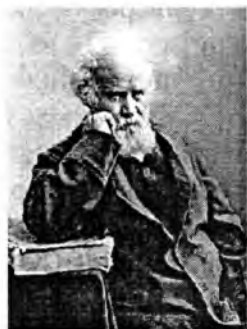
Олимларнинг башоратига қараганда XXI асрнинг ўрталарига келиб водородда юрадиган автомобиллар сериясини ишлаб чиқариш йўлга қўйилади. Водороднинг кислородда ёнишига асосланган уй ёқилғи элементлари ҳам кенг қўлланила бошлайди деган фикрлар ҳам йўқ эмас.

**2. ГЕЛИЙ** (лот. “helium”), белгиси He, инерт газларга тегишли бўлган, даврий жадвалнинг VIII гуруҳ кимёвий элементи; тартиб рақами 2, атом массаси 4,0026;

рангсиз ва ҳидсиз газ. Табиатдаги гелий 2 та ўзгармас доимий изотоплардан ташкил топган:  ${}^3\text{He}$  ва  ${}^4\text{He}$  (таркибда  ${}^4\text{He}$  нинг миқдори юқори). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2$ .

Гелий 1868 йилда француз астрономи Ж.Жансен ва инглиз астрофизиги Н.Локьер томонидан куёш тожи спектрида кашф этилган; 1895 йилда инглиз олими У.Рамзай томонидан клевет минералидан биринчи бўлиб ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Гелийнинг атмосферадаги миқдори ҳажм бўйича –  $5,27 \cdot 10^{-4} \%$ , масса бўйича  $7,24 \cdot 10^{-5} \%$ . Гелийнинг атмосферадаги, литосферадаги



Жюль Жансен  
(1824-1907)



Норман Локьер  
(1836-1920)

ва гидросферадаги кўлами  $5 \times 10^{14} \text{ м}^3$  деб баҳоланмоқда. Коинотда энг кўп тарқалган элементлардан бири бўлиб, водороддан  $\text{H}_2$  кейин иккинчи ўринда туради. Бундан ташқари, минераллар: клевет, монацит, торианит таркибида ҳам гелий бўлади.

**Физикавий хоссалари.** Нормал шароитда гелий рангсиз, ҳидсиз бир атомли газ. Зичлиги  $0,17846 \text{ г/л}$ ,  $t_{\text{қай}} -268,93^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{суюк}} -272,2^\circ\text{C}$ . Иссиқлик ўтказувчанлиги ( $0^\circ\text{C}$  температурада)  $143,8 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(см} \cdot \text{К)}$  [ $343,4 \cdot 10^{-6} \text{ кал/(см} \cdot \text{град} \cdot \text{с)}$ ]. Гелийнинг атом радиуси, турли усуллар ёрдамида аниқланган ва у  $0,85$  дан  $1,33 \text{ \AA}$  гача катталиқни ташкил этади. Сувнинг  $1 \text{ л}$  миқдорида  $20^\circ\text{C}$  температурада  $8,8 \text{ мл}$  га яқин гелий эрийди. Гелийнинг бирламчи ионланиш энергияси бошқа хоҳлаган элементга нисбатан юқори, –  $39,38 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$  ( $24,58 \text{ эВ}$ ;  $\rho = 0,1785 \text{ г/л}$ ;  $t_{\text{кр}} = -267,95$ ;  $p_{\text{кр}} = 0,229$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,0693$ ;  $C_p^\circ = 20,79$ ;  $S^\circ = 126,04$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 0,007234$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 0,084$ ;  $\varepsilon = 1,000068^0$ ;  $\eta$  (мкП) =  $188^\circ$ ;  $229^{100}$ ;  $269^{200}$ ;  $342^{400}$ ;  $407^{600}$ ;  $p = 1^{-271,9}$ ;  $10^{-271,4}$ ;  $100^{-270,5}$ ;  $s$  (мл) =  $0,97^\circ$ ;  $0,99^{10}$ ;  $1,00^{30}$ ;  $1,07^{50}$ ;  $1,21^{75}$ .

Гелий электронга мойиллик қобилятига эга эмас. Фақатгина  ${}^4\text{He}$  недан тузилган суюқ ҳолатдаги гелий ноёб хоссаларни намоён қилади.

**Кимёвий хоссалари.** Гелий – нисбатан пастроқ фаолликка эга бўлган саккизинчи гуруҳ (инерт газлар) элементи. Гелийнинг кўплаб бирикмалари фақатгина газ фазасида қўзғалган электрон турғунлигига ва эркин электрон турғун эмаслигига эга бўлган эксимер молекулалар кўринишида мавжуд бўлади. Гелий фтор ва хлор билан икки атомли молекулалар  $\text{He}^+\text{F}$ , фторидларни  $\text{HeF}$ , хлоридларни  $\text{HeCl}$  ҳосил қилади, чунки эксимер молекулалар электр разрядлари ёки ультрабинафша нурлар таъсирида ҳосил бўлади. Гелийнинг литий билан эксимер кимёвий бирикмаси  $\text{LiHe}$  фанда яхши маълум.

**Олиниши.** Гелий табиий гелий ташувчи ёнилғи газлардан олади.  $\text{CO}_2$  дан тозаланган қуруқ газ иссиқлик алмаштиргич ва сепаратор системасига ўтказилади, бу ерда  $-28$ ,  $-41$  ва  $-110^\circ\text{C}$  температурадаги конденсация ёрдамида углеводородларнинг аҳамиятли қисми ажралади. Олинган буг суюқлик аралашмаси дросселланади ва бунинг натижада аралашмада гелийнинг миқдори 3% гача бойитилади. Кейинги дросселлашда эса сўнгги бойитиш амалга оширилади – аввалига унинг миқдори 30-50% гача бўлади. –  $203^\circ\text{C}$  температурада қайнаётган азот билан совутилиб 90% гача етади. Ярим тайёр He ни (70-90% ҳажм бўйича)  $\text{H}_2$  (4-5%) дан  $\text{CuO}$  ёрдамида 650-800 K да тозаланади, сўнгра адсорберларда силикагел ёрдамида қуритилади. Охирги тозалаш вакуумда қайнаётган  $\text{H}_2$  билан совутилганда ва кўшимчаларни суюқ азот ( $\text{N}_2$ ) билан совутилади адсорберда фаоллаштирилган кўмир билан адсорбция қилиш орқали амалга оширилади.

**Ишлатилиши.** Газ ҳолатидаги гелий куйидаги ҳолатларда қўлланилади: металлларни пайвандлашда, кесишда ва эритишда ҳимоя муҳити сифатида, ТВЭ лар ишлаб чиқаришда, ракета ёқилғисини бир жойдан иккинчи жойга ҳайдашда, ярим ўтказгичли материаллар ишлаб чиқаришда; озиқ-овқат маҳсулотларни консервациялашда; ядро реакторларида иссиқлик ташувчи сифатида; дирижабл ва азростатларни тўлдиришда; вакуум техникасида ишлатилади. Суюқ He дан – экспериментал физикада совитувчи агент сифатида, ўлчов ва ҳисоблаш техникаси учун юқори ўтказгичли материаллар тайёрлашда, юқори ўтказгичли магнитларда ишлатилади.

Инертлиги сабабли гелий металлларни эритишда, кесишда пайвандлашда ҳимоя атмосферасини ҳосил қилишда ҳам ишлатилади. Гелий бошқа инерт газ-аргонга нисбатан паст электр ўтказувчандир, шунинг учун гелий атмосферасидаги электр ёй юқори температура беради, бунда электр ёйи ёрдамида пайвандлаш тезлиги ошади. Юқори бўлмаган зичлиги ва ёнмаслиги ҳисобига гелий стратостатларни тўлдиришда ишлатилади. Юқори иссиқлик ўтказувчанлиги, унинг кимёвий инертлиги ва нейтронлар билан камдан-кам ядро реакциясига киришиш қобилияти гелийни атом реакторларини совутиш учун ишлатиш имконини беради. Суюқ гелий Ердаги энг совуқ суюқлик ва у ҳар хил турдаги тадқиқот ишларини амалга оширишга хизмат қилади. Радиофаол минераллар абсолют ёшини аниқлаш усуллари гелийнинг миқдорини аниқлашга асосланган. Гелийнинг қонда яхши эримаслиги унинг сунъий ҳавонинг таркибий қисми сифатида ишлатиш имконини беради ва у сув ости ғоввосларига нафас олиш учун берилади (азотнинг гелийга алмаштирилиш кессонли касалликларни олдини олади). Келгусида коинот ракетаалар кабиналари атмосферасида гелийнинг қўлланилиш имконияти ўрганилмоқда.

### 3. ЛИТИЙ (лот. “lithium”) Li, Менделеев даврий жадвалининг 1 гуруҳ элементи, атом

тартиб рақами 3, атом массаси 6,941, ишқорий металллар синфига мансуб. Табиатдаги литий иккита ўзгармас доимий изотопдан ташкил топади –  ${}^6\text{Li}$  (7,42%) ва  ${}^7\text{Li}$  (92,58%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^1$ .

Литий 1817 йилда швед кимёгари ва минерологи Иоган Арфведсон томонидан биринчи марта минерал петалит,  $(\text{Li}, \text{Na})[\text{Si}_4\text{AlO}_{10}]$ , кейинчалик сподумендан  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  ва лепидолитдан  $\text{KLi}_{1.5}\text{Al}_{1.5}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F}, \text{OH})_2$  кашф этилган.



Иоган Арфведсен  
(1792-1811)



Гемфри Деви  
(1778-1829)

Литий металлени биринчи бўлиб Гемфри Дэви (1778-1829) 1825 йилда ажратиб олди. У ўзининг номини «Тош»ларда (грек. *litos* – “тош”) учраганлиги учун ҳам унга литий деб ном берган.

**Табиатда тарқалиши.** Литий ўзининг геохимёвий хоссаларига кўра катта ионли литофиль элементлар туркумига киради, улар қаторида калий, рубидий ва цезий ҳам бор. Литий ернинг устки континентал қаватидаги миқдори 21г/т ни, денгиз сувида эса 0,17 мг/л ни ташкил этади.

Таркибида литий элементи мавжуд 150 яқин минераллар маълум. Уларнинг кўп қисмини силикатлар ва фосфатлар ташкил қилади. Саноат миқёсида эса бешта минерал аҳамиятлидир: сподумен  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  ёки  $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ; лепидолит  $\text{KLi}_{1,5}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{F},\text{OH})_2]$ ; циннвальдит  $\text{KLiFe}_{11}\text{Al}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ ; петалит  $(\text{Li},\text{Na})\text{AlSi}_4\text{O}_{10}$ ; амблигонит  $\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{F},\text{OH})$ . Чили, Боливия, АҚШ, Аргентина, Конго, Хитой, Бразилия, Сербия, Австралия каби мамлакатларда кўплаб литий таркибли конлар мавжуд.

Россиянинг умумий литий захирасининг 50% дан зиёд захиралари камёб металлларга бой бўлган Мурманск вилоятидаги конларда жойлашган.

**Физикавий хоссалари.** Литий – кумушсимон ок металл, тезда нитрид  $\text{Li}_3\text{N}$  ва оксид  $\text{Li}_2\text{O}$  таркибли кўнғир-қулранг қават (налет) билан осонгина қопланади. Одатдаги ҳароратда литий кубсимон ҳажмли марказлашган панжара кўринишда кристалланади,  $a = 3,5098 \text{ \AA}$ . Атом радиуси  $1,57 \text{ \AA}$ , ион радиуси  $\text{Li}^+$   $0,68 \text{ \AA}$ .  $-195 \text{ }^\circ\text{C}$  температурадан пастда литий панжараси гексагонал зич ўрамлидир. Литий металллар орасида энг энгил металл; зичлиги  $0,534 \text{ г/см}^3$  ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ );  $t_{\text{суюк}} 180,5^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қай}} 1317^\circ\text{C}$ . Солиштира иссиқлик сиғими ( $0-100 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада)  $3,31 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ , яъни  $0,790 \text{ кал/(г} \cdot \text{град)}$ ; чизикли кенгайишнинг термик коэффициентлари  $5,6 \cdot 10^{-5}$ . Солиштира электр қаршилиги ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада)  $9,29 \cdot 10^{-4} \text{ ом} \cdot \text{м}$  ( $9,29 \text{ мком} \cdot \text{см}$ ); Электр қаршилигининг температуравий коэффициентлари ( $0-100^\circ\text{C}$  оралиғида)  $4,50 \cdot 10^{-3}$ . Литий парамагнит хоссали, пластик, эгилувчан, чўзилувчан металл, осонгина сим бўлиб чўзилади. Моос бўйича қаттиқлиги  $0,6$  ( $\text{Na}$  ва  $\text{K}$  дан қаттиқ), оддий ош пичоғи билан осон кесилади. Босимнинг (истечения) ташқарига чиқиши ( $15-20 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $17 \text{ Мн/м}^2$  ( $1,7 \text{ кгс/мм}^2$ ). Эгилувчанлик модули  $5 \text{ Гн/м}^2$  ( $500 \text{ кгс/мм}^2$ ), Чўзилгандаги мустаҳкамлиги  $116 \text{ Мн/м}^2$  ( $11,8 \text{ кгс/мм}^2$ ), нисбий чўзилувчанлиги  $50-70\%$ . Литий  $\rho=0,534^{20}$ ;  $0,507^{200}$  (с);  $0,441^{1000}$  (с);  $c_p=3,55^{25}$ ;  $3,31^{0-100}$ ;  $C_p^0=24,63$ ;  $S^0=29,10$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}}=4,2$ ;  $\rho=0,01^{538}$ ;  $0,1^{629}$ ;  $1^{744}$ ;  $10^{894}$ ;  $100^{1098}$ ; Литий буғлари алангани турли рангларга бўйаш хусусиятига эга.

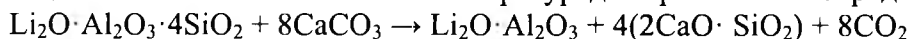
**Кимёвий хоссалари.** Литий атомининг ташқи қават электрон конфигурацияси  $2s^1$ ; барча маълум бўлган бирикмаларида бир валентли. Кислород билан таъсирлашганда ёки ҳавода киздирилганда (мовий аланга ҳосил қилиб ёнади) оксидни  $\text{Li}_2\text{O}$  (пероксиди  $\text{Li}_2\text{O}_2$  фақатгина билвосита йўл билан олинади) ҳосил қилади. Сув билан бошқа ишқорий металлларга қараганда нисбатан пастроқ энергия билан таъсирлашади ва гидрооксидни  $\text{LiOH}$  ва водородни ҳосил қилади. Минерал кислоталар  $\text{Li}$  ни жуда осон эритади (кучланишлар қаторида биринчи ўринда туради, унинг нормал электрод потенциали –  $3,02 \text{ в}$ ).

Литий галогенлар билан бирикади (йод билан киздирилганда) ва галогенидларни ҳосил қилади (энг муҳим бирикмаси – литий хлорид). Олтингугурт билан киздирилганда литий сульфидини  $\text{Li}_2\text{S}$ , водород билан гидридни ҳосил қилади. Азот билан литий хона ҳароратида секинроқ таъсирлашади,  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ да эса осон ва литий нитридини  $\text{Li}_3\text{N}$  ҳосил қилади. Фосфор билан литий тўғридан тўғри таъсирлашмайди, аммо махсус шароитларда фосфидлар ҳосил бўлиши мумкин. Литийни углерод билан бирга киздириш натижасида литий карбиди  $\text{Li}_2\text{C}_2$ , кремний билан – литий силицид ҳосил бўлишига олиб келади. Литийнинг бинар бирикмалари –  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{LiH}$ ,  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{Li}_2\text{C}_2$ ,  $\text{LiCl}$  ва бошқалар, ҳамда  $\text{LiOH}$  жуда реакцияга тез киришувчан; киздирилган ёки суюкланган ҳолатида улар кўплаб металлларни, чиннини, кварцни ва бошқа материалларни емиради. Литийнинг карбонати, фториди  $\text{LiF}$ , фосфати

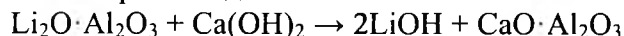
$\text{Li}_3\text{PO}_4$  ва бошқа бирикмалари ҳосил бўлиш шароити ва хоссаларига кўра магний ва кальций хоссаларига яқиндир.

Литий кўп сонли литий органик бирикмаларни ҳосил қилади ва булар органик синтезда муҳим роль ўйнайди.

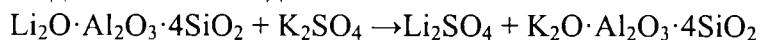
**Олиниши.** Литийнинг бирикмалари литийли рудаларни бойитилган концентратларни гидрометаллургик қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлади. Асосий силикатли минерал – сподумен оҳактошли, сульфатли ва сульфат кислотали усулларда қайта ишланади. Аввалига сподуменнинг оҳактош билан 1150- 1200°C температурада парчаланиши боради:



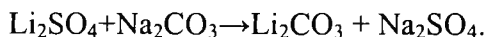
Қиздирилган сув ва кўп миқдордаги оҳактош билан ишқорлашда литий алюминат литий гидроксидни ҳосил қилиб парчланади:



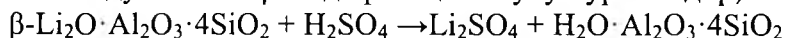
Сульфатли усулда сподуменни ( ва бошқа алюмосиликатлар) калий сульфат билан қиздирилиб бириктирилади ва яхлитланади:



Литий сульфат сувда эритилади ва унинг сода билан эритмасидан литий карбонат ҳосил бўлиб, сўнг чўктирилади:



Сульфат кислотали усулда ҳам аввал литий сульфат эритмаси олинади, кейин литий карбонатни; сподуменни сульфат кислота билан 250-300 °C температурада парчланади (бу ерда, реакция фақатгина сподуменнинг  $\beta$ -модификацияси учун ўринлидир):



Агарда уларда  $\text{Li}_2\text{O}$  миқдори 1% дан кам бўлмаса, ушбу усул сподумен билан бойитилмаган рудаларни қайта ишлаш учун қўлланилади. Литийнинг фосфатли минераллари осонгина кислоталар билан парчланади, бироқ янги усуллар ёрдамида уларни гипс ва оҳактош аралашмаси билан 950-1050 °C температурада қиздирилади ва у сувли қайта ишлаш ва литий карбонатни чўктириш орқали парчланади.

Литий металлни эриган литий ва калий хлоридлари аралашмасидан электролиз қилиш орқали 400-460 °C температурада (компонентларнинг оғирлик нисбатлари 1:1 олинади. Электролиз ванналари суюқланган электролитга чидамли бўлган магнезит, алунд, муллит, тальк, графит ва бошқа метериаллар билан қопланади; анод сифатида графитли, катод сифатида темирли стерженлар хизмат қилади. Қорасимон литий металл механик бирикмалар ва қўшимчаларни (K, Mg, Ca, Al, Si, Fe, аммо асосан Na) ўз таркибида бириктиради. Қўшимчалар қайта эритиш орқали паст босимда рафинациялаш усулида тозаланиб йўқотилади. Ҳозирги кунда металлотермик усулларга катта аҳамият берилган.

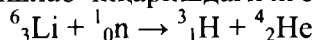
**Қотишмалар.** Қўрғошин-кальцийли подшипник қотишмалар таркибига 0,04 % литийни қўшиш уларнинг қаттиқлигини, мустаҳкамлигини оширади ва ишқаланишни камайтиради.

Al-Li ли, ҳамда таркибида Cd бўлган қотишмаси авиацияда ўзининг амалий қўлланилишини топган. Одатдаги алюминийли қотишмалардан 3% енгил, юқори эгилувчанликка эга (алюминийга нисбатан 8% га юқори) ва 204°C температурагача бўлган ҳароратга бардош бера олади.

Литийнинг магнийдаги қўшимчалари билан бирикиб олинган қотишмалари уларнинг ишлашини яхшилади, магнийнинг зичлигини пасайтиради; магний-литий қотишмалари етарли бўлмаган тақдирда занглаш ва емирилишга қодир бўлади.

Унинг озгина миқдори (0,05% атрофида) кўрғошинни куйиш жараёнини енгиллаштиради, асосан ковушқоклигини, каттиклигини ва мустаҳкамлигини йўқотмаган ҳолда яхшилади. Германияда подшипникли қотишма Pb-Li- «банметалл» темир йўл транспортлари жихозлари учун кенг қўлланилади. Бундай қотишма таркибида 0,73% Ca, 0,58% Na ва 0,04% Li, қолган 98,65%ини – Pb ташкил этади.

**Ишлатилиши.** Литийнинг муҳим қўлланилиш соҳаси – ядро энергетикаси.  ${}^6\text{Li}$  изотопи тритийни куйидиги реакция асосида ишлаб чиқаришдаги ягона манбадир:



Иссиқлик нейтронларининг ( $\sigma$ ) литий изотоплари билан забт этиш кесими кескин фаркланади:  ${}^6\text{Li}$  945,  ${}^7\text{Li}$  0,033; табиий аралашма учун 67 (барнада); Литийнинг техник қўлланилиши бўйича бу жуда муҳим – реакторларнинг ҳимоя системаси учун назорат стерженларини тайёрлайди. Суюқ ҳолатдаги литий ( ${}^7\text{Li}$  изотопи кўринишида) уран реакторларида иссиқлик ташувчи бўлиб ишлатилади. Суюқланган  ${}^7\text{LiF}$  гомоген реакторларда U ва Th бирикмалари эритувчиси сифатида ишлатилади. Литий бирикмаларининг энг катта харидори силикат саноатидир, бу ерда литий минералларини, LiF,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  ва кўплаб махсус олинадиган бирикмалар ишлатилади. Қора металлургияда литий, унинг бирикмалари ва қотишмалари кўп маркали қотишмаларни юқори ҳароратда эритиб, ачитишда, легирлаш ва модификациялаш учун кенг қўлланилади. Рангли металлургияда литий билан қотишмаларни яхши структура, пластикликка ва юқори мустаҳкамликка эга бўлиши учун қайта ишланади. Алюминийли қотишмалар ҳаммага яхши маълум, улар таркибида озгина, яъни 0,1% литий бўлади, аэрон ва склерон; енгиллигидан ташқари, улар юқори мустаҳкамликка, пластикликка, коррозияга қарши турғунликка эга бўлган ва авиасозлик учун жуда муҳим саналади. Литий бирикмаларини пластик сургичлар (мазлар) олиш учун ҳам ишлатилади. Литий, бундан ташқари, ҳаво кондиционерлари ситемасида намликни мўтадиллаштириш ва карбонат ангидридни йўқотиш учун хизмат қилади. Аҳамияти бўйича литий замонавий техникада – муҳим, енгил, камёб металллардан бири ҳисобланади.

**4. БЕРИЛЛИЙ** - (лот. “beryllium”) Be, кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 4, атом масса 9,0122; енгил ёрқин-қулранг металл. Ягона доимий изотопга  ${}^9\text{Be}$  эга. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2$ .

1798 йилда оксид кўринишида  $\text{BeO}$ , берилла минерали таркибидан Л. Воклен томонидан кашф этилган. Бериллий металлни биринчи бўлиб 1828 йилда Ф. Велер ва А. Бюсси бир-биридан хабарсиз равишда кашф этишди. Бериллийнинг айрим тузлари ширин

таъмли, уни биринчи бўлиб “глюциний” деб номлашган (грек. “glykys” – “ширин”) ёки “глиций”. Glicinium номи (Gl белгиси) Бериллий номи билан биргаликда фақатгина Франция давлатида ишлатилади.

**Табиатда тарқалиши.** Бериллий енгил камёб металлларга тегишлидир, унинг ер қобиғидаги миқдори масса жиҳатидан  $2,6 \cdot 10^{-4}$  %. Денгиз сувида  $6 \cdot 10^{-7}$  мг/л миқдорда бериллий бор. Бериллийнинг 40 га яқин минераллари мавжуд. Бериллий таркибли асосий минераллар: берилл  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ , фенакит  $\text{Be}_2\text{SiO}_4$ , бертрандит  $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$  гелвин  $(\text{Mn, Fe, Zn})_4[\text{BeSiO}_4]_3\text{S}$ , хризоберилл



Фредрих Вёлер  
(1800-1882)

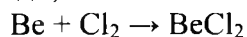


Луис Воклен  
(1763-1829)

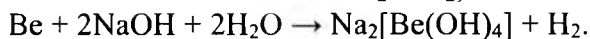
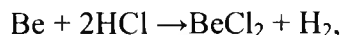
$\text{AlBeO}_4$ . Бошқа металл катионлари кўшимчалари билан бўялган берилнинг турлари – қимматбаҳо жавохир тошлар, масалан, яшил изумруд, мовий аквамарин, гелйодер, воровъевит ва бошқалар.

**Физикавий хоссалари.** Бериллийнинг кристалл панжараси гексагонал зич жойлашган даврлар кўринишида  $a=2,855\text{\AA}$  ва  $c = 3,5840\text{\AA}$ . Зичлиги  $1,8477\text{ г/см}^3$ , эриш температураси  $1551^\circ\text{C}$ , кайнаш температураси  $3243^\circ\text{C}$ , ички эриш иссиқлиги  $250-275\text{ кал/г}$  (металлар ичидаги энг юкори кўрсаткич), чизикли кенгайиш коэффициентлари  $10,3-131$  ( $25-100^\circ\text{C}$ ), бўйлама эгилювчанлик модули (Юнг модули)  $300\text{ ГН/м}^2$  ( $3,104\text{ кг*с/мм}^2$ ), чўзилгандаги мустаҳкамлик  $200-550\text{ МН/м}^2$  ( $20-55\text{ кг*с/мм}^2$ ), оқувчанлик чегараси  $250-600\text{ МН/м}^2$  ( $25-60\text{ кг*с/мм}^2$ ), чўзилишдаги мустаҳкамлик –  $400-800\text{ МН/м}^2$  гача ( $40-80\text{ кг*с/мм}^2$ ), нисбий чўзилувчанлиги –  $4-12\%$  гача, урилгандаги ковушқоклик  $10-50\text{ кДж/м}^2$  ( $0,1 - 0,5\text{ кгс.*м/см}^2$ ), мўрт ҳолатдан пластик ҳолатга ўтиш температураси  $200-400^\circ\text{C}$ , каттиклик НВ  $60-85$  (Иссиқ прессланган Ве учун), иссиқлик сиғими  $b - \text{Ве учун } 16,44\text{ Дж/(моль*К)}$ ,  $v - \text{Ве учун } - 30,0\text{ Дж/(моль*К)}$ ; Бериллий;  $c_p = 2,01^{0-100}$ ;  $C_p^0 = 16,4$ ;  $S^0 = 9,54$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{сутук}} = 14,7$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 309$ ;  $\Delta H_{\text{хайд.}} = 333^{25}$ ;  $\rho = 0,01^{1091}$ ;  $0,1^{1361}$ ;  $1^{1548}$ ;  $10^{1785}$ . Бериллий бошқа металларга нисбатан юкори иссиқлик сиғимига эга –  $1,80\text{ кДж/(кг.*К)}$  ёки  $0,43\text{ ккал/(кг.*}^\circ\text{C)}$ , юкори иссиқлик ўтказувчанлик –  $178\text{ Вт/(м*К)}$  ёки  $0,45\text{ кал/см*сек*}^\circ\text{C}$  ( $50^\circ\text{C}$ ) кичик электр каршилиги –  $3,6-4,5\text{ мкОм*см}$  ( $20^\circ\text{C}$ ). Бериллийнинг нисбий қаттиқлиги – ( $5,5$  бал Моос шкаласи бўйича), аммо у мўрт металл, кумушсимон оқ рангда. Тоза ҳолатда энг қаттик металлардан бири (фақатгина осмий, вольфрам ва урандан кейин). Юкори модулли эгилювчанликка эга –  $300\text{ ГПа}$  (котишмаларида –  $200-210\text{ ГПа}$ ). Ҳавода фаол ҳолатда оксид пардаси билан копланди – ВеО. Бериллийда бошқа металларга нисбатан 2-3 марта кўпроқ товуш тўлқинлари яхши тарқалади –  $12600\text{ м/с}$ .

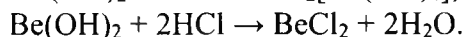
**Кимёвий хоссалари.** Бериллий кўпгина хоссаларига кўра магнийга, асосан алюминийга ўхшайди. Бериллий ва алюминийнинг хоссалари яқинлиги ионлар учун  $\text{Be}^{2+}$  ва  $\text{Al}^{3+}$  бир хил катион заряди унинг радиусига нисбати билан тушунтирилади. Бериллий ҳавода, алюминий сингари, бериллийга тиник бўлмаган (матовий) ранг берадиган оксид пардаси билан копланган. Оксид пардасининг бўлиши металлни ташқи таъсирлардан ҳимоя қилади ва унинг хона ҳароратидан юкори бўлмаган кимёвий фаоллигини ифодалайди. Қиздирилганда бериллий ҳавода ёниб, ВеО оксидни ҳосил қилади, олтингугурт ва азот билан таъсирлашади. Бериллий галогенлар билан одатдаги ҳароратда ёки пастроқ ҳароратда киздирилганда ўзаро таъсирланиб бирикади, масалан:



Бу каби барча реакциялар кўп миқдордаги иссиқлик чиқиши билан боради, чунки ҳосил бўладиган бирикмаларнинг кристалл панжараси ( $\text{BeO}$ ,  $\text{BeS}$ ,  $\text{Be}_3\text{N}_2$ ,  $\text{BeCl}_2$ ) жуда катта. Бериллий стандарт потенциалларга кўра водороддан чапроқда бўлса ҳам, юзасида мустаҳкам оксид пардасининг борлиги учун сув билан реакцияга киришмайди ва таъсир қилмайди. Алюминий сингари бериллий ҳам кислоталар ва ишқорлар билан реакцияга киришмайди, ўзаро таъсирланмайди:

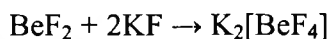


Бериллий гидроксиди  $\text{Be}(\text{OH})_2$  – сувда эримайдиган бирикма. У амфотерлик хоссаларини намоён қилади:

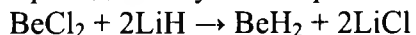


Кўпгина бирикмаларда бериллий 4 координацион сонини намоён қилади. Масалан, каттик  $\text{BeCl}_2$  структурасида кўприк кўринишидаги хлор атомлари билан занжирлар мавжуд. Мустаҳкам тетраэдрик анионларнинг ҳосил бўлиш ҳисобига бериллийнинг кўпгина бирикмалари бошқа металл тузлари билан реакцияга киришади:





Водород билан бериллий тўғридан-тўғри реакцияга киришмайди. Бериллий гидриди  $\text{BeH}_2$  – эфир эритмасида амалга ошириладиган куйидаги реакция натижасида олинади:



Бериллий гидроксидига  $\text{Be}(\text{OH})_2$  карбон кислота эритмалари билан таъсир қилганда ёки бериллий тузларини буғлатиш орқали бериллийнинг оксид тузлари олинади, масалан, оксиацетат  $\text{Be}_4\text{O}(\text{CH}_3\text{COO})_6$ . Бу бирикмалар тетраэдрик гуруҳда бўлиб, ўз таркибида  $\text{Be}_4\text{O}$  бор бўлади ва унинг олтита бўғинида ацетат гуруҳлари жойлашади. Бу каби бирикмалар бериллийни тозалашда катта аҳамиятга эгадирлар, чунки улар сувда эримайди, аммо органик эритувчиларда яхши эрийди ва вакуумда осон ҳайдалади. Юқори кимёвий фаолликка эгадир, аммо у металл устида юпка оксид  $\text{BeO}$  пардаси ҳосил қилиш сабабли ҳавода турғундир.  $800^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда қиздирилганда осон оксидланади. Сув билан  $100^\circ\text{C}$  температурагача деярли таъсирлашмайди. Фторид,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  аралашмасида осон эрийди, камрок миқдорда конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва суюлтирилган.  $\text{HNO}_3$  билан реакцияга киришади, конц.  $\text{HNO}_3$  билан таъсирлашмайди. Ишқорларнинг сувли эритмаларида эриб, бериллат тузларини ҳосил қилади. Хона ҳароратида  $\text{F}$  билан, юқорироқ температурада бошқа галогенлар ва водородсульфид билан таъсирлашади.  $650^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда  $\text{N}_2$  билан таъсирлашиб,  $\text{Be}_3\text{N}_2$  бериллий нитридини,  $1200^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада углерод билан бериллий карбидини  $\text{Be}_2\text{C}$  ҳосил қилади.  $\text{H}_2$  билан бериллий амалда деярли реакцияга киришмайди.

Юқори температурада кўплаб металллар билан таъсирлашиб бериллидларни ҳосил қилади. Эриган ҳолатда  $\text{Be}$  кўплаб оксидлар, нитридлар, сульфидлар ва карбидлар билан ҳам таъсирлашади.

**Олиниши.** Саноатда  $\text{Be}$  ва унинг бирикмаларини бойитишда 3 хил усул (1) кўлда саралаш; 2) тикланмайдиган; 3) флотация) мавжуд. Қайта ишлашда эса бериллий гидроксидга ўтказиш  $\text{Be}(\text{OH})_2$  ёки сульфат ионига ўтказиб  $\text{BeSO}_4$  қайта ишлаш орқали бериллий олинади.

Ҳозирги кунда ишлаб чиқаришда 2 та усул кенг саноатда қўлланиб келинмоқда.

1) **фторидли усул:** майдаланган бериллийни  $700\text{--}750^\circ\text{C}$  температурада  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  ва  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  билан куйдириб бириктирилади ва бунда тетрафторобериллат натрий ҳосил бўлади:

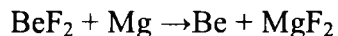


Ҳосил бўлган натрий фторбериллатлари  $\text{Na}_2\text{BeF}_4$  ва  $\text{NaBeF}_3$  сув билан аралашмада ишқор билан қайта ишланади. Эритмага  $\text{NaOH}$  ( $\text{pH} = 12$ ) кўшилганда  $\text{Be}(\text{OH})_2$  чўкмага тушади.

2) **сульфатли усул:**  $750^\circ\text{C}$  берилл оҳактош ёки бўр ( $\text{Na}$  ёки  $\text{Ca}$  карбонат) билан куйдирилиб бириктирилади, куйинди бирикма концентранган қайноқ сульфат кислота эритмаси билан қайта ишланади. Ҳосил бўлган эритмага  $\text{BeSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ва бошқа металллар  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  билан таъсирланганда бу эса ўз навбатида, катта миқдордаги  $\text{Al}$  ни  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  кўринишида ажралишига олиб келади. Сўнг қолган эритманинг концентрацияси бироз ортиқча миқдордаги  $\text{NaOH}$  эритмаси билан ишланади, натижада  $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$  ва  $\text{Na}$  алюминат таркибли эритма пайдо бўлади; қайнатилганда эритмада гидроксобериллатнинг парчаланиши натижасида  $\text{Be}(\text{OH})_2$  чўкмага тушади, алюминатлар эса эритмада эриган ҳолда қолади).

Бундан ташқари, бериллни хлорлаш ёки фосген таъсир қилиш орқали ҳам ажратиб олиш усули маълум. Кейинги жараён  $\text{BeF}_2$  ёки  $\text{BeCl}_2$  ни ажратиб олиш мақсадида кейинги жараён амалга оширилади.

Магний ёрдамида бериллий фториди қайтарилиб, у металл ҳолидаги береллий олинади ва магний фторид ҳолига ўтади.



Бу реакция юқори температурада ( $900\text{-}1300^\circ\text{C}$ ) ёки  $350^\circ\text{C}$  температурада унинг хлоридини натрий хлорид аралашмаси билан электролиз қилиб олинади. Олинган металл вакуумда қайта эритилади: юқори тозаликдаги металл (99,98% гача) дистилляция орқали олинади, кам миқдордагиси эса – зонали эритиш (пластик кўринишидаги бериллий, 10-4% кўп бўлмаган миқдорда таркибидаги қўшимчалар, кўп маротаба зонали эритиш орқали (8 мартагача) қўллаш жуда тоза юқори пластиклик Ве олинади ( $d=140\%$ )) ва ҳатто электролитик рафинация қўлланилади. Ве нинг сифатли қўймаларини олиш қийин бўлганлиги сабабли маҳсулотларни кукунли металлургия ёрдамида олинади. Инерт муҳитда Ве ни кукун қилиб майдалайди ва  $1140\text{-}1180^\circ\text{C}$  вакуумда иссиқ ҳолида прессланади; кукуннинг донлари қанча майда бўлса, металлнинг мустаҳкамлик ва пластиклик қобилияти жуда юқори бўлади. Иссиқ ҳолда пресшлашда ҳаво билан таъсирлашишининг олдини олиш учун бериллийни пўлатли қобикларга солиб,  $800\text{-}1100^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилади ва шундай ҳолатда босим билан қайта ишланади. Прутларни, трубаларни ва бошқа профилларни  $800\text{-}1050^\circ\text{C}$  температурада (ҳарорат остида қисиш) сиқиш ёки  $400\text{-}500^\circ\text{C}$  иссиқ сиқиш орқали олинади. Ве дан тайёрланган юпка листларни (ракета саноатида ишлатиладиган маҳсулотнинг асосий тури) иссиқ пресшлашди прокатлаш ёки  $760\text{-}840^\circ\text{C}$  температурада узунлиги бўйича сиқилган ҳолда олинади. Сиқиш жараёнидаги сиқилиш даражаси 5:1 ва ундан ҳам юқорироқ бўлиши керак. Ҳарорат остида сиқиш билан нафақат думалоқ ёки квадрат кесимдаги буюмларни, балки мураккаб профилдаги буюмларни ҳам олиш мумкин.

**Қотишмалар.** Мисли бериллийли бронзалар (0,5-2% Ве) қотишмалари муҳим аҳамиятга эга.

Мисли ва мисникелли қотишмалари Ве нинг мустаҳкамлигини ошириш учун қўшилса, магнийли ва алюминийли бериллий қотишмалари оловбардош ва оксидланишга бардошлилигини ошириш учун қўлланилади.

**Ишлатилиши.** Бериллий асосан турли қотишмаларга легирловчи қўшимча сифатида қўшилади. Бериллийнинг қотишмаларга легирланиб аралашмаси унинг қаттиқлигини ва мустаҳкамлигини, шу қотишмалардан тайёрланган маҳсулотларнинг коррозия турғунлигини оширади. Бериллий рентген нурларини камроқ ютади, шунинг учун ундан рентген трубкаларига туйнук ва дарчалар тайёрланади. Атом реакторларида бериллийдан нейтронларни қайтарувчи тайёрлашда, ундан нейтронларни секинлаштиргич сифатида ҳам қўлланилади.

Бериллийдан атом реакторларида иссиқлик ўтказадиган элементларнинг ҳимоя қобикларини тайёрлашда, авиация ва ракета саноати учун конструкцион материал сифатида (масалан, юқори товушли самолётларнинг ўрамларини, ракеталарнинг тумшук қисмларини) ишлатилади.

**5. БОР** (охирги лот. “borax”- “бура”; лот. “borum”) В, даврий жадвалнинг III гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 5, атом массаси 10,811. Табиатдаги бор иккита турғун барқарор изотоплардан тузилган –  $^{10}\text{B}$  (19,57%) ва  $^{11}\text{B}$  (80,43%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^1$ .



Гемфри Деви  
(1778-1829)

Бор элементини 1808 йилда француз кимёгарлари Гей-Люссак, Л.Тенар ва бир бирларидан беҳабар ҳолда инглиз олими Г.Дэви кашф этган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида борнинг ўртача миқдори масса бўйича  $3 \cdot 10^{-4}\%$ . Шунга қарамай, борнинг 100 га яқин минераллари мавжуд. Элементар ҳолатда бор (В) табиатда учрамайди. У кўп бирикмалар таркибига киради ва у асосан оз миқдорда рудалар таркибида сочма ҳолида кенг тарқалган,



Гей Люссак  
(1778-1850)

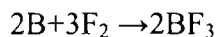
минералларда боросиликатлар ва боратлар кўринишида, ҳамда изоморф қўшимчалар кўринишида кўплаб отилиб чиққан қолдиқ тоғ жинслари таркибига киради. Бор (В) нефт ва денгиз сувларида (денгиз сувида 4,6 мг/л), тузли шўр қўлларда, иссиқ манбаларда ва вулконлар қолдиқларида ҳам учрайди.

Борнинг асосий минераллари қуйидаги кўринишларда намоён бўлади: Датолит  $\text{CaBSiO}_4\text{OH}$ , данбурит  $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , ашарит  $\text{MgBO}_2(\text{OH})$ , гидроборцит  $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , иниоит  $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ , калиборит  $\text{KMg}_2\text{B}_{11}\text{O}_{19} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  ва ҳоказо.

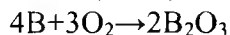
**Физикавий хоссалари.** Бор – рангсиз, қулранг ёки қизил кристалл ёки қўнғир аморф модда. Борнинг 10 дан зиёд аллотропик модификациялари маълум. Маълум бир модификациянинг ҳосил бўлиши ва бир-бирига ўтиши температура билан белгиланади:  $600\text{--}800^\circ\text{C}$  температурада аморф маҳсулот (зичлиги  $2,35 \text{ г/см}^3$ ),  $1000^\circ\text{C}$  температурагача –  $\alpha$ -ромбоэдриқ модификацияси (қизил кристаллар),  $1200^\circ\text{C}$  температурагача –  $\beta$ -ромбоэдриқ (нисбатан турғун форма),  $1500^\circ\text{C}$ гача тетрагональ модификацияси. Эритмаси одатда  $\beta$ -ромбоэдриқ модификацияга кристалланади,  $1500^\circ\text{C}$  температурадан юқорида қолган барча формалари ўтишади.  $1000\text{--}1500^\circ\text{C}$  интервалида турли модификациялар аралашмасини олиш мумкин.  $\beta$ - ромбоэдриқ бор  $t_{\text{суюқ}} = 2075\text{--}2180^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кай}} = 3707^\circ\text{C}$  га эга. Айрим хусусиятига кўра каттиклиги бўйича иккинчи ўринда (олмосдан кейин) туради, бироқ жуда мўрт,  $2000^\circ\text{C}$ дан юқори ҳароратда пластик ҳолатга ўтади.

Бор  $\rho = 2,34$ ;  $c_p = 1,28^{0\text{--}100}$ ;  $C_p^0 = 11,1$ ;  $S^0 = 5,86$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 23$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 530$ ;  $p = 0,01^{2136}$ ;  $0,1^{2358}$ ;  $1^{2625}$ ;  $10^{2957}$ ;

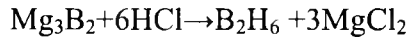
**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий жиҳатдан бор (В) инерт ва хона ҳароратида фақатгина фтор билан таъсирлашади:



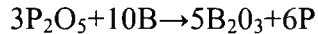
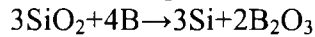
Қиздирилганда бор (В) галогенлар билан таъсирлашиб тригалогенидларни, азот билан бор нитридни  $\text{BN}$ , фосфор билан фосфидни  $\text{BP}$ , углерод билан турли таркибдаги карбидларни ( $\text{B}_4\text{C}$ ,  $\text{B}_{12}\text{C}_3$ ,  $\text{B}_{13}\text{C}_2$ ) ҳосил қилади. Кислород атмосферасида қиздирилганда ёки ҳавода бор (В) юқори иссиқликда ажралиб ёниб,  $\text{B}_2\text{O}_3$  оксидни ҳосил қилади:



Водород билан бор (В) тўғридан-тўғри таъсирлашмайди, аммо кўп сонли турли таркибдаги бороводородлар маълумдир, улар ишқорий ёки ишқорий ер металл боридларини кислоталар билан ўзаро таъсирлашишидан олинади:



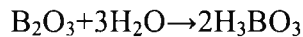
Юқори ҳароратда киздирилганда бор қайтарувчанлик хоссаларини намоён қилади. У кремний ёки фосфор оксидлари таркибидан қайтаришга қодир:



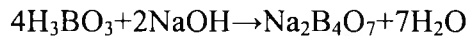
Борнинг бу хоссаси бор оксидидаги  $\text{B}_2\text{O}_3$  кимёвий боғларнинг жуда мустаҳкамлиги билан ифодаланади.

Оксидловчилар таъсири бўлмаганда инерт муҳитда бор (В) ишқор эритмалари таъсирига чидамлидир. Нитрат, сульфат кислоталарнинг иссиқ эритмасида ва зар сувида бор  $\text{H}_3\text{BO}_3$  кислотасини ҳосил қилиб эрийди.

Борнинг оксиди  $\text{B}_2\text{O}_3$ – типик кислотали оксид. У сув билан бор (В) кислотасини ҳосил қилади:



Бор кислотасининг ишқорлар билан таъсирлашишида бор кислотасининг тузлари боратлар ( $\text{BO}_3^{3-}$  ионлари бор) эмас, балки тетраборатлар ҳосил бўлади, масалан:



2014 йилда Германиялик тадқиқотчилар томонидан бисбериллий (диазаборолит) олинган, унда даврий системадаги бошқа элементларга характерли бўлмаган, бериллий ва бор (В) атомлари икки марказли икки электронли боғларни (2с-2е) ҳосил қилади.

**Олиниши.** Бура ва кернитни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан  $100^\circ\text{C}$ да парчалаб, эримайдиган қолдик филтрланади. Филтрат  $15^\circ\text{C}$  температурагача совутилгач, бундай ҳолатда  $\text{H}_3\text{BO}_3$  кристаллари чўкмага тушади; кислотани  $235^\circ\text{C}$  температурада сувсизлантирилади ва  $\text{B}_2\text{O}_3$  ҳосил бўлади. Аморф ҳолатидаги борни  $\text{B}_2\text{O}_3$ ни магний, Na, Ca, Zn, K ёки Fe билан қайтариш орқали, кристалл ҳолдаги – бор (В) галогенларини водород билан қайтариш орқали ёки бор галогенидларини ёки гидридларини  $1000\text{--}1500^\circ\text{C}$  температурада парчалаб олинади. Бундан ташқари, бор  $\text{Na}[\text{BF}_4]$  ёки  $\text{K}[\text{BF}_4]$  эритмасини электролиз қилиб олинади, тоза кристалл ҳолдаги бор (В) (0,05 % дан кам қўшимчаларга эга бўлган) эса  $\text{VBr}_3$  тантал ёки вольфрам сим ва водород иштирокида  $1300^\circ\text{C}$  атрофида ёки  $\text{B}_2\text{H}_6$  и  $\text{VI}_3$ ларни  $700\text{--}1000^\circ\text{C}$  температурада парчалаш орқали олинади. Юқори даражада тозаликдаги бор ( $10^{-3}\text{--}10^{-4}\%$  қўшимчалар) зонали суюқлантириш (эритиш) ёки суюқланмасидан монокристалларини ўстириш орқали эришилади.

**Қотишмалар.** Коррозияга чидамли ва иссиқликка турғун қотишмалар таркибига киради, масалан ферробор – Fe ва B (10-20%) қотишмаси.

**Ишлатилиши.** Пўлатнинг таркибига оз миқдорда борнинг қўшилиши пўлатнинг, рангли металл қотишмаларининг механик хоссаларини оширади ва уларнинг структурасидаги майда донадорликни ҳосил қилади. Механик ва коррозия хоссаларини яхшилаш учун пўлатдан тайёрланган маҳсулотлар юзаси бор (В) билан тўйинтирилади. Уни композицион материалларни мустаҳкамлашда (толалар кўринишида), терморезисторлар тайёрлашда яримўтказгич сифатида, иссиқлик нейтронлари ҳисоблагичлари сифатида, иссиқлик энергиясини электр энергиясига айлантиргич сифатида қўлланади. Бор (В) ва унинг қотишмалари ядро реакторларида назорат стерженларини тайёрлашда, нейтронларни ютувчи материал сифатида ҳам ишлатилади.

Бор (В) шиша саноатида, юувчи воситаларни олишда, эмал, глазур, гербицидлар, металлургик флюслар ишлаб чиқаришда ҳам ишлатилади.

**6. УГЛЕРОД** (Carboneum, лот. “carbo” – “кўмир”) С – кимёвий элементлар даврий жадвали IV гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 6, атом массаси 12,011. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^2$ .

**Тарихий маълумотнома.** Графит, олмос ва аморф ҳолатдаги углерод қадим тарихдан маълум. Маълумотларга қараганда, графит билан бошқа материалларни маркировать қилиш мумкин ва унинг номи «графит» грек тилидан келиб чиққанда, «ёзмок» маъносини бериши, А.Вернер томонидан 1789 йилда таклиф қилинган. Аммо графитнинг



Карл Шееле  
(1742-1786)

тарихи анча чигал, айрим ҳолларда физик хоссаларига кўра ўхшаш бўлган моддаларни графит деб ўйлашган, масалан, молибденит (молибден сульфиди), бир вақтда графит деб адашишган. Графитнинг бошқа номлари ичида «кора кўрғошин», «карбидли темир», «кумушсимон кўрғошин» ҳам маълум. 1779 йилда К.Шееле графитни ҳаво билан оксидлаб, карбонат ангидридни ҳосил қилишини аниқлади.



Альфред Вернер  
(1868-1919)

Ҳиндистонда биринчи олмослар

кўлланилишини ҳаёт фаолиятида оддий хиндулар аниқлашган. 1725 йилда Бразилияда эса қимматбаҳо тошлар тижорат ишларида муҳим савдода аҳамият касб этиши маълум бўлган. Жанубий Африкадаги конлар 1867 йилда иш бошлаб олмос бўйича тижорат бошланиб кетган. XX асрдан бери олмосни асосий ишлаб чиқарувчилар ЖАР, Заир, Ботсвана, Намибия, Ангола, Сьерра-Леоне, Танзания ва Россия ҳисобланади. 1970 йилда технологияси шакллантирилган сунъий олмослар саноат микёсида ишлаб чиқарила бошланди. А.Лавуазье томонидан углеродга биринчи марта индивидуал кимёвий элемент сифатида қаралган.

**Табиатда тарқалиши.** Углерод ер қобиғидаги масса микдори бўйича 0,15%. Эркин углерод табиатда олмос ва графит кўринишида бўлади. Углероднинг асосий массаси табиий карбонатлар (оҳақтош ва доломитлар), ёнадиган қазилмалар – антрацит (94-97 % С), кўнғир кўмир (64-80 % С), тошкўмир (76-95 % С), ёнадиган сланецлар (56-78 % С), нефть (82-87 % С), ёнадиган табиий газлар (99 % гача метан), торф (53-56 % С), ҳамда битумлар ва бошқа кўринишда бўлади. Атмосферада ва гидросферада карбонат ангидриди  $CO_2$  кўринишида, ҳавода масса жихатидан 0,046 %  $CO_2$ , океан, денгиз сувларида ~60 марта кўпроқ бўлади. Углерод ўсимлик ва ҳайвонлар таркибига киради (~17,5 %). Одам организмига углерод овқат ёрдамида киради (нормада тахминан 300 г атрофида бир кунда). Одам организмида углероднинг умумий микдори қарийб 21 % га етади (15 кг микдори 70 кг тана массасида). Углерод мушакларнинг масса жихатидан 2/3 қисмини ва суюқ тўқимасининг 1/3 нинг қисмини ташкил этади. Карбонат ангидриди организмдан чиқарилаётган нафас ва пешоб (сийдик) билан чиқарилади.

**Физикавий хоссалари.** Яхши сифатли ёғоч кўмири кўйидагича таркибга эга: 87,5 – 91% углерод, 1,3 – 2% куллар, 5 – 7%  $H_2O$ , 1,8 – 2,5%  $H_2$  ва 1,5 – 6,5%  $O_2$ . Бундай кўмир майдаланганда кора ярқирок юзага, қаттиқ предмет билан зарба таъсирида характерли товушга, тутунсиз ва алангасиз ёниш хусусиятига эга. Аморф углероднинг ҳақиқий зичлиги  $1,475 \text{ г/см}^3$ , кўмирни ҳайдаш температураси ~3600, эриш температураси ~4200°С.

**Шакар кўмири** – юмшоқ ғоваксимон масса.

**Конли кўмир** – куруқ енгил қора кукун. Препаратнинг зичлиги қанча кам бўлса, унинг адсорбцион қобилияти шунча юқори бўлади.

**Фаолланган кўмир** – кичик қора гранулалар ёки кукун, у ғоваклиги билан ажралиб туради. 1 г фаолланган кўмирнинг юзаси 10 – 1000 м<sup>2</sup> бўлиб, препаратнинг юқори адсорбцион қобилиятини белгилайди.

Икки хил кристалл модификацияга эгадир: гексагонал графит ва куб олмос кўринишида.

Графит одатий шароитда термодинамик барқарор. Олмоснинг турғунлик соҳаси юқори босим остида жойлашган, аммо ўтишнинг кинетик қийинлиги ҳисобига графит одатий шароитда ҳам мавжуддир. Қаттиқ углерод (С) учун тартибланмаган структура ҳам тегишлидир ва у «аморф» углерод деб номланади. Шунингдек, ушбу туркумга кокс, чалакокс, ёғоч кўмир, фаолланган кўмир ва бошқалар ҳам киради. Углероднинг барча кўринишлари (С) одатий ноорганик ва органик эритувчиларда эримайди ва суюқланган металлларда эрийди (Fe, Co, Ni, платина гуруҳи металлари ва бошқалар).

**Олмос** – рангсиз, шаффоф, қаттиқ нур синдирувчи, старлича мўрт кристалл модда. Одатда, олмоснинг ташқи кўринишлари кўп тарқалган бўлиб турличадир: октаэдр, додекаэдр ва куб. Олмос табиатда топилган моддалар ичида энг қаттиғи ва энг кам сиқилувчанликка эгасидир. 1000°С температурадан юқори температурада вакуумда ёки инерт атмосферада олмос суюқланмасдан графитга айланади, бу жараён 1750°С температурада тезлашади ва амалга ошади.

**Графит** – кулранг-қора ялтироқ металл каби рангга эга, ташқи кўринишидан ёғли. Атмосфера босимида графит 3700°С температурада ҳайдалади;  $t_{\text{суюк}} \sim 4000^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қай}} - 4200^{\circ}\text{C}$ . «Аморф» углерод ҳар доим таркибида маълум миқдорда қўшимчалар бўлади ва юқори молекуляр ароматик углерод бирикмаси сифатида ҳам ифодаланади. 1500-1600°С температурадан юқори ҳароратда қиздирилганда структурасида заррачаларнинг ўсиши ва тартиблашуви кузатилади, яъни «аморф» углероднинг графитга ўтиши кузатилади. Зичлиги, иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлиги ва электр ўтказувчанлиги «аморф» углеродники графитникига кўра ҳар доим кичкина. «Аморф» углероднинг айрим кўринишлари графит билан таққослаганда юқори реакцион қобилият ва юқори адсорбцион ва фаоллиги билан характерланади.

Углерод (олмос) С; рангсиз. кб.;  $\rho=3,515^{20}$ ;  $t_{\text{суюк}}>3500$ ;  $C_p^{\circ}=6,117$ ;  $S^{\circ}=2,368$ ;  $\Delta H^{\circ}=1,828$ ;  $\Delta G^{\circ}=2,833$ ;

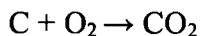
Графит С; кулранг, металл каби ялтироқ, гекс.;  $\rho=2,265^{20}$ ;  $t_{\text{қай}}\approx 3700$ ;  $C_p^{\circ}=8,54$ ;  $S^{\circ}=5,740$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Одатий шароитда углерод кимёвий инертдир, анча юқори температурада кўплаб элементлар билан бирикади, кучли қайтарувчилик хоссаларини намоён қилади. Углероднинг турли формаларини кимёвий фаоллиги қатор бўйлаб пасаяди: аморф углерод, графит, олмос, ҳавода улар 300-501 °С, 600-700 °С ва 850-1000 °С дан юқори температурада алангланади.

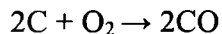
Оксидланиш даражалари +4 (масалан, CO<sub>2</sub>), -4 (масалан, CH<sub>4</sub>), камдан кам +2 (СО, металл карбониллари), +3 (C<sub>2</sub>N<sub>2</sub>); электронга мойиллиги 1,27 эВ.

Углерод ҳосил қилган моддалар – булар типик нометаллар. Уларнинг кимёвий хоссаларини кўмир мисолида кўриб чиқамиз.

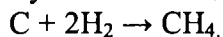
**Кўмир** мўл миқдордаги кислородда ёниб, карбонат ангидриди (углерод (IV) оксиди) ни ҳосил қилади:



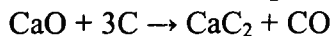
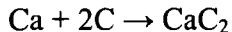
Кислород этишмовчилигида кўмирнинг чала ёнуви амалга ошиб, углерод (II) оксиди – бўғувчи газни ҳосил қилади:



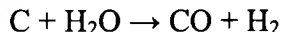
Кўмирнинг водород билан таъсирлашуви натижасида метан олинади:



Кўмир кальций ёки кальций оксиди билан қиздирилганда кальций карбиди  $CaC_2$  ҳосил бўлади:



Қиздирилган кўмир сув билан таъсирлашиб, сув газини ҳосил қилади, яъни бўғувчи газ ва водород аралашмаси:



Қиздирилган сульфат кислотаси кўмирни оксидлайди, бунда карбонат ангидриди ва сув ҳосил бўлади:



Фтор (F) олмос билан таъсирлашмайди. Графитнинг F билан таъсирлашиши  $900^\circ C$  дан юқори температурада, «аморф» C – хона ҳароратида, айрим ҳолларда алангаланиш билан амалга ошади. Тўғридан-тўғри углероднинг Cl билан таъсирлашуви  $C_2Cl_2$  ва  $C_6Cl_6$  ҳосил қилади, фақатгина графитли электродлар орасига электр кутбларни жойлаштириб, курук хлор атмосферасида амалга ошириш керак.

Водород ( $H_2$ ) олмос билан таъсирлашмайди. Катализатор таъсирисиз (Ni, Pt) графит ва аморф C нинг  $600-1000^\circ C$  температурада таъсирлашуви жуда секин амалга ошади ва натижада жараёнда метан ҳосил бўлади.  $1500-2000^\circ C$  температурадан юқори температурада ацетилен  $C_2H_2$  ҳосил бўлади. Температура ва босимга боғлиқ ҳолатда углерод билан  $H_2$  нинг реакцияси маҳсулотлари орасида бундан ташқари этан  $C_2H_4$ , бензол  $C_6H_6$  ва бошқа углеводородлар ҳосил бўлиши мумкин.

Углероднинг азот билан таъсирлашуви ва цианнинг  $(CN)_2$  ҳосил бўлиши фақатгина графитли электродлар орасига электр кутбларни жойлаштириб азот атмосферасида амалга оширилади.

Кўйлаб металллар юқори температурада углерод билан бирикиб, карбидларни ҳосил қилади.

Қиздирилганда углероднинг барча кўринишлари металл оксидларини қайтаради. Бунда эркин металллар ҳосил бўлади (Zn, Cd, Cu, Pb, Sb ва бошқа) ёки карбидлар ҳосил бўлади ( $CaC_2$ , VC, TaC ва бошқа). Шунинг учун ҳам саноатда углерод ҳам арзон, ҳам яхши қайтарувчи, сифатида кенг қўлланилади.

Қайноқ концентрланган ишқорлар ва концентрланган кислоталар хона ҳароратида углероднинг хоҳлаган формасига ҳам таъсир этмайди. Концентрланган  $H_2SO_4$  билан қиздирилганда олмос ва графит билан таъсирлашмайди, аммо  $100^\circ C$  температурадан юқорида «аморф» углерод секин оксидланиб,  $CO_2$  ни ҳосил қилади. Қайноқ концентрланган  $HNO_3$  таъсирида олмос ўзгармайди, аммо графит ва «аморф» углероднинг айрим навлари шишади ёки унинг натижасида бўқади.

**Олиниши.** Олмосларни казиб олишда, майдаланган ва туйилган олмоссимон тоғ жинслари сув оқимида гравитацион бойитишга йўналтирилади. Бойитма ёғли масса суртилган, тебранаётган темир столларга тушади ва унга олмослар ёпишиб қолади, қолган материаллар эса сув билан ювиб ташланади. Ёғли массадан олмосларни ажратиб олиш қайноқ сув билан ишлов бериш орқали амалга оширилади, шундан сўнг олмослар кислота ва ишқорларда ювиш ёрдамида тозаланади ва навларга ажратилади.

Олмосларни олиш учун хомашё (графит, кул, шакар кўмир ва бошқа углеродга бой хомашёлар) юқори босим (>50000 атм) ва температура (>1200°C) таъсирида олиб борилади. Кўмирдан олмос олишнинг асосий шартларидан бири катализаторларнинг таъсири ҳисобланади (Fe, Ni, Cr, Ta, Mn, платина гуруҳи металлари ва бошқалар). Одатда, катализатор ва углерод материаллари контейнерга қават қилиб сепилади ва уни ишчи камера ичига юқори босим остида жойлаштирилади.

Қиздириш электр токини ўтказиш билан амалга оширилади. Олмослар катализатор билан углерод материали ва суюкланган металл чегара оралиғида ҳосил бўлади ва кислота аралашмасида қайнатиш ва майдалаш орқали ажратилади. Сунъий олмосларни катализаторсиз олиш имкони ҳам мавжуддир: 4980°C температурада ва 210930 атм босим остида ёки графитга портлаш тўлқини орқали қарийб 300000 атм билан таъсир қилинади. Сунъий олмослар олиниш температурасига кўра турли рангларда ва таркибда кам миқдорда кўшимчалар бўлади. Барча сунъий олинган олмослар ўртача 1 карат атрофида бўлади.

Саноатда ишлатиладиган табиий графитлар камдан кам ҳолатда, графитли рудаларни бошланғич қайта ишлаш ва тозалашсиз тўғридан-тўғри қазиб олиниши мумкин. Яширин кристалл графитлар турли тоғ жинсларидан ажратилиб бойитилади. Айрим ҳолатларда танловли босқичли янчишни қўллашади. Яъни кристалл графитлар кўпроқ ва осон бошқа минераллардан ажралади ва флотация ёрдамида кул миқдори 5-30% бўлган бойитмагача бойитилади. Юқори тозаликдаги графитларни олиш учун, бойитмалар кўп босқичли конц. HCl билан қайта ишланади ва конц. HF билан ювилади. Графитнинг кул даражаси 1% ва ундан камроқча камайтириш учун материални электр печида 2200°C юқори ҳароратда қиздириш орқали эришилади. Жуда юқори тозаликдаги графитни ( $10^{-5}\%$  гача кўшимчалар) хлор ёки фтор атмосферасида қиздириб, вакуумда 2000-3000°C куйдириш билан олинади.

**Ишлатилиши.** Нисбатан катта ва шаффоф олмос кристаллари қирра ва томонлари силлиқланган ҳамда пардозланган (бриллиантлар) дан сўнг заргарлик буюмларини тайёрлашда ишлатилади. Ҳар йили дунёдаги қазиб олинган олмоснинг 80-85% миқдорини техник олмослар ташкил этади, унинг кўп миқдори металлларни қайта ишлаш саноатида кесиш, силлиқлаш, пардозлаш учун қўлланилади. Олмослар тоғ жинсларини бургилаш ишларида ва юқори аниқликдаги приборлар ва қурилмаларнинг деталларини тайёрлашда ишлатилади. Олмос пластинкаларидан толалар (фильерлар) юпқа иплар тайёрланади.

Графит ёнгинга чидамли материал бўлиб куйидаги буюмларни тайёрлашда қўлланилади: куйма формалар, эритиш тигеллари, керамиклар, куйиш ишларида курумсиз бўёқлар ва бошқаларда ишлатилади. Сунъий бўлакли графит ва пирографитни эрозия тургун қопламалар ракета двигателларининг дум томондаги сопласи учун, ёнув камераси учун, тумшук қисмлари ва ракеталарнинг айрим қисмларини тайёрлашда ҳам қўлланилади. Графитлар электротехник материал ва буюмлар тайёрлашда ишлатилади (гальваник элементлар, ишқорли аккумуляторлар, электродлар, сирпанувчи контактлар, қиздиргичлар, ўтказувчан қопламалар ва бошқалар) кимёвий машинасозликда (футеровка учун плиталар тайёрлаш, қувурлар, иссиқлик алмаштиргич, графитопластлар (куйилган графит ва оддий графитлар). Антифрикцион буюмлар ва мойловчи материалларни тайёрлашда сунъий тоза графитдан тайёрланган блоклар ядро техникасида нейтронларни секинлаштиргич сифатида ишлатилади. Графит қаламлар ва бўёқлар тайёрлашда ҳам қадимдан ишлатилиб келинмоқда.

**7. АЗОТ** (грек. А – кўпинча сўз ўрнига, ва “zoe”– “ҳаёт”; лот. Nitrogenium, nitrum – “селитра” ва грек. “γενναο” – “пайдо қиламан”, яратаман) N, Кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи, тартиб рақами 7, атом массаси 14,0067. Табиатдаги азот



иккита барқарор изотопдан ташкил топган –  $^{14}\text{N}$ (99,635%) ва  $^{15}\text{N}$ (0,365%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^3$ . Азот Д.Рутерфорд томонидан 1772 йилда кашф этилган.



Даниель Рутерфорд  
(1749-1819)

**Табиатда тарқалиши.** Азотнинг ер қобиғидаги миқдори масса бўйича  $1 \cdot 10^{-20}\%$  га тенг. Азотнинг энг кўп миқдори эркин ҳолатда атмосферада (N-ҳавонинг асосий таркибий қисми: 75,6% масса бўйича ёки 78,09% ҳажм бўйича). Боғланган ҳолатда азот ҳавода, денгиз, океан, кўл сувларида учрайди. Ер юзасида таркибида  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  ионларини бўлган асосий учта минерал турини ҳосил қилади. Саноат миқёсида натрийли селитра (Чили селитраси)  $\text{NaNO}_3$  катта аҳамиятга эгадир, кам миқдорда калийли селитра (Хиндистон)  $\text{KNO}_3$  учрайди. Нейтрал ионланган атомлар кўринишида ҳамда  $\text{NO}$ ,  $(\text{CN})_2$ ,  $\text{NH}_3$  бирикмалар сифатида азот каметаларнинг газли булутлари, туманда ва қуёш атмосфераси таркибида ҳам учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Азот рангсиз, ҳидсиз ва таъмсиз газ.  $\text{MM}=28,01$ ; сувда кам миқдорда эрийди ( $20^\circ\text{C}$  температурада сувнинг бир ҳажмида ва 760 мм сим.ус. 0,0154 ҳажм  $\text{N}_2$ ), этил спиртида анча яхши.  $t_{\text{суюк.}} - 210,52$ ,  $t_{\text{қайн.}} - 195,67^\circ\text{C}$ ;  $\rho=1,2506\text{г/л}$ ;  $t_{\text{кр}} = -149,90$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 3,905$ ; Нормал шароитда 1 л азот 1,25056 г келади. Азот  $\text{N}_2$ ;  $\rho = 1,2506\text{ г/л}$ ;  $0,808^{-196}(\text{с.})$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,304$ ;  $C_p^\circ = 29,1$ ;  $S^\circ = 199,9$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = \Delta H_{\text{суюк}} = 0,721$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 5,59$ ;  $\epsilon = 1,000528^{25}$ ;  $\eta$  (мкП) =  $165^\circ$ ;  $208^{100}$ ;  $246^{200}$ ;  $311^{400}$ ;  $366^{600}$ ;  $p = 1^{-226}$ ;  $10^{-219}$ ;  $100^{-210}$ ;  $s$  (мл) =  $2,35^\circ$ ;  $1,86^{10}$ ;  $1,54^{20}$ ;  $1,43^{25}$ ;  $1,34^{30}$ ;  $1,18^{40}$ ;  $1,09^{50}$ ;  $1,02^{60}$ ;  $0,96^{80}$ ;  $0,95^{100}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Азот хона ҳароратида кимёвий жиҳатдан инертдир,  $560^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада магний, кальций, литий ва айрим бошқа металллар билан таъсирлашиб, нитридларни ҳосил қилади.

Пастроқ реакция қобилятига эгадир. Айрим фаол металллар (Li, Cs) билан унча юқори бўлмаган ҳароратда таъсирлашади. Бошқа кўплаб оддий моддалар билан ҳам юқори температурада таъсирлашади. Молекуляр азот ўзгарувчан валентли металллар билан фаоллашиши мумкин ва сўнгра одатий температура ва босим остида  $\text{NH}_3$ , гидразин ёки ароматик аминларга айланиши мумкин. Бундай реакцияларда Ti, V, Cr, Mo, Fe бирикмалари нисбатан фаолроқдир; қайтарувчи сифатида литий, магний ёки алюминий, органик бирикмалар, металл гидридлари, металл ишқорлари ишлатилиши мумкин.

Кислород билан азот  $2000^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда таъсирлашади ва  $\text{NO}$  ни осон оксидлаб,  $\text{NO}_2$  ни ҳосил қилади. Ионлантирувчи нурларнинг таъсирида  $\text{N}_2$  ва  $\text{O}_2$  аралашмаси азот оксидларини ва сув иштирокида –  $\text{HNO}_3$  ни ҳосил қилади.

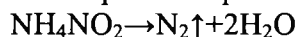
Водород ( $\text{H}_2$ ) билан фақатгина юқори температура ва босим, катализатор иштирокида таъсирлашиб аммиакни ҳосил қилади.

Галогенлар билан тўғридан тўғри таъсирлашмайди, металллар билан нитридларни ҳосил қилади. Юқори ҳароратда Si, ҳамда Ca, Sr, Ba, Ti, W, V, Cr, Mn, Zr, Ta, Mo, U, сийрак ер элементлар (СЕЭ) лар билан бирикмалар ҳосил қилади.

Фаоллаштирилган азот хона ҳароратида атомар кислород ва водород, олтингугурт буғлари, оқ фосфор ва айрим металмаслар билан жадал таъсирлашади.

**Бирикмалари.**  $\text{NH}_3$  – аммиак,  $\text{Li}_3\text{N}$  – нитрид,  $\text{N}_2\text{H}_4$  – гидразин,  $\text{HN}_3$  – азидоводород (азидоводород кислотаси),  $\text{N}_2\text{O}$  азот (I) – оксид,  $\text{NO}$  азот (II) – оксид,  $\text{NO}_2$  – азот (IV) оксид,  $\text{N}_2\text{O}_3$  – нитрит ангидрид,  $\text{N}_2\text{O}_5$  – азот (IV) оксид.

**Олиниши.** Лабораторияда аммоний нитритни парчалаб олинади:

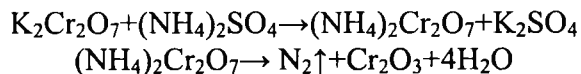


Реакция экзотермик бўлиб, 80 ккал (335 кДж) энергия ажралиши билан боради, шунинг

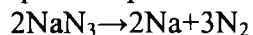
учун жараёни амалга оширишда идишнинг совутилиши талаб этилади (лекин аммоний нитритнинг реакцияга киришиши учун дастлаб уни қиздириш керак бўлади).

Амалда бу реакцияни аммоний нитритнинг тўйинган эритмасини аммоний сульфат тўйинган эритмасига томчилаб қўшиш орқали жараён амалга оширилади, бунда алмашиниш реакцияси натижасида аммоний нитрит жуда тез парчаланadi.

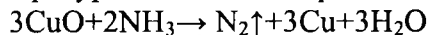
Яна бир азот олишнинг лаборатория усули – калий бихромат ва аммоний сульфат аралашмаси қиздирилади (2:1 масса нисбатида) ва қуйидаги реакция ушбу кўринишда амалга ошади:



Нисбатан тоза азотни металл азидларини парчалаб олиш мумкин:



«Ҳаво» ёки «атмосфера» азотини, яъни азотнинг нодир газлар билан аралашмасини, қиздирилган коксни ҳаво билан реакцияси натижасида олиниб, бунинг натижасида «генератор» ёки «ҳаво»гази деб номланадиган аралашма кимёвий синтез ва ёқилги учун хомашё олинади. Зарур бўлганда унинг таркибидан кўмир монооксидига ютилган ҳолда азотни ажратиб олиш мумкин. Лаборатория усулларида бири аммиакни мис (II) оксиди таъсири натижасида  $\text{T}-700^\circ\text{C}$  температурада амалга оширилади:



Аммиакни тўйинган эритмада қиздириб олинади.  $\text{CuO}$  нинг миқдори 2 марта ҳисоблангандан кўра кўп бўлади. Азотни қўллашдан олдин тўғридан-тўғри кислород ва аммиакни мис ва унинг (II) оксиди ( $\sim 700^\circ\text{C}$ ) устидан ўтказиб тозаланади, кейин у концентранган сульфат кислотаси ёки қуруқ ишкор билан қурилади. Жараён етарлича секин амалга ошади, аммо бу шунга лойиқ ҳолда: газ анча тоза ҳолатда олинади. Саноатда  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  ва инерт газлар ҳаводан олинади, яъни ҳавони ажратиш орқали амалга оширилади. Унда криоген, адсорбцион ва диффузион усуллар қўлланилади.

**Ишлатилиши.** Азот асосан  $\text{NH}_3$  синтези учун ишлатилади. Эркин азот инерт муҳит сифатида кимёвий ва металлургик жараёнларда, озик-овқат маҳсулотларини сақлашда, қайноқ суюқликларни бир идишдан иккинчисига ҳайдашда ишлатилади. Суюқ азот хладогент сифатида (криостатларда, вакуумли қурилмаларда ва бошқаларда) ишлатилади. Бундан ташқари, азотли бирикмалар кислотали ва ишқорий муҳитда металллар коррозиясида ингибитор сифатида ишлатилади.

**8. КИСЛОРОД** (лот. *Oxygenium*, грек тилидан “*oxy*” – “нордон” ва “*genna*” – “пайдо қиламан, яратаман”)  $\text{O}$ , кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 8, атом массаси 15.9994. Табиатдаги кислород учта барқарор изотопдан ташкил топган:  $^{16}\text{O}$  (99,759%),  $^{17}\text{O}$  (0,037%) ва  $^{18}\text{O}$  (0,204%). Кислороднинг аллотропик кўриниши ҳам мавжуд – озон –  $\text{O}_3$ . Парамагнит хоссали (ягона парамагнит хоссали газ, иккита гомоядродан ташкил топган).

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^4$ .

Кислородни биринчи марта тоза ҳолатда К.Шееле 1771 йилда олган. Ундан беҳабар равишда кислородни 1774 йилда Ж.Пристли ҳам ажратиб олган. 1775 йилда А.Лавуазье кислород ҳавонинг, кислоталарнинг таркибий қисми эканлигини ва кўплаб моддалар таркибига киришини аниқлади.



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)



Карл Шееле  
(1742-1786)

**Табиатда тарқалиши.** Кислород – ерда энг кўп тарқалган элементлардан бири. Атмосферада масса бўйича 23,10% ни, ҳажм бўйича 20,95%, гидросферада ва литосферада масса бўйича 85,82% ва 47% ни ташкил этади. Таркибида 1400дан ортиқ кислород бўлган минераллар мавжуд.

**Физикавий хоссалари.** Кислород – рангсиз, ҳидсиз, тамсиз газ. Суюқ кислород мовий рангга бўялган: зичлиги 1,14 г/см<sup>3</sup>. Кислородни яхши ютувчилар платина қораси ва фаол ёғоч кўмири. Қимматбаҳо металллар суюқланган ҳолатда кислородни кўп миқдорда ютиб олади.

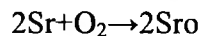
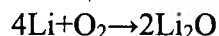
Эркин ҳолатда кислород иккита модификация кўринишида мавжуд («одатдаги» кислород) ва O<sub>3</sub> (озон). Нормал шароитда кислород газининг зичлиги 1,42897 кг/м<sup>3</sup>. Суюқ кислороднинг қайнаш температураси – 182,9°С га тенг. Температураси – 218,7°С дан – 229,4°С гача бўлган оралиғида қаттиқ ҳолатдаги кислород кубсимон панжара билан, температураси – 229,4°С дан – 249,3°С гача оралиқда – гексагонал панжарали ва – 249,3°С дан паст температурада кубсимон модификацияга эгадир. Юқори босимда ва паст температурада қаттиқ кислороднинг бошқа модификациялари ҳам мавжуд.

Кислород:  $t_{кр}=-118,37$ ;  $\rho_{кр}=5,080$ ;  $\rho_{кр}=0,41$ ;  $c_p=0,911^{15}$ ;  $0,9125^{100}$ ;  $0,915^{200}$ ;  $0,926^{400}$ ;  $0,938^{600}$ ;  $C_p^0=29,35$ ;  $S^0=205,04$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{суюқ}=0,446$ ;

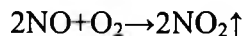
$\Delta H_{буғ}=6,828$ ;  $\epsilon=1,000486^{25}$ ;  $\eta(\text{мкП})=192^0$ ;  $218^0$ ;  $244^{100}$ ;  $290^{200}$ ;  $369^{400}$ ;  $\rho=1^{-219,0}$ ;  $10^{-210,7}$ ;  $100^{-198,7}$ ;  $s$  (мл)= $4,89^0$ ;  $3,80^{10}$ ;  $3,10^{20}$ ;  $2,83^{25}$ ;  $2,61^{30}$ ;  $2,31^{40}$ ;  $2,09^{50}$ ;  $1,76^{80}$ ;  $1,72^{100}$ ;  $\rho$ . эт.  $14,3^{20}$  мл, мет. $28,0^{10}$  мл,  $23,7^{20}$  мл,  $21,9^{25}$  мл, пц.  $25,7^{10}$  мл,  $21,6^{20}$  мл,  $19,4^{25}$  мл, бзл.  $19^{25}$  мл, Ti, Pt.

20°С да кислород газининг эрувчанлиги: 3,1 мл – 100 мл сувда, 22 мл – 100 мл этанолда, 23,1 мл – 100 мл ацетонда.

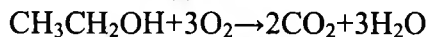
**Кимёвий хоссалари.** Кучли оксидловчи, деярли барча элементлар билан таъсирлашиб, оксидларни ҳосил қилади. Оксидланиш даражаси – 2. Маълумки, оксидланиш реакцияси иссиқлик ажралиши билан боради ва температура кўтарилганда жадаллашади. Хона шароитида амалга ошадиган реакцияни мисол қилиб келтирамиз:



Максимал оксидланиш даражасига эга бўлмаган моддалар таркибидаги элементларни ҳам оксидлайди:

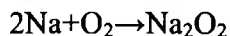


Кўпчилик органик моддаларни оксидлайди:

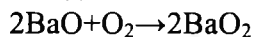


Кислород Au ва инерт газлардан (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) ташқари деярли барча оддий моддалар билан таъсирлашади; галогенлар билан реакцияси электр разрядлари ёки ультрабинафша нурлар таъсирида боради. Билвосита йўллар билан олтин ва оғир инерт газларнинг оксидлари ҳам олинган (Xe, Rn). Икки валентли барча бирикмалар таркибида фторли бирикмалардан ташқари кислород оксидловчи вазифасини бажаради. Кислород оксидланиш даражаси – 1 га тенг бўлган пероксидларни ҳосил қилади.

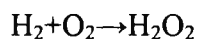
Масалан, пероксидлар ишқорий металлларни кислородда ёнишида ҳосил бўлади:



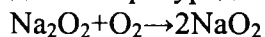
Айрим оксидлар кислородни ўзида ютади:



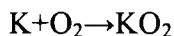
А. Н. Бах ва К. О. Энглер яратган назарияга кўра, ёниш жараёни оралиқ пероксидни ҳосил қилиб, оксидланиш икки босқичда амалга ошади. Бу оралиқ бирикмани ажратиш мумкин, масалан, ёнаётган водороднинг алангасини муз билан совутганда, сув билан бирга водород пероксиди ҳосил бўлади:



Юқори пероксидларда кислород<sup>-1/2</sup> оксидланиш даражасига эгадир, яъни битта электрон иккита кислород атоми ( $\text{O}^-_2$  иони) га тегишли. Пероксидларни кислород билан реакцияси натижасида юқори босим ҳамда температурада олинади:



Калий К, рубидий Rb ва цезий Cs кислород билан таъсирлашиб, юқори пероксидларни ҳосил қилади:



Кислород пирогаллолнинг ишқорий эритмасида ва икки валентли хром тузларининг кислотали эритмасида тез ютилади. Суюқланган кумуш ўзида 10 ҳажм кислородни ( $\text{O}_2$ ) эритиб, уни котиш жараёнида ажратиб юборади.

Кислород ёниш жараёнини тезлатади, шунинг учун тоза кислород  $\text{O}_2$  атмосферасида ҳавода ёниши қийин бўлган моддалар ҳам ёниб (темир ва бошқалар) кетади.

Кислород юқори кимёвий фаоллиги билан ажралиб туради, He, Ne ва Ag лардан ташқари барча кимёвий элементлар билан кимёвий бирикиб таъсирлашади. Оддий моддалар билан, Au, Pt, Xe ва Kг лардан ташқари, одатдаги шароитда ёки қиздирилганда ва катализаторлар иштирокида таъсирлашади.  $\text{F}_2$  дан ташқари барча оддий моддалар билан бўлган реакцияларда кислород оксидловчи модда ҳисобланади.

Кислород водород билан таъсирлашиб сувни ҳосил қилади ва бу пайтда кўп миқдордаги иссиқлик ажралади (286 кДж/мол).

Zn ва Cd юзаларида мустаҳкам оксид пардалари ҳосил бўлиб, у металлларни кейинги оксидланишдан ҳимоялайди.

III гуруҳ элементлари  $\text{O}_2$  билан фақатгина қиздирилганда таъсирлашади. Компакт металллар Ti, Zr, Hf унинг таъсирига чидамлидир. Углерод билан бирикиб  $\text{CO}_2$  ни ҳосил қилади ва кўп миқдордаги иссиқлик ажралади; олмос ва графит билан  $700^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда таъсирлашади.

Азот билан кислород фақатгина  $1200^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда таъсирлашиб, NO ҳосил қилади, осонлик билан у хона ҳароратида  $\text{NO}_2$  гача оксидланади. Оқ фосфор хона ҳароратида ҳам ҳавода ўз-ўзидан алангаланишга мойиллиги мавжуд.

S, Se ва Te кислород билан ўртача қиздирилганда сезиларли тезликда таъсирлашади. W ва Mo  $400^\circ\text{C}$  температурадан юқорида сезиларли даражада оксидланиши, Cr – эса нисбатан юқори температурада оксидланиши кузатилади.

Фтор билан кислород аралашмасидан маълум бир босим ҳамда температурада электр разряди ўтказилганда фторнинг юқори оксидлари аралашмаси олинади  $\text{O}_3\text{F}_2$ ,  $\text{O}_4\text{F}_2$ ,  $\text{O}_5\text{F}_2$ .

Кванто кимёвий ҳисоблашлар трифторгидроксоний  $\text{OF}_3^+$  иони мавжудлигини башорат қилмоқда. Агарда бу ион мавжуд бўлса, унда кислороднинг оксидланиш даражаси +4 га тенг бўлади.

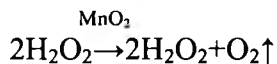
Барча органик бирикмаларни осонлик билан оксидлайди. Суюқ ёқилғи ва ёнилғи газлари ёниши кислороднинг углеводородлар билан реакцияси натижасида амалга ошади.

**Олиниши.** Ҳозирги вақтда саноатда атмосферадаги ҳаводан олинади. Кислородни олишнинг асосий усулларида бири криоген ректификация ҳисобланади. Бундан ташқари, мембран технологияларга асосланган кислородли қурилмалар ҳам маълум ва саноатда кенг қўлланилмоқда. Лабораторияда эса саноатда ишлаб чиқарилган, 15 МПа босим остида сиқилган балонлардаги кислороддан фойдаланилади.

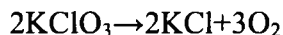
Калий перманганатни  $\text{KMnO}_4$  қиздириб кам миқдорда кислород олиш мумкин:



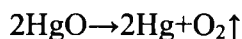
Бундан ташқари,  $\text{H}_2\text{O}_2$  водород пероксиднинг каталитик марганец (IV) оксиди иштирокида парчаланишидан ҳам олинади:



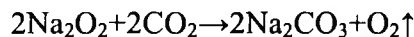
Кислородни  $\text{KClO}_3$  (бертолье тузи) калий хлоратининг каталитик парчаланишидан ҳам олиш мумкин:



Лаборатория усулларига яна ишқорларнинг сувли эритмаси электролизи, ҳамда симоб (II) оксидининг парчаланиши киради ( $T = 100^\circ\text{C}$ ):



Сув ости кемаларида, одам нафас оладиган кислородни одатда, натрий пероксиди ва карбонат ангидриди реакцияси натижасида олинади:



**Ишлатилиши.** Кислородни саноат миқёсида кенг қўллаш XX аср ўрталарида, суюқ ҳавони сиқиш ва парчалаш учун турбодетанаторнинг яратилишидан сўнг бошланди.

**Металлургияда:** Пўлатни конверторли усулда олиш ёки штейнларнинг қайта ишланиши кислород билан боғлиқ. Кўплаб металлургик агрегатларда ёқилғини самарали ёниши учун ҳаво ўрнида ёндиргичларда кислород-ҳаво аралашмаси қўлланилади.

Металларни пайвандлаш ва кесишда: мовий рангдаги баллонлардаги кислород металлларни газ алангали кесишда ва пайвандлашда ишлатилади.

**Ракета ёқилғиси:** Ракета ёқилғисида оксидловчи сифатида суюқ кислород, водород пероксиди, нитрат кислотаси ва бошқа кўп миқдорда кислород таркибли бирикмалар ишлатилади. Суюқ кислород ва суюқ озон аралашмаси – энг кучли ракета ёқилғисини оксидловчиси ҳисобланади (водород – озон аралашмаси солиштирма импульси водород-фтор буғлари ва кислороднинг водород-фторид аралашмаси солиштирма импульсидан юқоридир).

**Тиббиётда:** Тиббиёт ишлатиладиган кислород газини мовий рангли металл баллонларда юқори босим остида турли ҳажмда 1,2 литрдан 10,0 литргача, 15 МПа гача босим остида (150 атм) сақланади ва наркоз қурилмаларида, бронхиал астма хуружида, нафас олиш учун мўлжалланган газлар аралашмасини бойитиш мақсадида қўлланилади. Тиббиёт кислородидан самарали индивидуал фойдаланиш учун баллонлардан тўлдирилган махсус тайёрланган кислородли ёстикчаларда фойдаланилади. Кислород ёки кислород-ҳаво

аралашмасини дала шароитида ёки стационар шароитда бир вақтнинг ўзида бир ёки иккита жабрланувчига беришда турли модели ва модификацияли кислород ингалаторлари ишлатилади.

**Озиқ-овқат саноатида:** Озиқ-овқат саноатида кислород озиқ қўшимчаси (пропеллент) ва кадокловчи газ сифатида рўйхатдан ўтказилган, шунинг учун ҳам кенг фойдаланилади.

**Кимё саноатида:** Кимё саноатида кислород оксидловчи-рефаол сифатида кўпгина синтезларда: масалан, углеводородларнинг кислород таркибли бирикмаларини оксидлашда (спиртлар, альдегидлар, кислоталар), нитрат кислота саноатида аммиакни азот оксидларига оксидлашда ишлатилади. Оксидланиш жараёнида ҳосил бўладиган юқори ҳароратдан охиргиларини ёниш жараёнини амалга ошириш учун фойдаланилади.

**Қишлоқ хўжалигида:** иссиқхона хўжаликларига, кислородли коктейллар тайёрлашда, ҳайвонлар массасига қўшишда, балиқчиликда кислородли муҳитни яхшилашда қўлланилади. Бундан ташқари, кислород бирикмалари ўсимликлар ўсишини стимулятори сифатида ҳам кенг қўлланилади.

**9. ФТОР (Fluorum, грек. «фтор» - “парчаловчи”, “бузувчи”)** F– Кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳ элементи, галогенларга тегишли, ним сарик рангли газ, тартиб рақами 9, атом массаси 18,9984. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^5$ .

**Кашф этилиш тарихи:** фторнинг топилиш тарихи флюорит минералининг пайдо бўлиши билан боғлиқ. Маълум бўлишича, минерал таркиби,  $CaF_2$  формуласига тўғри келади ва у биринчи фтор таркибли бирикма бўлиб, инсон уни биринчи ишлата бошлаган. Қадимги вақтда агарда флюорит рудадаги металл суюқланишига қўшилса, руда ва шлакларнинг суюқланиш температураси пасаяди, у жараён боришини осонлаштиради (шунинг учун минерал номланиши – лот.дан “fluo” – “оқиш” (оқувчи маъносига)).



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)

1771 йилда флюоритни сульфат кислотаси билан қайта ишлаб швед кимёгари К. Шееле кислотани тайёрлади, уни “ўювчи” «плавиковой» деб номлади. Француз олими А.Лавуазье бу кислота таркибига янги кимёвий элемент киришини аниқлади ва уни «флуорем» деб номлашни таклиф қилди (Лавуазье ўювчи (плавик) кислотаси – бу флуориянинг кислород билан бирикмаси деб ўйлаган. Лавуазьенинг фикрича, барча кислоталар кислород таркибли бўлиши керак). Аммо янги элементни алоҳида ажратиш ололмаган.

Янги элемент «флуор» номи билан муҳрланди, унда унинг латин номланиши акс этган. Бирок элементни ажратиш йўлида кўп уринишлар самарасиз бўлган. Кўплаб олимлар элементни олиш жараёнида тадқиқотларни ўтказишга турли оламдан ўтишган ёки ногирон бўлишган. Булар инглиз кимёгарлари ака-ука Т. ва Г. Нокслар ва французлар Ж.-Л. Гей-Люссак ва Л. Ж. Тенар ва бошқалар. Г. Дэвининг ўзи биринчи марта эркин ҳолатда натрий (Na), калий (K), кальций (Ca) ва бошқа элементларни ажратиш олмаган, фторни электролиз орқали олиш тадқиқоти натижасида захарланиб, оғир бетоб бўлиб қолган. Ҳақиқатдан, самарасиз уринишлар натижасида 1816 йилда янги элемент учун ўз-ўзидан умуман янги ва бошқа номланиш таклиф қилинди – фтор (грек. “phthoros” – “бузилиш”, “ўлим”). Элементнинг бунақа номланиши фақатгина рус ва француз тилларидадир, немислар фторни fluor деб, инглизлар эса – fluorine деб аташда давом этишмоқда.



Фердинанд Фредрик  
Анри Муассан  
(1852-1907)

Эркин ҳолатдаги фторни олиш буюк олим М. Фарадейга ҳам насиб этмади. 1886 йилда француз кимёгари А. Муассан – 23°C гача совутилган суюқ водород фторидни (HF электролиз қилиб (суюқликка оз миқдорда электр ўтказувчанлигини яхшилаш учун калий фторид KF қўшилади), анодда ўта юқори реакцион қобилиятга эга бўлган янги элементнинг биринчи порциясини олишга эришди. Фтор олиш бўйича биринчи тажрибаларда Муассан жуда қиммат платина (Pt) ва иридийдан (Ir) тайёрлаган электролизёрни ишлатган. Бунда олинган ҳар бир грамм фтор 6 г.гача платинани «еган». Кейинчалик Муассан анча арзон мисли электролизерни қўллай бошлаган. Фтор (Cu) мис билан таъсирлашади, аммо реакция натижасида юпқа фторид плёнкаси ҳосил бўлади, у металлнинг кейинги емирилишига тўсқинлик кўрсатади.

Фтор атмосфера босимида барқарор бўлган, иккита кристалл модификацияни ҳосил қилади:

$\alpha$ -фтор – 45,6 К дан паст температурада мавжуддир, кристалл панжараси моноклин, фазовий гуруҳи  $C 2/c$ , параметрлари  $a = 0,550$  нм,  $b = 0,328$  нм,  $c = 0,728$  нм,  $\beta = 102,17^\circ$ ,  $Z = 4$ .

$\beta$  – фтор - 45,6 ÷ 53,53 К температура оралиғида мавжуддир, кристалл панжараси кубсимон, параметрлари  $a = 0,667$  нм,  $Z = 8$ .

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида фторнинг ўртача миқдори  $6,25 \cdot 10^{-2}\%$  ташкил этади. Табиатда фторнинг миқдори куйидаги жадвалда ифодаланган:

3.1- жадвал

Фторнинг ер қобиғидаги миқдори

| Объектнинг номи | Тупроқда | Дарё сувларида | Океан сувларида | Инсон организмда |
|-----------------|----------|----------------|-----------------|------------------|
| Миқдори, %      | 0,02     | 0,00002        | 0,0001          | 0,01             |

Табиатда фтор асосан флюорит минерали кўринишида учрайди ( $CaF_2$ ), таркибида масса бўйича 51,2 % Ca ва 48,8 % F бўлади. Кларк ер қобиғида 650 г/т. Фтор асосан ясимқ ўсимлигида ва пиёзда нисбатан кўп. Тупроқда фторнинг бўлиши вулқон газлари ҳисобигадир, чунки унинг таркибига одатда, кўп миқдорда водород фторид ҳолида ўтади.

Умуман 86 дан зиёд фтор сакловчи минераллар маълум. Уларнинг энг муҳими:  $CaF_2$ -плавик шпати (флюорит),  $Na_3AlF_6$  – криолит,  $Ca_5F(PO_4)_3$  – фторапатит.

**Физикавий хоссалари.** Ним-сарик рангдаги, характерли ҳидга эга бўлган газ, хлор ва озон ҳидига ўхшаб кетади. Сарик суюқлик (криоген температурада), рангсиз газ (нормал шароитда қалин қаватларда – яшилсимон-сарик).

## Фтор атомининг асосий таснифи

|  |   |
|--|---|
| Атом радиуси, нм                                     | 73  |
| Ковалент радиуси, нм                                 | 72  |
| Ион радиуси, нм                                      | (-1e)133  |
| Электроманфийлик, Полинг шкаласи                     | 3,98  |
| Электрод потенциали, В                               | 2,87  |
| Оксидланиш даражаси                                  | -1, 0   |
| Ионланиш энергияси (биринчи электрон), кДж/моль (эВ) | 1680,0 (17,41)  |
| Зичлиги (н.ш.да), г/см <sup>3</sup>                  | Суюқ.-1,516 <sup>-18</sup> , қаттиқ - 1,7 <sup>-228</sup> |
| Суюқланиш температураси, °С                          | 219,70  |
| Қайнаш температураси, °С                             | -188,12   |
| Критик нуқтаси, К(5,215 Мпа)                         | 144,4   |
| Солиштирма суюқланиш иссиқлиги, кДж/моль(F-F)        | 0,51  |
| Солиштирма буғланиш иссиқлиги, кДж/моль(F-F)         | 6,54  |
| Моляр иссиқлик сифими, Дж/(К·моль)                   | 31,34   |
| Моляр ҳажми, см <sup>3</sup> /моль                   | 17,1  |
| Структура панжараси                                  | моноклинник   |
| Панжара параметрлари, Å                              | a=5,50 b=3,28 c=7,28 β=90,0                               |
| Иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/(м·К) (300 К)            | 0,028   |

Фтор жуда заҳарли. Нафас йўллариини заҳарлаб, куйишига олиб келади. Фтор билан заҳарланиш ҳаёт учун ўта ҳавфлидир.

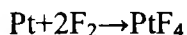
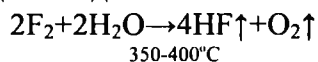
Газ ҳолатидаги фторнинг зичлиги 273 К да 1,696 кг/м<sup>3</sup>, суюқ ҳолатида 86 К да 1,11 мг/м<sup>3</sup>.

Фтор  $t_{кр}=-129$ ;  $p_{кр}= 7,715,6$ ;  $C_p^o=31,3$ ;  $S^o=202,7$ ;  $\Delta H^o=0$ ;  $\Delta G^o=0$ ;  $\Delta H_{қайн.}=0,510$ ;  $\Delta H_{буғ.}=6,54$ ;  $p=1^{-221}$ ;  $10^{-213,7}$ ;  $100^{-202,6}$ .

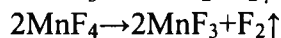
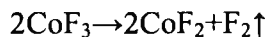
**Кимёвий хоссалари.** Энг фаол металмас, фторидлар ва юкори оксидланиш даражасига эга фторопластлардан ташқари барча кимёвий элементлар билан гелий, неон ва аргондан ташқари юкори тезликда таъсирлашади ва уларнинг кўплари билан реакциялар ёниш ва портлаш орқали боради. Хона шароитида фторга айрим металлар (Al, Mg, Cu, Ni) чидамли



бўлади. Бунинг асосий сабаби реакцияни секинлаштирувчи фторидлар каватининг ҳосил бўлишидир. Фторнинг водород билан таъсирлашиши натижасида портлаш ва алангаланиш билан содир бўлади. Бу хатто жуда паст ҳароратда (-252°C гача) амалга ошади. Фтор атмосферасида хатто сув ва платина ҳам ёнади:.



Фтор реакцияларда қайтарувчи бўлади ва бу реакцияларда юқори фторидлар парчаланиши содир бўлади, масалан:



Фтор электр разрядида кислородни оксидлаш қобилятига эга бўлиб,  $OF_2$  кислород фторидини ва диоксидфторидни  $O_2F_2$  ҳосил қилади.

Барча бирикмаларда фтор -1 оксидланиш даражасини намоён қилади. Фтор мусбат қийматга эга бўлиши учун, эксимер молекулалар ҳосил қилиш талаб этилади ёки бошқа экстремал шароитларда амалга ошириш мумкин. Бу фтор атомларининг сунъий ионланишини талаб этади.

Фтор суюлтирилган NaOH билан таъсирлашиб,  $OF_2$  ни ҳосил қилади, у кучли фторловчи агент ва оксидловчи ҳисобланади.

Азот билан реакцияси электр разрядида амалга ошади ва рангсиз газ  $NF_3$  ҳосил бўлади. Водород билан алангаланиб таъсирланади (хона шароитида портлаш билан), ўткир ҳидга эга бўлган, сувда яхши эрийдиган газни водородфторид ( $HF$ ) ни ҳосил қилади.

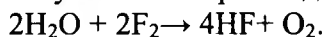
Олтингугурт билан совуқда ҳам таъсирлашиб, иссиқлик ажралиб  $S_2F_2$ ,  $SF_2$ ,  $SF_4$  ва  $SFe_6$  ва  $S_2F_{10}$  таркибли суюқликларни ҳосил қилади.

Ёғоч кўмири билан хона шароитида алангаланиб таъсирлашади, графит билан қиздирилганда, газ ва қаттик ҳолдаги бирикмаларни ҳосил қилади. Олмос билан эса таъсирлашмайди.

Бром (Br) ва йод (J) билан одатдаги температурада фтор атмосферасида алангаланиб, галоген фторидларини  $BrF$ ,  $BrF_3$ ,  $BrF_5$ ,  $IF_5$ ,  $IF_7$  ҳосил қилади.

Кўплаб металллар билан реакцияга киришиб, фторидларни ҳосил қилади. Фтор билан таъсирлашган ишқорий ва ишқорий ер металлари совуқда ҳам алангаланади, Sn, Ti, Bi, Mo, W – оз микдорда қиздирилганда, Hg, Pb, U, V – хона ҳароратида; Pt – қизил чўғ температураси, Fe, Cu, Al, Ni, Zn – совуқда F билан таъсирлашмайди.

Сув фтор билан қуйидаги реакция бўйича таъсирлашади:



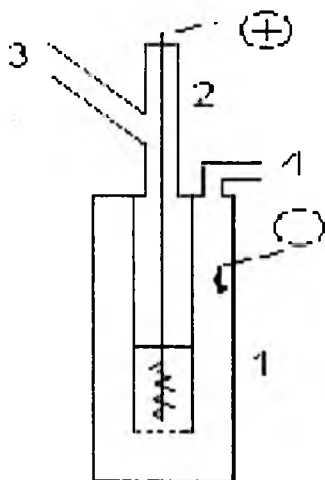
Фтор кислоталар билан таъсирлашганда водороднинг ўрнини олади, тузларда-металлар; бундан қаттик шароитларда фтор кислородни сиқиб чиқариб, сульфурил-фторидни ҳосил қилади.

Фтор органик моддалар билан фаол таъсирлашиб, фтороорганик бирикмаларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Фтор олишнинг асосий манбаи фосфорли минерал ўғитлар ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлиб, бу истикболли усуллардан бири ҳисобланади.

Фтор олишнинг замонавий усули – Муассан усули. Хомашё сифатида плавик шпат  $CaF_2$  ишлатилади ва 130°C ҳароратда  $H_2SO_4$  билан таъсири натижасида водород фторид ( $HF$ ) олинади. Ундан электролитлар тайёрлаш мумкин, яъни калий бифториди суюқланмасига  $KHF_2$  таркиби 40-41%  $HF$  водородфторид бўлган модда қўшилади. Суюқланмани (суюқланиш температураси 70°C) режим асосида электролизга учратилади:  $T=95-100^\circ C$ ,

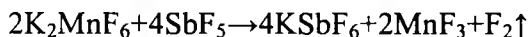
электродлардаги кучланиш 9-11 В, ток бўйича чиқиш 90-95%. Ҳосил бўладиган фтор таркибида 5% гача HF бўлади, у музлатиш ва натрий фторидга юттириш орқали йўқотилади. Лаборатория шароитида фторни қуйида кўрсатилган қурилма (3.1-расм) ёрдамида олиш мумкин.  $KF \cdot 3HF$  суюқланмаси билан тўлдирилган мисли идишни 1, пастки қисмида туйнуги бўлган мисли идиш 2, ичига жойлаштирилади. 2 идишга қалин никелли анод жойлаштирилади. Катодни 1 идишга жойлаштирилади. Шундай қилиб,



3.1-расм. Фтор олишнинг лаборатория қурилмаси

электролиз жараёнида газ ҳолатидаги фтор трубка 3, орқали ажралади, водород бўлса, 4 трубка орқали ажралади. Системанинг герметик бўлишини таъминлаш муҳим шарт саналади, бунинг учун калций фториддан бўлган пробкалар ҳамда кўрғошин (II) оксиди ва глицеринли ёғловчи бирикмалар ишлатилади.

1986 йилда фтор кашф этилганлигининг 100 йиллиги муносабати билан бўлаётган конференцияга тайёргарлик вақтида Карл Кристе кимёвий йўл билан водородфторидли эритмада  $K_2MnF_6$  ва  $SbF_5$   $150^\circ C$  да қуйидаги реакция асосида фтор олишни яратганлигини ошкор қилди.



Ваҳоланки, бу усул амалда қўлланишга эга бўлмаса ҳам, у фтор синтез қилишда электролиз шарт эмаслигини кўрсатади, бундан ташқари, бу реакция учун зарур бўлган барча компонентлар газ ҳолатидаги фторни ишлатмасдан олиш мумкин.

**Бирикмалари.**  $O_3F_4$ ,  $O_3F_2$ ,  $O_2F_2$  – кислород фторидлари,  $NF_3$  – учфторли азот, HF – водород фторид,  $S_2F_2$ ,  $SF_2$ ,  $SF_4$ ,  $SF_6$ ,  $S_2F_{10}$ ,  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_4F_6$ , ClF – монофторли хлор, BrF, BrF<sub>3</sub>, BrF<sub>5</sub>, IF<sub>3</sub>, IF<sub>6</sub> – галоген фторидлари, XeF<sub>2</sub>, XeF<sub>4</sub>, XeF<sub>6</sub>, KrF<sub>2</sub>, KrF<sub>4</sub> – инерт газлар фторидлари.

**Сақланиши.** Фторни газ ҳолатида (босим остида) ва суюқ ҳолатида (суюқ азот билан совутилган кўринишда) никелдан ва унинг асосида тайёрланган пўлат (монел-металл), мисдан, алюминий ва унинг асосидаги қотишмалардан, латундан, зангламайдиган пўлатдан ясалган аппаратларда сақланади (бу ҳолат факатгина ушбу металлларнинг юзалари фторни ўтказмайдиган фторидли плёнка билан қопланган бўлиши керак).

**Ишлатилиши.** Элементар фтор суюқ ҳолатида ракета ёқилғисида оксидловчи сифатида, уни ClF<sub>3</sub> – суюқ ҳолатида ракета ёқилғисида оксидловчи сифатида; SF<sub>6</sub>-диэлектрик; металл фторидларини Co, Ag, Mn, Sb – фторловчи реагентлар олишда ишлатилади.

Фторпластлар электро- ва радиотехникада, авиацияда ва ракета техникасида, машинасозликда, кимёвий ва атом саноатида, криоген техникада, озик-овқат саноатида ва тиббиётда ишлатилади.

Таркибида фтори бор препаратлар тиббиёт амалиётида ўсма касалликларини, антидепрессивли, наркологик касалликларни даволашда ва бошқа мақсадларда қўлланилади.

Бундан ташқари, фторланган углеводородлар (масалан, перфтордекалин) тиббиётда кон ўрнини босувчи сифатида ишлатилади. Таркибида фторли кўплаб дорилар мавжуд (фторотан, фторурацил, флуоксетин, галоперидол ва бошқалар).

Фторнинг кўплаб бирикмалари – водород фторид, алюминий фторид, кремнефторидлар, фторсульфонол кислотаси,  $BF_3$ , фторорганик бирикмалар ва бошқа бирикмалари кенг қўлланилади.

Фтор фреонлар (совутувчи агент сифатида), фторопластлар (кимёвий инерт полимерлар, юқори вольтли электротехникада), элегаз  $SF_6$  – газ ҳолатидаги изоляторлар олишда кенг ишлатилади.

Уран гексафториди  $UF_6$ , ядро саноатида уран изотопларини ажратувчи модда сифатида қўлланилади.

Натрий гексафтороалюминат алюминийни электролиз усулида олиш учун электролит ҳисобланади. Металл фторидлари (масалан, W ва V) кўплаб фойдали хоссаларни намоён этадилар.

**10. НЕОН** (грек. “neos” – “янги”; лот. Neon) Ne, кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи инерт газларга тегишли; тартиб рақами 10, атом массаси 20,179. Табиатдаги неон учта изотопдан ташкил топган  $^{20}Ne$  (90,92% ҳажм бўйича),  $^{21}Ne$  (0,257%),  $^{22}Ne$  (8.82%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

Неонни инглиз кимёгарлари У. Рамзай ва М. Траверс 1898 йилда ҳавони фракциялаб спектрал усул ёрдамида очишган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер юзасида неон бир хил миқдорда тақсимланмаган, аммо тарқалиши бўйича барча элементлар орасида бешинчи ўринда туради. У масса бўйича қарийб 0,13 % ни ташкил этади. Неоннинг кўпроқ концентрацияси қуёшда ва бошқа кайнок



Уильям Рамзай  
(1852-1916)

юлдузларда, газли туманликларда, ташки планеталар атмосферасида – Юпитерда, Сатурнда, Уранда, Нептунда кузатилади. Кўплаб юлдузлар атмосферасида неон водород ва гелийдан сўнг учинчи ўринда туради. Атмосферада неоннинг миқдори ҳажм бўйича  $1,82 \cdot 10^{-3}\%$  ни, ер қобиғида  $7 \cdot 10^{-5}$  г/т ни ташкил этади.



Морис Траверс  
(1872-1961)

**Физикавий хоссалари.** Неон – бир атомли, рангсиз, ҳидсиз газ,  $t_{\text{суюк}} -248,52^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} -245,93^\circ\text{C}$ ; қаттик ҳолдаги зичлиги  $1,444 \text{ г/см}^3$  (24,66 К), суюк ҳолдаги  $1,24 \text{ г/см}^3$  (25,0 К), газга  $0,90035 \text{ кг/м}^3$  (273 К, 0,1 МПа). Неон:  $k_b \cdot t_{\text{кр}} = -228,70$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 2,73$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,484$ ;  $C_p^\circ = 20,79$ ;  $S^\circ = 146,22$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{суюк}} = 0,33$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{буғ}} = 1,79$ ;  $\epsilon = 1,000127^\circ$ ;  $p = 1-257,3$ ;  $10-254,7$ .  $100-251,0$ ;  $s$  (мл) =  $1,23^\circ$ ;  $1,1625$ ;  $0,9874$ ; эрувчанлиги: эт.  $3,8115 \text{ мл}$ ,  $4,1725 \text{ мл}$ , мет.  $4,1315 \text{ мл}$ ,  $4,4425 \text{ мл}$ , ац.  $4,315 \text{ мл}$ ,  $4,825 \text{ мл}$ , бзл.  $2,5415 \text{ мл}$ ,  $2,8825 \text{ мл}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Неон кимёвий инертдир. Кимёвий инертлиги бўйича фақатгина гелий у билан беллаша олади. Ҳозирча бирорта валент бирикмаси олинмаган. Ҳатто клатрат деб номланувчи неоннинг сувли ( $Ne \cdot 6H_2O$ ), гидрохинонли ва бошқа моддалар билан

бирикмаларини (бошка инерт газлар – радоннинг, ксеноннинг, криптоннинг ва ҳатто аргоннинг ўхшаш бирикмалари маълум) олиш ва сақлаш жуда қийиндир.

Бирок оптик спектрометрия усуллари ёрдамида неоннинг  $\text{Ne}^+$ ,  $(\text{NeAr})^+$ ,  $(\text{NeH})^+$ , ва  $(\text{HeNe})^+$  ионлари мавжудлиги тасдиқланган.

**Олиниши.** Неон суюқ ҳаво таркибидан икки босқичли реактификацияловчи қурилмалар ёрдамида олинади. Газ ҳолатидаги неон ва гелий юқори босимда колоннанинг тепа қисми – конденсатор-буғлатгичда тўпланади, у ердан 0,55 МПа босим атрофида  $\text{N}_2$  билан совутилаётган дефлегматорнинг труба қисмига узатилади. Дефлегматордан бойитилган  $\text{Ne}$  ва  $\text{He}$  аралашмаси  $\text{N}_2$  дан тозалаш учун фаол кўмирли адсорберга йўналтирилади, унда қиздирилгандан сўнг газгольдерга тушади ( $\text{Ne} + \text{He}$  миқдори 70% гача); газлар аралашмасини ажратиш даражаси 0,5-0,6.  $\text{N}_2$  охириги тозалашни, ҳамда  $\text{Ne}$  ва  $\text{He}$  аралашмасини ажратиш ёки селектив адсорбция билан суюқ азот  $\text{N}_2$  температурасида, ёки бўлмаса, конденсацион усулда – суюқ  $\text{H}_2$  ёки неон ёрдамида амалга оширилади (дастлаб 700°C температурада  $\text{CuO}$  ёрдамида  $\text{H}_2$  кўшимчалардан тозаланади. Натижада, 99,99 %-тозаликдаги неон (ҳажм бўйича) олинади.

**Ишлатилиши.** Суюқ неон криоген қурилмаларда совутгич сифатида ишлатилади. Авваллари неон саноатда инерт муҳит сифатида ишлатилган бўлса ҳам, ундан арзон аргон маълум бўлган. Неон ва неон-гелийли аралашма газли лазерларда ишчи муҳити сифатида ёруғликнинг газоразрядли манбалари, индикатор лампалари ва кучланишлар барқароризатори, совуtuvчи агент сифатида паст температурали техникада қўлланилади.

Неонли лампаларни сигнал мақсадида маёқларда ва аэродромларда ишлатилади, чунки уларнинг кизил ранги туманларда жуда кучсиз тарқалиб, ажралиб туради.

**11. НАТРИЙ** (араб. натрун, грек. “nitron” – “табиатдаги сода”; лот. Natrium) Na, кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи, тартиб рақами 11, атом массаси 22,9897; ишқорий металлларга тегишли элемент. Табиатда битта барқарор изотопи мавжуддир  $^{23}\text{Na}$ . Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ .

Натрий метални биринчи марта 1807 йилда инглиз олими Гемфри Дэви натрий гидроксиди суюқланмасини электролиз қилиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Натрий ер қобиғидаги миқдори масса бўйича 2,64% ни ташкил этади. Табиатда натрий фақатгина тузлар кўринишида бўлади. 200 дан зиёд минераллари мавжуд.



Гемфри Дэви  
(1778-1829)

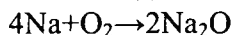
Мухим минераллари: галит (тош тузи)  $\text{NaCl}$ , натрий хлорид (ош тузи)  $\text{NaCl}$ , мирабилит (глаубер тузи)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , тенардит  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , чили селитраси  $\text{NaNO}_3$ , криолит  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ , трона  $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , бура (тинкал)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , ҳамда табиий силикатлар, масалан альбит  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , нефелин  $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$ .

**Физикавий хоссалари.** Натрий – кумушсимон ок рангли металл, юпка қаватлари бинафша рангга эга, пластиклик хусусиятга эга, ҳатто юмшоқ, пичок билан осон кесилади, янги кесилган бўлак ялтирайди. Электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги етарли даражада юқори, зичлиги 0,9684 г/см<sup>3</sup> (19,7°C), суюқланиш ҳарорати 97,86°C, 100°C температурада буғланишни бошлайди, ваҳоланки 877,5°C температурада қайнайди.  $\rho=0,968^{20}$ ;  $\text{Cp}^\circ = 28.16$ ;  $\text{S}^\circ = 51.45$ ;  $\Delta\text{H}^\circ = 0$ ;  $\Delta\text{G}^\circ = 0$ ;  $\Delta\text{H}_{\text{суюқ}} = 2.64$ ;  $\Delta\text{H}_{\text{буғ}} = 86.36$ ;  $\rho = 0.01^{289}$ ;  $0.1^{355}$ ;  $1^{439}$ ;  $10^{550}$ ;  $100$ ;  $n=0.814^{100}$ ;  $0.742^{123}$ ;  $0.635^{183}$ ; босим остида рубин сингари шаффоф ва кизил бўлади.

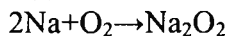
Хона ҳароратида натрий кубсимон сингония кўринишидаги кристалларни ҳосил қилади, фазовий группаси  $I m^3 m$ , ячейка параметрлари  $a = 0,42820$  нм,  $Z = 2$ . 268°C (5K)

температурада натрий гексагональ фазага ўтади, фазовий группаси  $P 6_3/mmc$ , ячейка параметрлари  $a = 0,3767$  нм,  $c = 0,6154$  нм,  $Z = 2$ .

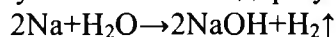
**Кимёвий хоссалари.** Ишқорий металл ҳавода осонгина оксидланади. Кислород ва ҳаводан ҳимоялаш мақсадида натрий керосин остида сақланади.



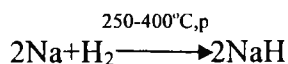
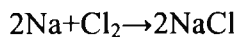
Ҳаво ёки кислородда ёнганда пероксидни ҳосил қилади:



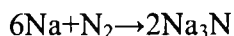
Натрий сув билан жуда тез реакцияга киришади. Сувга солинган бир бўлак натрий сув юзасида қалқиб юради, оқ шарчага айланиб турли томонга ҳаракат қилади. Реакция водород ажралиб чиқиш билан боради, баъзан у ёниш билан содир бўлади:



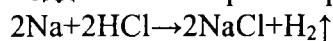
Барча ишқорий металллар сингари натрий кучли қайтарувчи ҳисобланади ва кўплаб металлмаслар билан фаол реакцияга киришади. (азот, йод, углерод, инерт газлардан ташқари):



Натрий литийга нисбатан анча фаол. Натрий азот билан электр разряд ёрдамида қийин таъсирлашиб, барқарор бўлмаган модда – натрий нитридни ҳосил қилади (бунинг аксича литий нитриди осон ҳосил бўлади):



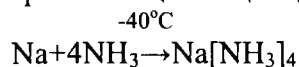
Суюлтирилган кислоталар билан оддий металллар сингари таъсирлашади:



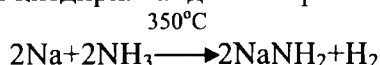
Концентранган оксидловчи кислоталар билан қайтарилган маҳсулотларни ажратади:



Суюқ аммиакда эриб, кўк рангли эритмани ҳосил қилади:



Газ ҳолатидаги аммиак билан киздирилганда таъсирлашади:



Симоб билан натрий амальгамасини ҳосил қилади, у тоза металлга нисбатан юмшоқ қайтарувчидир. Калий билан котишмаси суюқ ҳолатда бўлади.

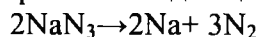
Алкилгалогенидлар мўл миқдордаги металл билан натрий органик бирикмаларни – юқори фаол бирикмаларни ҳосил қилиши мумкин, у одатдаги шароитда ҳавода алангланади ва сувда портлайди. Металл етарли миқдорда бўлмаганда Вюрц реакцияси содир бўлади. Натрий краун-эфирлар иштирокида органик эритувчиларда эрийди. Натрий фтор  $\text{F}_2$  атмосферасида алангланади, одатий ҳароратда  $\text{Cl}_2$  да ёнади,  $\text{Br}_2$  билан фақатгина киздирилганда таъсирлашади,  $\text{I}_2$  билан одатдаги шароитда таъсирлашмайди. S, Se ва Te билан жадал таъсирлашиб, халкогенидларни ҳосил қилади. Инерт газлар қаттиқ ва суюқ Na натрийда кам миқдорда эрийди,  $200^\circ\text{C}$  натрий водородни ютиб, гигроскопик гидрид NaN ни ҳосил қилади. Азот билан электр разрядида бирикиб, нитрид  $\text{Na}_3\text{N}$  ёки азид  $\text{NaN}_3$  ҳосил қилади, суюлтирилган кислоталар билан тузларни. Суюқ  $\text{NH}_3$  да натрий осонгина эриб, кўк рангли эритма ҳосил қилади.

Натрий  $800-900^\circ\text{C}$  температурада газ ҳолатидаги углерод билан карбидни (ацетиленид)  $\text{Na}_2\text{C}_2$  ҳосил қилади. Ag, Au, Cd, Ga, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi, K, Cs билан интерметаллидларни

беради; Ba, Sr, Mg, Li, Zn, Al лар билан бирикма ҳосил қилмайди. Симоб билан натрий амальгама – интерметаллид таркиби  $\text{NaHg}_2$ ,  $\text{NaHg}_4$ ,  $\text{NaHg}_8$ ,  $\text{NaHg}$ ,  $\text{Na}_3\text{Hg}_2$ ,  $\text{Na}_5\text{Hg}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{Hg}$  каби бирикмаларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Натрий  $\text{NaCl}$  суюқланмасини (бир вақтнинг ўзида  $\text{Cl}_2$  ҳам ишлаб чиқарилади) температурасини пасайтириш учун  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaF}$  ёки  $\text{CaCl}_2$  қўшимчалар қўшиб ёки  $\text{NaOH}$  суюқланмасини электролиз қилиб олинади.

Оз миқдордаги натрий азиднинг парчаланишидан ҳам олинади:



$\text{NaCl}$  электролизи диафрагмали электролизёрда амалга оширилади; анодлар графитдан катодлар  $\text{Cu}$  дан ёки  $\text{Fe}$  дан тайёрланади. Натрийни хлоридлар, оксидлар,  $\text{Ca}$  қўшимчаларидан суюқланган натрийли аралашмалар  $\text{NaOH}$ -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -  $\text{NaCl}$  ёки  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , суюқлангани  $\text{Li}$ ,  $\text{Ti}$  металлари ёки  $\text{Ti-Zr}$  қотишмалари билан қайта ишланиб, кичик молекулали хлоридлар билан  $\text{TiCl}_3$ ,  $\text{TiCl}_2$ , вакуумли дистилляция орқали тозаланади.

**Ишлатилиши.** Натрий метали қайтарувчи сифатида кимё саноатида, металлургияда кенг қўлланилади. Органик эритувчиларни, масалан, эфирларни қуритиш учун ишлатилади. Натрий энергия тежовчи натрий-сульфатли аккумуляторлар тайёрлашда ишлатилади. Уни яна юк машиналарини чиқувчи клапанларида суюқ иссиқлик чиқарувчи сифатида қўлланади. Камдан-кам ҳолатларда юқори тоқлар учун мўлжалланган симларда натрий метали қўлланилади.

Калий ҳамда рубидий ва цезий билан қотишмасида юқори эффектив иссиқлик ташувчи сифатида қўлланилади. Шу жумладан, натрий 12 %, калий 47 %, цезий 41 % таркибли қотишма рекорд даражадаги суюқланиш температурасига эгадир  $-78^\circ\text{C}$  ва у ракета двигателларида ва атом энергетикаси қурилмаларида ишчи жисм ва иссиқлик ташувчи ўрнида ишлатиш учун таклиф қилинган.

Бундан ташқари, натрий юқори ва паст босимли газоразрядли лампаларда ишлатилади. Бу лампалар (ёйли, натрийли, трубкали) кўчаларни ёритишда кенг қўлланилади. Улар ёрқин сарик ранг беради. Бундай лампаларнинг ярқилик муддати 12-24 минг соатни ташкил этади. Шунинг учун газоразрядли лампалар шаҳарларни, архитектура ва саноат жойларини ёритиш учун (алмаштириб бўлмайдиган) ёруғлик манбаидир.

Кимё саноатида цианли тузлар, синтетик каучук ва синтетик ювиш воситалари, фармацевтик препаратлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Тоза  $\text{Na}$  ва унинг калийли қотишмалари атом энергетика саноатида иссиқлик ташувчи сифатида ишлатилади. Натрийнинг кимёвий бирикмалари халқ хўжалигида кенг қўлланилади.

$\text{Pb-Na}$  қотишмаси кўплаб  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  ишлаб чиқаришда, подшипниклар тайёрлашда ишлатилади.

**12. МАГНИЙ** (Magnesium)  $\text{Mg}$ , кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи, тартиб рақами 12, атом массаси 24,305; Ишқорий ер металларига киради. Табиатдаги магний учта барқарор изотопдан ташкил топган  $^{24}\text{Mg}$  (78,60%),  $^{25}\text{Mg}$  (10,11%) ва  $^{26}\text{Mg}$  (11,29%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ .



Бюссид Амбюз  
1549-1579

1808 йилда инглиз кимёгари Гемфри Дэви намланган магнезия ва симоб оксиди аралашмасини электролиз қилиб номаълум металл амальгамасини олади, ва унга «магнезия» номи беради, бу ном ҳозиргача кўп давлатларда сақланиб қолган. 1831 йилда Россияда «магний» деб номлаш қабул қилинган. 1829 йилда француз кимёгари А.Бюсси магний хлоридини калий билан қайтариб магнийни олади. Саноат миқёсидаги кейинги қадамни М.Фарадей қўяди. 1830 йилда у биринчи марта магний хлорид суюқланмасини электролиз қилиб магнийни олади.



Гемфри Дэви  
(1778-1829)

**Табиатда тарқалиши.** Бу ер қобиғида энг кўп тарқалган элементлардан биридир. Магний кўп миқдорда денгиз сувида мавжуд. Магнезиал хомашёнинг асосий кўринишлари қуйидагилар:

денгиз суви – (Mg 0,12-0,13 %);  
карналлит –  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$  (Mg 8,7 %);  
бишофит –  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (Mg 11,9 %);  
кизерит –  $MgSO_4 \cdot H_2O$  (Mg 17,6 %);  
эпсомит –  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (Mg 9,9 %);  
каинит –  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$  (Mg 9,8 %);  
магнезит –  $MgCO_3$  (Mg 28,7 %);  
доломит –  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  (Mg 13,1 %);  
брусит –  $Mg(OH)_2$  (Mg 41,6 %);

Магнезиал тузлар ўзи йўқолиб бораётган кўлларнинг тузларида кўп миқдорда учрайди. Карналлитнинг чўкма кўринишидаги қазилма конлари кўплаб давлатларда маълумдир.

Магнезит нисбатан гидротермал шароитларда ҳосил бўлади ва ўрта температурали гидротермал қазилма конларга тегишлидир. Доломит ҳам муҳим магнийли хомашё ҳисобланади. Доломитнинг қазилма конлари кенг тарқалган, уларнинг миқдори жуда кўп. Улар карбонатлар катламлари билан ассоцияланади ва уларнинг кўплари докембрийский ёки пермский ёшига эгадир. Доломитли катламлар чўкиш натижасида ҳосил бўлади, аммо оҳақтошнинг гидротермал эритмалари, ер ости ва усти сувлари билан таъсирлашиши натижасида ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

**Физикавий хоссалари.** Магний – кумушсимон-ок рангли гексагонал панжарали металл, металл ялтираш хусусиятига эга; фазовий гуруҳи  $R \ 6_3/mmc$ , ячейка параметрлари  $a = 0,32029$  нм,  $c = 0,52000$  нм,  $Z = 2$ . Одатдаги шароитда магнийнинг юзаси мустақкам оксид  $MgO$  пардаси билан қопланган, у ҳавода  $600^\circ C$  атрофида бузилади, шундан сўнг металл кўзни камаштирадиган ярқировчи аланга бериб ёнади, магний оксиди ва нитридини  $Mg_3N_2$  ҳосил қилади. Магнийнинг  $20^\circ C$  даги зичлиги -  $1,738$  г/см<sup>3</sup>, суюқланиш температураси  $t_{\text{суюқ.}} = 650^\circ C$ , кайнаш температураси  $t_{\text{қай}} = 1107^\circ C$ , иссиқлик ўтказувчанлик  $20^\circ C$  да -  $156$  Вт/(м·К).

Магний  $\rho = 1,74^{20}$ ;  $c_p = 0,983^{25}$ ;  $1,06^{100}$ ;  $1,31^{650}$ ;  $C_p^0 = 23,9$ ;  $S^0 = 32,7$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 9,2$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 131,8$ ;  $\rho = 0,1^{510}$ ;  $1^{602}$ ;  $10^{723}$ ;  $100^{892}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Одатдаги шароитда магний юзаси оксид  $MgO$  пардаси билан қопланган, фақатгина  $\sim 600^\circ C$  температурагача киздирилганда бу парда йўқолади. Совуқ сув билан  $Mg$  таъсирлашмайди, қайнаётган сувдан водородни  $H_2$  сиқиб чиқариб  $Mg(OH)_2$  ни ҳосил қилади. Суюлтирилган кислоталар билан хона ҳароратида  $Mg$  интенсив реакцияга киришади, концентранган  $H_2SO_4$  ва  $HNO_3$  билан совуқда таъсирлашмайди. У  $MgF_2$  каватини

ҳосил килиши ҳисобига HF ва водород фторид кислотаси таъсирига чидамли. Водород билан 570°C температурада  $MgI_2$  иштирокида магний гидрид  $MgH_2$  ни ҳосил қилади. У 280°C температурадан юқори ҳароратда элементларга парчаланadi.

Қиздирилганда Mg S, Se ёки Te билан халкогенидларни  $MgS$ ,  $MgSe$ ,  $MgTe$  ҳосил қилади. Қиздирилганда Mg бор билан бирикиб  $MgB_2$ ,  $MgB_4$ ,  $MgB_6$ ,  $MgB_{12}$  таркибли бирикмалар ҳосил қилади. Углерод билан бирикиб,  $MgC_2$  ва  $MgC_3$  ларни ҳосил қилади. Кремний сув билан парчаланадиган силицид  $Mg_2Si$  ни ҳосил қилади. Кўплаб металллар билан интерметаллидларни ҳосил қилади. Mg метали  $CO_2$ ,  $B_2O_3$ ,  $SiO_2$  ни, галогенидларни тегишли элементга қадар қайтаради.

**Қотишмалар.** Магний Al асосли ва қотишмаларни легирлашда, бир қатор металлларни кислотасизлаш, сульфидсизлантириш учун ва қотишмаларни тайёрлашда ишлатилади. Қуйма магнийли қотишмалар автотрактор саноатида, деформацияланадигани авиакосмик техникада ишлатилади.

**Олиниши.** Магнийнинг энг асосий олиниш усули – сувсиз  $MgCl_2$ , KCl ва NaCl суюқланмаларининг электролизидир. Суюқланмани олиш учун сувсизланган карналлит ёки бишофит, ҳамда  $MgCl_2$  ишлатилади. Электролиз температураси 700-720°C. Суюқланмадаги  $MgCl_2$  миқдори 5-8%.  $MgCl_2$  нинг оптимал миқдорини таъминлаш учун даврий равишда ишлатилган электролит олинадиди ва янги карналлит ёки  $MgCl_2$  эритмасидан қўшилади. Суюқ Mg электролит юзасида сизиб чиқади, у ердан уни вакуумли ковш орқали ажратилади. Ажратиладиган магний 0,1% миқдорида таркибида қўшимчалар бўлади. Металлмас қўшимчалардан тозалаш учун Mg ни қайтадан K, Ba, Na, Mg флюсалар-хлоридлари ёки фторидлари билан суюқлантирилади. Чуқур тозалашни вакуумда ҳайдаш, зонали эритиш, электролитик рафинация билан амалга оширилади. Натижада 99,999 % тозаликдаги Mg олинадиди. Бундан ташқари, Mg электролизидида  $Cl_2$  гази ҳам олинадиди.

Термик усуллар билан олишда хомашё сифатида магнезит ёки доломит ишлатилади, улардан куйдириш ёрдамида MgO ни олишади. Реторт ёки айланадиган печларда оксид металга қадар кремний ёки  $CaC_2$  билан 1280-1300°C ёки углерод билан 2100°C температурада қайтарилadi.

**Ишлатилиши.** Магнийнинг асосий ишлатилиш соҳаси – унинг қотишмаларини ишлаб чиқариш. Магнийни металлларни (Ti, U, Zr, V ва бошқа) металлотермик усулда олиш учун ишлатилади. Бундан ташқари, магний органик моддалар олиш учун ҳам ишлатилади.

Магний титан металини титан тетраҳлориди таркибидан қайтариш учун ишлатилади. Енгил ва жуда енгил қотишмалар олишда ҳам ишлатилади (самолётсозликда, автомобиллар ишлаб чиқаришда), ҳамда ракетанинг ёритувчи ва ёндирувчи ускуналарини тайёрлашда ишлатилади.

**13. АЛЮМИНИЙ** (лот. “alumen”, род. падеж aluminis- “квасцлар”; лот. Aluminium) Al, Кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 13, атом массаси 26,98154. Табиатда битта барқарор изотоп кўринишида  $^{27}Al$  мавжуддир. Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори 8,8% ни ташкил этиб, алюминий кислород ва кремнийдан сўнг учинчи ўринини эгаллайди. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .

Al металини биринчи марта 1825 йилда даниялик олим Х.К. Эрстед соф ҳолда ажратиб олди.

**Табиатда тарқалиши.** Табиатда алюминий юқори фаоллиги сабабли деярли бирикмалар кўринишида учрайди.



**Минераллари:** Бокситлар -  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  қўшимчалари билан);

Нефелинлар –  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$ ;

Алунитлар –  $(\text{Na},\text{K})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$ ;

Глинозёмлар (каолиннинг кум  $\text{SiO}_2$  билан, оҳактош билан  $\text{CaCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$  билан аралашмаси);

Корунд (сапфир, рубин, наждак) –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;

Дала шпатлари –  $(\text{K},\text{Na})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ ;

Каолинит –  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;

Берилл (изумруд, аквамарин) –  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ;

Хризоберилл (александрит) –  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ ;

Шунга қарамай, айрим қайтарилиш жараёнларида вулконлар қолдиғида табиий алюминий металининг оз миқдори топилган.

Ўзбекистонда рудасимон бокситлар кўпгина топилган, лекин конлари ҳозирча йўқ. Палеозой ва мезозой ёшидаги бокситли минераллар маълум. Уларнинг ичида қуйидагилар фарқланади: латерит қобиғини емирилишидан чўкинди типиди, юқори триасдаги терриченн постгеосинклин формацияли бокситлар;

Қуйи бўр ва ўртача корбонда ҳосил бўлган карбонатли геосин клинал зотли бокситлар.

Палиозойли бокситлар Қизилқум, Нурота ва жанубий Фарғона туманларида аниқланган. Энг муҳимларидан бири Томди тоғидаги Октоусдир. Нурота туманида карстовли минераллар (Миришхон, Қизилбулок) ва денгиз бокситлари (Қўйтош, Нарвон, Қоратоғ) учрайди.

Умуман олганда, Ўзбекистон Республикасида келажакда бокситларни саноат миқёсида конларини очишга имкон бор. Қурама, Чотқол ва Ҳисор тоғларидаги руда минераллари ва конларида алинитлар топилган. Энг йириги – Қурама қирларидаги Гўшсойдир. Юқори полеозой вулконли сочма оқиш қатламлари ястанган. Улардан алюминий оксиди ажратиб олишнинг энг синалган технологияси олимлар томонидан тавсия этилган. Каолин бирикмалари Ўзбекистонда йирик кўмирли Ангрен кони ҳудудида учрайди. Бирламчи каолинлар 2 дан 46 м гача захира қатлами бўлиб, бу ерда кислотали ва ўртача таркибли юқори палеозой эффузиясини емирилиши ҳисобига ҳосил бўлган.

**Физикавий хоссалари.** Кумушсимоно-ок рангли, енгил металл, зичлиги –  $2,7 \text{ г/см}^3$ , техник алюминийнинг суюқланиш температураси  $658 \text{ }^\circ\text{C}$ , юқори тозаликдаги алюминийники  $660 \text{ }^\circ\text{C}$ , солиштирма суюқланиш иссиқлиги -  $390 \text{ кДж/кг}$ , кайнаш температураси  $2500 \text{ }^\circ\text{C}$ , солиштирма бугланиш иссиқлиги -  $10,53 \text{ МДж/кг}$ , солиштирма иссиқлик сифими -  $880 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ , қуйма алюминийнинг вақтинчалик қаршилиги -  $10\text{-}12 \text{ кг/мм}^2$ , деформацияланувчи –  $18\text{-}25 \text{ кг/мм}^2$ , қотишмалар -  $38\text{-}42 \text{ кг/мм}^2$ . Бринелл бўйича қаттиқлиги =  $24\text{-}32 \text{ кгс/мм}^2$ . Юқори пластиклиги: техник алюминий 35 %, тоза алюминийда 50 %, Модул Юнга - 70 ГПа

Алюминий юқори электр ўтказувчанликка ( $37 \cdot 10^6 \text{ См/м}$ ) ва иссиқлик ўтказувчанликка эгадир  $203,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

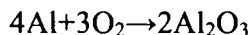
Кучсиз парамагнит хоссага эга. Чизикли температуравий кенгайиш коэффициентини  $24,58 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$  ( $20 \dots 200 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Солиштирма қаршилиги  $0,0262 \dots 0,0295 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ .

Электр қаршилигининг температуравий коэффициентини  $4,3 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ . Алюминий юқори ўтказувчанлик ҳолатига  $1,2$  кельвин температурада ўтади.  $\rho = 2,699^{20}$ ;  $c_p = 0,903^{25}$ ;  $C_p^\circ = 24,35$ ;  $S^\circ = 28,35$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 10,8$ ;  $\Delta H_{\text{бўғ.}} = 293$ ;  $\sigma = 840^{700}$ ;  $p = 0,1^{1123}$ ;  $1^{1279}$ ; н. р.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Нормал шароитда алюминий юпка ва мустаҳкам оксид парда билан қопланган ва шунинг учун классик оксидловчилар билан таъсирлашмайди:  $\text{H}_2\text{O}$  ( $t^\circ$ ),

O<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> (қиздирмасдан). Шунга кўра алюминий амалий жихатдан коррозияга учрамайди ва шу сабабли унга замонавий саноатда талаб жуда катта. Аммо оксид пардасининг емирилиши (масалан, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> тузлари эритмалари билан таъсирлашганда, иссик ишқорлар билан ёки амальгамалашда), алюминийнинг фаол қайтарувчи металл ўрнида бўлишини таъминлайди. Оксид парда ҳосил бўлмаслигига эришиш мумкин, бунинг учун алюминийга галлий, индий ёки қалай каби металлларни қўшиш керак бўлади. Бунда алюминий юзаси енгил суюқланадиган шу металллар асосида эвтетикланади.

Оддий моддалар билан осон таъсирлашади: кислород билан алюминий оксидни ҳосил қилади:

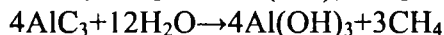
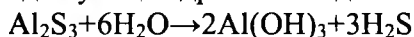


Алюминий галогенлар билан (фтордан ташқари) хлорид, бромид ёки йодидларни ҳосил қилади:



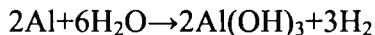
Бошқа металлмаслар билан F<sub>2</sub>, S, N<sub>2</sub>, C киздирилганда таъсирлашади.

Алюминий сульфиди ва карбиди тўлиқ гидролизланади:

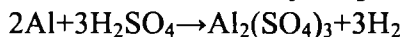
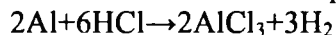


Алюминий мураккаб моддалар билан:

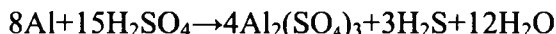
Сув билан (оксид пардаси йўқотилгандан сўнг, масалан, амальгамалаш ёки қайноқ ишқорлар эритмаси билан):



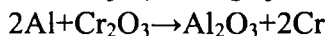
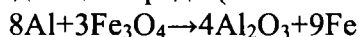
Суюлтирилган хлорид ва сульфат кислотада осонгина эрийди:



Қиздирилганда кислоталарда эрийди – алюминийнинг эрийдиган тузларини ҳосил қиладиган оксидловчиларда:



Металларни оксидлари таркибидан қайтаради (алюминотермия):



**Қотишмалари.** Деформацияланадиган қотишмалар:

1. Мустаҳкамлиги паст қотишмалар (Al-Mn, магнали, Al-Mg-Si). Улардан фольга, электр симлари, дераза ромлари тайёрланади;

2. Мустаҳкамлиги ўртача қотишмалар (дуралюминлар, ковочлар Al-Cu-Mg ва Al-Cu-Mg-Si, иссикликка чидамли Al-Cu-Mg-Fe-Ni, криогенли ва иссикликка бардошли пайвандланадиган Al-Cu-Mn, паст зичликдаги қотишмалар). Двигател қурилмаларининг ташувчи конструкцияларнинг асосий элементларини тайёрлашда ишлатилади.

3. Мустаҳкамлиги юқори қотишмалар Al-Zn-Mg-Cu, Al-Cu-Mg-Li ва Al-Cu-Li юқори (загруженный) зўриқишдаги конструкцияларда.

Қуйма қотишмалар: юқори ва ўртача мустаҳкам (қуймалар тайёрланади); иссикликка чидамли (Al-Cu-Mg-Ni, Al-Cu-Ni-Mn) – қуйма поршенларни тайёрлашда; коррозияга чидамли (Al-Mg) – денгиз сувларига мўлжалланган деталлар тайёрлашдаги қотишмалар.

**Ишлатилиши.** Алюминий конструкцион материал сифатида кенг қўлланилади. Бу соҳада алюминийнинг асосий сифатлари – енгиллиги, қолиплашга мойиллиги, коррозияон

барқарорлиги, юқори иссиқлик ўтказувчанлик, унинг бирикмаларининг захарли эмаслиги. Шу жумладан, бу хоссалар алюминийни ошхона жиҳозлари, озиқ-овқат саноатида ва қадоклаш учун алюминийли фольга тайёрлашда ўрни бекиёс. Биринчи учта хоссаси алюминийни авиакосмик саноатда (охирги вақтда композит материаллар томонидан секин сиқиб чиқарилмоқда, биринчи ўринда углеродли толалар билан) ишлатишда асосий хомашё саналади.

Конструкция материал сифатида алюминийнинг асосий камчилиги – кам мустаҳкамлиги, шунинг учун буни ошириш учун уни, одатда, оз миқдордаги мис ва магний билан қотишмаси олинади (қотишма дуралюминий деб номланади).

Алюминийнинг электр ўтказувчанлиги мисникига нисбатан 1,7 марта кам, лекин шунга қарамай алюминий мисга қараганда 4 марта арзон, аммо 3,3 марта зичлиги кичик, тенг қаршилиққа эга бўлиш учун ундан 2 марта кам оғирлик керак. Шу сабабли у электротехникада симлар (электрсимлар) тайёрлашда, экранлашда ва ҳатто микроэлектроникада микросхемалар тайёрлашда ишлатилади. Алюминийнинг ( $3,7 \cdot 10^7$  см/м) мисга нисбатан пастроқ ( $5,84 \cdot 10^7$  см/м) электр ўтказувчанликка эгаллиги сабабли, бир хил электр қаршилигини саклаш учун, алюминий ўтказувчиларнинг кесим юзаси катталаштирилади. Алюминийнинг юзасида оксид пардасининг ҳосил бўлиши унинг камчилиги бўлиб, электр боғланишларни таъсир қаршилигини камайтирган ҳолда пайвандлаш ишларини кийинлаштиради, бу эса, ўз навбатида, электр контакти ва изоляцияга қарама-қарши таъсир кўрсатади.

Комплекс хоссаларига кўра иссиқлик қурилмаларида ишлатиш кенг тарқалган. Алюминий ва унинг қотишмалари жуда паст температурада ўзларининг мўртлигини йўқотмайди. Шу сабабли у криоген техникада қўлланилади. Алюминий юқори даражадаги нур қайтариши, энгиллиги, арзонлиги сабабли вакуумда сачратиб (чанглашда) ойналар тайёрлашда муҳим материал сифатида ҳам ишлатилади. Қурилиш материаллари саноатида газ ҳосил қилувчи агент сифатида ишлатилади. Алюминий пўлат ва бошқа қотишмаларга коррозия ва юқори ҳароратга чидамлилиқ беради, масалан, ДВС поршен клапанлари, лопаткалар, турбиналар, нефть платформаларида, иссиқлик алмашилиш қурилмаларида, ҳамда рухлашни ўрнини босади. Алюминий сульфиди водород сульфиди ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Жуда мустаҳкам ва энгил материал сифатида кўпикли алюминийни яратиш бўйича тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

**14. КРЕМНИЙ** (Silicium) Si, кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи, тартиб рақами 14, атом массаси 28.0855. Учта барқарор изотопдан ташкил топган  $^{28}\text{Si}$ (92,27%),  $^{29}\text{Si}$ (4,68%) ва  $^{30}\text{Si}$ (3,05%).

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ . Тоза ҳолатда биринчи марта 1811 йилда француз олимлари Жозеф Луи Гей-Люссак ва Луи Жак Тенар томонидан ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Кремнийнинг ер қобиғидаги миқдори масса бўйича 27,6-29,5 %. Шундай қилиб, ер қобиғида тарқалганлиги бўйича кремний кислороддан сўнг иккинчи ўринда туради. Денгиз сувидаги концентрацияси 3 мг/л.



Луи Тенер  
(1777-1857)



Гей Люссак  
(1778-1850)

Табиатда, одатда, кремнезём – кремний (IV) оксиди  $\text{SiO}_2$  кўринишида учрайди (ер қобиғида масса бўйича 12 % атрофида). Кремний (IV) оксиди ҳосил қилган асосий минераллари ва тоғ жинслари – булар қум (дарё ва кварцли), кварц ва кварцитлар, кремний, дала шпатлари ҳисобланади. Тарқалганлиги бўйича кремний бирикмалари туркумига силикатлар ва алюмосиликатлар киради.

Кремнийнинг табиатда эркин тоза ҳолатда учраши тўғрисида олимлар томонидан жуда кўп илмий далиллар келтирилган.

**Физикавий хоссалари.** Кремний – кумушсимон-кулранг рангли, металлларга хос ялтирашга эга бўлган металлмас кимёвий элемент. Кристалл ҳолатдаги кўриниши ва белгиси  $\text{Si}$   $t_{\text{суюк}}=1415^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=3249^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $2,33 \text{ г/см}^3$ .

Кремнийнинг кристалл панжараси чеккалари марказлашган кубсимон, олмос кўринишида, параметрлари  $a=0,54307 \text{ нм}$  (юқори босимда бошқа полиморф модификациялари олинган), аммо C-C атомлар боғ узунлигига нисбатан Si-Si атомлари орасида боғ узунлиги сабабли олмосга қараганда кремнийнинг каттиклиги нисбатан пастроқ. Кремний мўрт, фақатгина  $800^\circ\text{C}$  юқори температурада киздирилганда у пластик моддага айланади.

Кремний  $\rho=2,33$  (крист);  $2,0$  (ам)  $c_p=0,713^{25}$ ;  $C_p^0=20,04$  (крист);  $S^0=18,82$  (крист);  $\Delta H^0=0$  (крист);  $\Delta G^0=0$  (крист);  $\Delta H_{\text{суюк}}=49,8$  (крист);  $\Delta H_{\text{буғ}}=355,6$ ;  $\sigma=725^{1450}$ ;  $\rho=0,1^{1477}$ ;  $1^{1665}$ ;  $10^{1910}$ ;  $100^{2239}$ ;

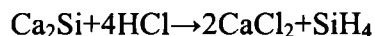
**Кимёвий хоссалари.** Углерод атоми сингари кремний атомлари ҳам  $sp^3$  – орбитал гибридланишга хосдир. Гибридланишга боғлиқ ҳолда, тоза кристалл кремний олмосга ўхшаш панжарани ҳосил қилади, кремний тўрт валентли. Бирикмаларда кремний, одатда, ўзини тўрт валентликни намоён қилиб, +4 ёки –4 оксидланиш даражасини намоён қилади. Кремнийнинг икки валентли бирикмалари ҳам учрайди, масалан, кремний (II) оксиди –  $\text{SiO}$ .

Нормал шароитда кремний кимёвий жиҳатдан фаоллиги паст ва газ ҳолатдаги фтор билан фаол ҳолатда таъсирлашади, бунда учувчан кремний тетрафториди  $\text{SiF}_4$ ни ҳосил бўлади. Кремнийнинг бунақа «пассивлиги» кислород, ҳаво ва сув ( сув буғлари) билан таъсирлашиб ҳосил бўладиган наноўлчамли кремний (IV) оксиди юзани коплаб пассивлаштирадиган қавати ҳосил бўлиши билан боғлиқ.

$400\text{--}500^\circ\text{C}$  дан юқори температурада киздирилганда, кремний кислород билан таъсирлашиб кремний (IV) оксиди –  $\text{SiO}_2$  ни ҳосил қилади, жараён кремний юзасида оксид қаватининг қалинлашиши, оксидланиш тезлиги атомар кислороднинг оксид қавати орқали диффузияси билан боғлиқ бўлади.

$400\text{--}500^\circ\text{C}$  дан юқори температурада кремний хлор, бром ва йод билан таъсирлашиб-тегишли учувчан тетрагалогенидларни  $\text{SiHal}_4$  ва мураккаб таркибли галогенидларни ҳосил қилиш ҳам мумкин.

Водород билан кремний тўғридан-тўғри таъсирлашмайди, кремнийнинг водородли бирикмалари – силанлар умумий формуласи  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  – билвосита йўл билан олинади. Моносилан  $\text{SiH}_4$  (одатда, уни силан деб номлашади) металл силицидларни кислота эритмалари билан таъсири натижасида олинади, масалан:



Бу реакцияда ҳосил бўладиган силан  $\text{SiH}_4$  бошқа силан қўшимчаларини бириктиради, шу жумладан, дисиланни  $\text{Si}_2\text{H}_6$  ва трисиланни  $\text{Si}_3\text{H}_8$ , қайсики, улар бирламчи боғлар билан боғланган (-Si-Si-Si-) ҳолида бўлади.

Кремний азот ва бор билан  $1000^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, нитрид  $\text{Si}_3\text{N}_4$

ва термик-кимёвий барқарор боридларни  $\text{SiB}_3$ ,  $\text{SiB}_6$  ва  $\text{SiB}_{12}$  ҳосил қилади.  $1000^\circ\text{C}$  дан юқори температурада кўплаб бирикмаларини, кимёвий элементлар даврий жадвали бўйича аналогича – углерод билан – кремний карбидини  $\text{SiC}$  (карборунд) ҳосил қилади, у юқори қаттиқлик ва паст кимёвий фаолликни намоён қилади. Карборунд абразив материал сифатида кенг қўлланилади. Бунда шуниси қизиқки, кремний суюқланмаси ( $1415^\circ\text{C}$ ) узок вақт давомида катта бўлақлар (мустаҳкам зичликли) майда заррачали графит (ўта кумоқ графит) изостатистик прессланган углерод билан эримасдан, бирикма ҳосил қилмасдан таъсирлашмайди. 4-гурӯҳнинг пастда турган элементлари (Ge, Sn, Pb) кремнийда кўплаб металллар сингари, чексиз миқдорда эрийди. Кремнийни металллар билан қиздирилганда, уларнинг бирикмалари – силицидлар ҳосил бўлиши мумкин. Силицидларни икки гуруҳга бўлиш мумкин: ион-ковалентли (ишқорий, ишқорий ер, магнийли тури  $\text{Ca}_2\text{Si}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$  ва бошқа металл силицидлар) ва металлга ўхшаш (ўзгарувчан валентли металл силицидлари). Фаол металл силицидлари кислоталар таъсирида парчаланаяди, ўзгарувчан валентли металл силицидлари кислоталар таъсирига кимёвий жихатдан барқарор бўлиб кислоталарда эрмайди. Металлсимон силицидлар юқори суюқланиш температурасига ( $2000^\circ\text{C}$ ) эгадирлар. Кўп ҳолларда металлсимон силицидлар  $\text{MeSi}$ ,  $\text{Me}_3\text{Si}_2$ ,  $\text{Me}_2\text{Si}_3$ ,  $\text{Me}_5\text{Si}_3$  ва  $\text{MeSi}_2$  ларни ҳосил қилади. Металлсимон силицидлар кимёвий жихатдан инерт, юқори температураларда кислород таъсирига бардошлидир.

Шуни таъкидлаш жоизки, темир билан кремний эвтектик аралашмани ҳосил қилади, бу эса ушбу материалларни ферросилицийли керамика олиш учун бирга “пишириш” (қотишмалаш) кремний ва темирнинг суюқланиш температурасидан паст температурада амалга ошириш имконини беради.

Кремний оксиди  $\text{SiO}_2$   $1200^\circ\text{C}$  дан юқори температурада кремний билан қайтарилганда кремний (II) оксиди –  $\text{SiO}$  ҳосил бўлади. Чохральский усули орқали кристаллизацияга йўналтирилган кремний кристалларини олиш жараёнида доимий равишда кузатилади, чунки уларда кремнийни энг кам ифлос қиладиган кремний диоксид контейнерлари ишлатилади.

Кремний учун кремний органик моддаларни ҳосил қилиш характерлидир, унда кремний атомлари кўприксимон кислород атомлари ҳисобига -O- узун занжир бўлиб боғланади, яъни кремнийнинг битта атомига иккита кислород атомларидан бошқа яна иккита органик радикал  $\text{R}_1$  ва  $\text{R}_2 = \text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$  ва бошқалар бирикади.

Кремнийни эритиш учун фторид ва нитрат кислоталар аралашмаси ишлатилади. Айрим махсус эритувчилар таркибига хром ангидридини ва бошқа моддаларни қўшилишини талаб этади. Эритишда кислотали эритувчи эритма тезда кайнаш температурасига қадар қизийди, бунда эритиш тезлиги бир неча марта ортади.

**Минераллари.**  $\text{M}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , бу ерда  $\text{M} - \text{Na, K, Ba}$ ; каолинит  $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ ; слюдалар  $\text{M}'\text{M}''(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH, F})_2$ , бу ерда  $\text{M}' - \text{K, Na, M}''$  бўлса -  $\text{Al, Mg, Fe, Li}$ .

**Олиниши.** Кремнийни  $\text{SiO}_2$  суюқланмасини углерод билан ёйли печларда  $1800^\circ\text{C}$  температурада қайтариб олинаяди. Техник махсулот тозаллиги махсус кислотали тозалашдан сўнг 99,9% га етади. Оз миқдорда  $\text{Si}$  ни  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  ёки  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  суюқланмасини электролиз қилиб олинаяди.

Юқори тозалликдаги  $\text{Si}$  олиш учун махсулот  $\text{SiCl}_4$  ёки  $\text{SiHCl}_3$  қадар хлорланади. Бу хлоридларни ректификация, сорбция, қисман гидролиз ва махсус термик қайта ишлаш орқали чуқур тозалашга учратилади, кейинчалик  $1200\text{-}1300^\circ\text{C}$  температурада жуда тоза  $\text{H}_2$  билан зангламайдиган пўлатдан тайёрланган қурилмаларда ёки берк кварцли ойнали асбобларда қайтарилади. Қайтарилган  $\text{Si}$  ни юқори тозалликка эга колипчаларда чўктирилади.

Юқори тозалликдаги  $\text{Si}$  олишнинг бошқа усули  $1000^\circ\text{C}$  атрофида ректификация орқали тозаланган  $\text{SiH}_4$  ни парчаланишига асосланган.  $\text{SiH}_4$  ни  $\text{Mg}_2\text{Si}$  нинг хлорид кислотаси билан

таъсирлашишдан,  $\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  ни Na иштирокида диспропорционлаш ёки эфирларда  $\text{LiAlH}_4$  нинг  $\text{SiCl}_4$  билан реакцияси орқали олинади. Юқоридаги усуллар билан таркибида масса бўйича  $10^{-7}$ - $10^{-8}$  % қолдиқ қолган Si соф ҳолда олинади.

**Ишлатилиши.** Кремний электроникада асосий ярим ўтказгич материаллари сифатида қўлланилади. Унинг асосида тайёрланган приборлар  $200^\circ\text{C}$  температурагача (температурада) ишлаши мумкин. Уни интеграл схемалар, диодлар, транзисторлар, қуёш батареялари, ядро физикасида заррачалар детекторлари ва бошқалар ҳамда инфрақизил спектроскопик приборларнинг линзаларини тайёрлашда ишлатилади. Металлургияда Si қайтарувчи сифатида (силико-марганецни, силикоалюминийни ва бошқалар олиш учун) ферросилиций ишлаб чиқаришда, суюқланган металллардан эриган кислородни йўқотиш учун ишлатилади. Si- электротехник ва бошқа пўлатларда, чўянларда, бронзада, силуминларда асосий компонентдир. Si ва унинг бирикмалари кремний органик бирикмаларни ва қатор металл силицидларини олиш учун ҳам ишлатилади.

**15.ФОСФОР** (Phosphorus, грек. Phosphoros – “ёруглик таратувчи”) P – кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи, тартиб рақами 15, атом массаси 30,9738. Масса сони 31 га тенг бўлган битта барқарор изотопи мавжуд. Сунъий муҳим изотопи  $\text{P}^{32}$  ( $T_{1/2} = 14,22$  кун). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ .



Хеннинг Бранд  
(1630-1710)

1669 йилда Х.Бранд (Германия) томонидан очилган. Фосфорнинг элементар табиийлигини А.Лавуазье аниқлаб берган. 1771 йилда К.Шееле суяк кулининг кукунини углерод билан куйдириш орқали олиш усулини ўйлаб топган. Фосфор учун асосий 3 аллотропик модификацияси маълумдир: оқ P, қизил P, қора P.  $25^\circ\text{C}$  га яқин ҳароратда ва P – 101,3 кПа қора фосфор термодинамик жиҳатдан нисбатан турғун. Бироқ оқ ва қизил фосфор метабарқарор форма кўринишида узок вақт мавжуд бўлиши мумкин.



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)

**Физикавий хоссалари.** Оқ фосфор – оқ шамсимон масса бўлиб, фосфор буглари конденсацияси ва суюқлигининг қотиши натижасида ҳосил бўлади. 183,456 МПа да  $t_{\text{суюқ}} = 92,01^\circ\text{C}$ , атмосфера босимида  $t_{\text{қай}} = 280,5^\circ\text{C}$ .  $\alpha$ -модификацияси зичлиги  $1,828 \text{ мг/м}^3$ ,  $\beta$ -модификацияси  $1,880 \text{ мг/м}^3$ . Оқ фосфорнинг  $\alpha$ - ва  $\beta$ -формалари мавжуддир. –  $76,9^\circ\text{C}$  температура ва 0,1 МПа босимда  $\beta$ -модификацияси барқарор ҳисобланади. Таркибида қўшимчалар бўлган оқ фосфор сариқ рангга ўзгаради.

Оқ фосфор – рангсиз шаффоф кучсиз ялтирашга эга бўлган модда. Фосфорнинг ҳиди саримсоқ хидига ўхшайди. Зичлиги –  $1,82 \text{ г/см}^3$ .  $t_{\text{суюқ}} = 44,1$ ,  $t_{\text{қай}} = 275^\circ\text{C}$ . Саклаганда қисман сариқ рангга ўтади, шунинг учун уни айрим вақтда сариқ фосфор деб ҳам аташади. Сув буглари иштирокида учувчан. Ҳавода  $60^\circ\text{C}$  температурада алангланади.



Карл Шееле  
(1742-1786)

Сувда деярли эримайди ( $15^\circ\text{C}$  температурада 0,0003%), этил спирти ва глицеринда оз миқдорда, диэтил эфирида, бензолда, скипидарда ва қаттиқ ёғларда бирмунча яхши эрийди.  $\text{S}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PBr}_3$  ва  $\text{CS}_2$  (1 қисм  $\text{CS}_2$  ўзида 18 қисм P ни эритади)да яхши эрийди.  $\text{CS}_2$  га ботирилган фосфор эритмаси қоғози қуриган пайтда ўз-ўзидан алангланади.

Эритмалардан учувчан ёғларни секин совитилганда фосфороктаэдр ва ромбсимон, кубсимон системанинг декаэдр кўринишига қадар кристалланади.

Оқ фосфор жуда заҳарли (ўлимга олиб келиш таъсир миқдори 0,1 г.). У паст температурада ҳам ўз-ўзидан алангаланиш қобилиятига эга. Ёнаётган фосфор инсон ҳаёти учун ҳавфли бўлган жуда оғрикли ва даволаш қийин бўлган куйишга олиб келади.

Қизил фосфор – аморф модда; ранги – жигаррангдан бинафша ранггача бўлади; У оқ фосфорни ҳавосиз муҳитда 250-300°C га қадар бир неча соат давомида қиздириш натижасида ҳосил бўлади. Қизил фосфорни 450°C температурадан юқори температурада узоқ муддатда қиздирилганда, унинг турли кристалл кўринишлари пайдо бўлади: триклин, кубсимон, тетрагонал ва бошқалар. Фосфор бир неча ўнлаб атмосфера босимида унинг  $t_{\text{суюк}}$  585 дан 610°C температурагача ва зичлиги 2,000 дан 2,400 мг/м<sup>3</sup> гача ўзгаради.

Қизил фосфор сувда ва этил спиртида ҳамда (оқ фосфордан фарқли равишда) CS<sub>2</sub> ва органик эритувчиларда эримайди. Заҳарли эмас. Ўз-ўзидан алангаланиш қобилиятига эга эмас. Алангаланиш температураси – 240°C.

Қора фосфор оқ фосфорни P – 1,2-1,7 ГПа босим остида 200-220°C температурагача ҳароратда қиздириш натижасида ҳосил бўлади.

Қора фосфорнинг аморф ва кристалл формалари мавжуд. Суюқланиш температураси 1764 МПа босимда  $t_{\text{суюк}} = 1000^\circ\text{C}$  атрофида. Кристалл формасининг зичлиги 2,702 мг/м<sup>3</sup>, аморф формасиники 2,250 мг/м<sup>3</sup>.

Фосфор (оқ)  $\rho = 1,83$ ;  $t_{\text{кр}} = 695$ ;  $p_{\text{кр}} = 8,1$ ;  $C_p^\circ = 23,8$ ;  $S^\circ = 41,1$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 0,659$ ;  $p = 1^{75}$ ;  $10^{123}$ ;  $100^{190}$ ;  $s = 0,0003^{15}$  Эрийди: ац. 0,14<sup>25</sup>; 0,22<sup>40</sup>, бзл. 3,2<sup>20</sup>, 5,75<sup>40</sup>, 7,90<sup>60</sup>, эф. 1,04<sup>20</sup>, 1,39<sup>25</sup>, 2,00<sup>35</sup>, CCl<sub>4</sub> 1,27<sup>20</sup>, 1,82<sup>40</sup>, эт. 0,31<sup>18</sup>, CS<sub>2</sub> 434<sup>0</sup>, 630<sup>5</sup>, 880<sup>10</sup>.

**Кимёвий хоссалари.** Майда туйилган оқ фосфор ўз-ўзидан ҳавода алангаланади, қулай (компактной) формада 50°C юқори ҳароратда қиздирилганда алангаланади.

Қизил фосфор нормал ҳароратда ва сув буғлари намлигида кислород билан секин таъсирлашади, бироқ унинг кўп миқдорини сақлаш жараёнида ҳавода алангаланади.

Қора фосфор нисбатан барқарор: уни ҳавода хавфсиз қайта ишлаш мумкин.

Фосфор водород билан одатдаги шароитда таъсирлашмайди. Кислород (O<sub>2</sub>) билан қатор оксидларни ҳосил қилади.

Фосфор ангидриди металлар билан таъсирлашиб, фосфат ва фосфидлар аралашмасини ҳосил қилади; галогенидлар билан, фтордан ташқари, таъсирлашмайди; кўплаб органик бирикмаларни дегидратация қилади; спиртлар, феноллар, эфирлар, алкилфосфатлар ва бошқалар билан таъсирлашади; асосли оксидлар билан суюқланмаси қаттиқ фосфатлар ҳосил қилади.

Фосфор фтор билан портлаб таъсирлашади: хлор ва бром атмосферасида оқ фосфор совуқда ҳам алангаланади; қизил фосфор билан реакция секин амалга ошади; оқ фосфор йод билан совуқда, қизил фосфор эса қиздирилганда таъсирлашади.

Фосфорни олтингургурт билан 100°C температурадан паст ҳароратда суюқлантирилганда қаттиқ эритмалар, 100°C температурадан юқори ҳароратда эса кристалл сульфидлар ҳосил бўлади.

Фосфор углерод билан буғ ҳолатда юқори температура (2000°C температурадан юқори) да таъсирлашади.

Фосфор буғлари азот билан электр разрядида таъсирлашиб, қаттиқ нитридларни ҳосил қилади.

Фосфор металлар билан ҳамда нисбатан юқори электромусбат элементлар (B, Si, As ва бошқалар) билан таъсирлашиб фосфидларни, сув ва минерал кислоталар билан тез суратларда таъсирлашади.

Фосфор кремний билан Si<sub>2</sub>P ва SiP, германий билан GeP, қалай билан Sn<sub>4</sub>P<sub>3</sub> ва SnP<sub>4</sub>,

кўрғошин билан  $Pb_3P_2$ , маргимуш билан  $AsP$ , сурма билан  $SbP$  ларни ҳосил қилади. Висмут фосфидлари ҳосил бўлмайди.

$H_2O$  билан одатдаги шароитда фосфор таъсирлашмайди, аммо  $600-900^\circ C$  температурада, босим остида ва катализатор иштирокида ( $Pt, Ti, Zr, Cu$ ) фосфор кислотаси  $H_3PO_4$  ва водород ҳосил бўлади.

Оқ фосфор осонгина паст оксидланиш қайтарилиш потенциалига эга бўлган металл ( $Cu, Ag, Au, Pb$  ва бош.) тузларининг сувли эритмалари билан оксидланади; қизил ва қора фосфор оксидланмайди.

**Минераллари.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $8 \cdot 10^{-2} \%$ . Барча фосфор таркибли минераллар (190 атрофида) ортофосфатлар ҳисобланади; улар магматик ва қолдиқ тоғ жинсларида учрайди. Фосфат минераллари ичида муҳимлари – апатитлар ва фосфоритлар. Апатитларнинг умумий формуласи  $Me_{10}X_2(RO_4)_6$ , бу ерда  $Me - Ca^{+2}, Pb^{+2}, K^+, Na^+, Sr^{+2}, Mn^{+2}, Mg^{+2}, Al^{+3}, C^{+4}, Y^{+4}, Ce^{+4}, Er^{+4}$  ва шу қабила,  $X - F^-, Cl^-, Br^-, OH^-$ ;  $RO_4 - PO_4^{-3}$  (асосан),  $VO_4^{-2}, SO_4^{-2}, SiO_3^{-2}$ .

Фосфоритларнинг асосий таркибий қисми – кальций фосфат. Аммо унинг таркибида кўп сонли кварцлар, кальцитлар, глауконитлар ва бошқалар, ҳамда органик моддалар бўлади.

Магматик жинсларнинг парчаланиши натижасида бошқа фосфор таркибли минераллар ҳосил бўлган: вивианит  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ; монацит ( $Ce, La \dots$ )  $PO_4$ ; ксенотим  $YPO_4$ ; торбернит  $Ca(UO_2)_2[PO_4]_2 \cdot 12H_2O$ .

**Олиниши.** Фосфор ва унинг бирикмаларини олиш учун асосий хомашё – фосфоритлар ва апатитлар ҳисобланади. Элементар фосфорни ишлаб чиқариш учун рудани кокс ёрдамида электротермик қайтариш орқали олинади:



Бойитилган руда майдаланади, кремнезем  $SiO_2$ , кокс билан аралаштирилади, гранулланади ва электр печга узатилади.  $SiO_2$  кальций таркибли рудани шлакда бириктириш учун керак.  $1400-1600^\circ C$  температурада қайтариш олиб борилади, даврий равишда бошланғич шихта бериб борилиб, суюқ ва газ ҳолатидаги маҳсулотлар йўқотилади. Суюқ (шлаклар) бу –  $Ca, Mg, Al, Fe$  ва бошқа силикатлар ва оксидлари ҳамда феррофосфор ( $Fe_2P, FeP, Fe_3P$ ). Феррофосфор шлакдан ажратилади ва махсус пўлатлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Газ маҳсулотлари ичидан ( $P, CO, SiF_4$  буғлари) чангдан тозаланган ва конденсацион курилмаларда  $50^\circ C$  паст ҳароратда совутилган моддаларни чўктиришади ва сув остида суюқ техник оқ фосфорни йиғишади. Фосфатли хомашёни углеводород билан электротермик қайтаришни элементар фосфорни ҳамда кальций цианамидни  $CaCN_2$  олиш учун (азотли ўғитларни тайёрлаш учун хомашё) ишлатиш мумкин. Бунинг учун фосфорни ажратгандан сўнг печни  $1800-2000^\circ C$  азот билан тўлдириб,  $CaC_2$  ни  $CaCN_2$  га айлантирилади.

Оқ фосфор термик  $H_3PO_4$ , фосфор галогенидларини ва бошқаларни олиш учун ишлатилади ёки герметик аппаратларда давомли қиздириш натижасида у қизил фосфорга қайта ишланади. Оқ фосфордан олинган элементар қизил фосфор тозалиги  $96-99\%$  ни ташкил этади. Техник фосфорни қўшимчалардан ( $As, S, Se, Te, Sn, Mn, Si, Ca, Mg$ , фосфорнинг қуйи оксидлари, углеводородлар, феноллар ва бошқа) тозалаш турли усуллар билан амалга оширилади:

1) Қўшимчаларни хромли аралашма, конц.  $H_2SO_4, HNO_3, KOH$ , полифосфор кислоталари билан танлаб эритилади, кейинчалик фаолланган кўмир ва каолин аралашмаси билан сузилади. Барча жараёнлар инерт атмосферада бажарилади:

2) Фосфорни сув буғи билан дистилляциялаш;



3) Вакуумда дистилляциялаш;

4) Юқори металл фосфидларининг (Fe, Ni, Mo, Cr, Co ва хоказо) термик диссоцияциялаш;

5) Зонали суюклантириш.

**Қотишмалари.** Cu-Mg-P (1,4% P гача); саноат қотишмаси Cu билан P (7% P); пиширилган антифрикцион фосфор таркибли қотишмалар (2% P гача); Пиширилган фракцион қотишмалар (1% P гача); коррозиядан, ишқаланишдан сақловчи, қават кўринишидаги фосфор таркибли қотишмалар Co-P, Ni-P, Co-Fe-P, Co-W-P ҳисоблаш техникаларида хотира элементларини яратиш учун ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Элементар фосфор ҳарбий ишларда, гугурт саноатида, термик фосфат кислотасини ишлаб чиқаришда, полифосфатлар, хлоридлар, сульфидлар, фосфидлар ва бошқа бирикмалар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Металлургияда фосфор пўлатларни (автоматли пўлат 0,15% P гача, зангламайдиган пўлат 0,3% P гача ва бошқа), чўянни (фосфорли чўян 0,8% P гача) легирлаш учун ишлатилади.

Пўлатли буюмларни юзасини ишлашда – фосфатлаш металлларни коррозиядан химоя қилади. Фосфор нордонловчи сифатида рангли металллар қотишмаларида (1% P гача) ишлатилади, уранли металлларни ўтга чидамлилигини оширади (фехраль, хромаль ва бошқа). У ярим ўтказгичларни олиш учун ҳам ишлатилади. Масалан, галлий ва индий фосфидлари. Фосфор кислотаси концентранган фосфорли ўғитлар ва реактивлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Метафосфатлар сувни юмшатиш учун ва коррозия фаоллигини пасайтириш учун, буғли қозонларда қолдикни камайтириш ёки йўқотиш учун, айрим ювиш воситалари таркибига ҳам киритилади.

**16. ОЛТИНГУГУРТ** (лот. Sulfur – ёрқин-сарик) S – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 16, атом массаси 32,064.

Тўртта барқарор изотоплардан ташкил топган:  $S^{31}$  ( $T_{1/2} = 2,66$  сек.),  $S^{35}$  ( $T_{1/2} = 86,3$  кун),  $S^{37}$  ( $T_{1/2} = 5,07$  мин.) Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ .

«Сера» сўзи қадимги рус тилида XV асрдан маълум, қадимги славян тилида «сра» – «сера, смола» сўзи билан боғланган, умуман, «ёнадиган модда, ёғ». Фасмернинг таклифига кўра «сера (олтингугурт)» лот.cera – «шам» ёки лот. serum – «сыворотка» сўзларидан келиб чиқади.



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)

Олтингугуртнинг элементар табиийлигини А.Л.Лавуазье очиб берган ва уни металлмас оддий моддалар таркибига киритган (1789). 1822 йилда Э. Мичерлих олтингугуртнинг аллотропиясини аниқлаган.

**Табиатда тарқалиши.** Олтингугурт кимёвий тарқалганлиги бўйича ер қобиғида ўн олтинчи элемент ҳисобланади. Эркин ҳолатда ҳам, бирикмалар кўринишида ҳам учрайди.

Олтингугуртнинг асосий муҳим минераллари:  $FeS_2$  – темир колчедани ёки пирит,  $ZnS$  – рух алдамаси ёки сфалерит (вюрцит),  $PbS$  – кўрғошин ялтироғи ёки галенит,  $HgS$ –киноварь,  $Sb_2S_3$  – антимонит. Бундан ташқари, олтингугурт нефтда, табиий кўмирда, табиий газ ва сланецларда учрайди. Олтингугурт – табиатдаги сувларда учраши бўйича олтинчи элемент, асосан сульфат иони кўринишида бўлади ва ичимлик сувининг «доимий» каттиклигини белгилайди. Юқори организмлар учун ҳаётини муҳим элемент, кўплаб оксилларнинг таркибий қисмидир, сочларда концентранлади. Олтингугуртнинг 200 дан зиёд минераллари мавжуд, эндроген жараёнларда ҳосил бўлади. Биосферада 150 дан зиёд олтингугурт минераллари ҳосил бўлади.

Ўзбекистонда олтингурт таркибли бирикмалар асосан Фарғона водийсининг Қизиларчин, Андижон, Қуршаб ва бошқа жойларида, шунингдек, Амударё, Устюрт минтақаларида ҳам учрайди, асосан, олтингуртли бирикмаларга бой минтақа Тубегатан ҳисобланади.

**Физикавий хоссалари.** Одатдаги температурада қаттиқ ҳолатдаги сарик рангли модда. Температура пасайтирилганда ёрқинлашади ва суюқ ҳаво ҳароратида деярли оқ рангга ўтади.

Олтингуртнинг катор кристалл ва аморф модификациялари мавжуд. 95,6°С температурагача ромбик кўриниши турғун ( $\alpha$ -S), 95,6-119,3°С да моноклин ( $\beta$ -S), 119,3°С температурадан юқори ҳароратда  $\beta$ -S суюқ  $\lambda$ -S га ўтади. Пластик ҳолатдаги аморф  $\mu$ -S суюқ олтингуртни бирдан совутилиши натижасида ҳосил бўлади.

$\alpha$ -олтингуртни  $t_{\text{суюқ}}=112,8^\circ\text{C}$ ,  $\beta$ -олтингуртни 119,3°С,  $\alpha$ -олтингуртни  $t_{\text{кай}}444,6^\circ\text{C}$ , қаттиқ олтингуртнинг 20°С зичлиги (г/см<sup>3</sup>): S- $\alpha$  2,07; S- $\beta$  1,96; S- $\mu$  1,92; суюқ фазадаги зичлиги (г/см<sup>3</sup>): 1,7988 (125°С); 1,7865 (140°С); 1,7784 (150°С); буғларининг зичлиги 3,64 г/л (444,6°С ва 1 атм.).

Олтингуртнинг алоҳида аномал хоссаларидан бири, бу – унинг ковшоқлиги. Унинг бу хосси температура кўтарилиши билан тез ошади, кейин пасаяди. У сувда эримайди, олтингурт углерод сульфидда, бензолда, эфирда, анилинда, фенолда ва бошқа органик эритувчиларда эрийди. Тоза олтингурт – сарик кристалл модда, ҳидсиз ва таъмсиз. Олтингурт бир неча аллотропик модификацияларда мавжуд. Улардан асосийлари қуйидагилар:

Ромбик олтингурт – синувчан кристалллар, зичлиги 2,07 г/см<sup>3</sup>.  $t_{\text{суюқ}}=112,8^\circ\text{C}$ . Олтингурт углерод сульфидда, олтингурт хлоридда, углеводородларда, эфир мойларда ва суюқ SO<sub>2</sub> да эрийди. Сувда эримайди, этил спирти ва диэтил эфирида деярли эримайди.

Моноклин олтингурт – оч сарик рангли кристалл, зичлиги 1,96 г/см<sup>3</sup>. Тезда бир неча кун давомида иссиқлик чиқариб ромбик олтингуртга айланади. Ўтиш нуқтаси 95,6°С.  $T_{\text{суюқ}}=119,25^\circ\text{C}$ . У углерод сульфид ва толуолда эрийди.

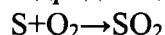
Пластик олтингурт – кулранг – сарик, резинага ўхшаш масса. Қисман углерод сульфидда – CS<sub>2</sub> да эрийди. Сақлаш давомида у аста-секин ромбик олтингуртга ўтади.

Олтингурт ўзининг буғларни тез совутиш натижасида ёрқин сарик рангли кукунни ҳосил қилади, у “серный” ранг номи билан машхур. Эритмалардан чўктирилган олтингурт (олтингурт сути) – сарик ёки кулранг аморф бўлиб, у жудаям майда туюлган кукун, ҳидсиз ва таъмсиз. Зичлиги 1,92 г/см<sup>3</sup>, CS<sub>2</sub> да яхши эрийди. Қуруқ препарат ёпиқ банкада сақлашда деярли ўзгармайди; фақатгина узок муддатда сақлаш натижасида, агарда намлик бўлса, нордон реакцияни намён қилиб кучсиз ҳидга эга бўлади.

Олтингурт ромб. ( $\alpha$ ), мн. ( $\beta$ ) ёки ам. ( $\gamma$ );  $\rho=2,07$  ( $\alpha$ ); 1,96 ( $\beta$ ); 1,92 ( $\gamma$ );  $t_{\text{суюқ}}=112,8$  ( $\alpha$ ); 119,3 ( $\beta$ );  $t_{\text{кайн.}}=444,6$ ;  $\alpha\rightarrow\beta$ , 95,4;  $t_{\text{кр}}=1040$ ;  $\rho_{\text{кр}}=11,8$ ;  $\rho_{\text{кр}}=0,119$ ;  $c_p=0,708^{25}$  ( $\alpha$ ); 0,736<sup>25</sup> ( $\beta$ )  $C_p^\circ=22,7$  ( $\alpha$ ); 23,6 ( $\beta$ );  $S^\circ=31,9$  ( $\alpha$ ); 32,6 ( $\beta$ );  $\Delta H^\circ=0$  ( $\alpha$ ); 0,38 ( $\beta$ );  $\Delta G^\circ=0$  ( $\alpha$ ); 0,19 ( $\beta$ );  $\Delta H_{\text{суюқ}}=1,72$  ( $\beta$ );  $\Delta H_{\text{буғ}}=9,2$ ;  $\epsilon=3,52^{118}$  (ж);  $\eta=10,94^{123}$ ; 7,09<sup>149,5</sup>; 7,19<sup>156,3</sup>; 77,2<sup>160,3</sup>; 500<sup>165</sup>; 1600<sup>184</sup>; 2150<sup>200</sup>; 1860<sup>220</sup>;  $p=0,1^{137}$ ; 1<sup>182</sup>; 10<sup>243</sup>; 100<sup>331</sup>; н. р. H<sub>2</sub>O,  $\alpha$ -форма р. CS<sub>2</sub> 22°, 50,4<sup>25</sup>, 143,9<sup>50</sup>, 257,1<sup>70</sup>, бзл. 1,0°, 2,1<sup>25</sup>, 4,5<sup>50</sup>, 8,7<sup>70</sup>, CCl<sub>4</sub> 0,34°, 0,84<sup>25</sup>, 1,83<sup>50</sup>, тол., ац., пир., хлф.;  $\beta$ -форма р. CS<sub>2</sub>, эт., бзл.;  $\gamma$ -форма эримайдиган CS<sub>2</sub>.

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий жиҳатдан фаол ва тўғридан-тўғри деярли N<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, Au, Pt ва инерт газлардан ташқари барча элементлар билан бирикади.

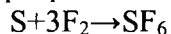
Ҳавода олтингурт ёнади, сульфит ангидридни ҳосил қилади – рангсиз ўткир ҳидли газ:



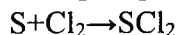
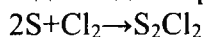
Спектраль анализ ёрдамида олтингуртнинг диоксидга оксидланиши аслида занжирли

реакция бўлиб ва катор оралиқ моддалар ҳосил бўлиши билан амалга ошиши тасдиқланган: олтингургурт монооксиди  $S_2O_2$ , молекуляр олтингургурт  $S_2$ , олтингургурт эркин атомлари  $S$  ва эркин радикаллар олтингургурт монооксиди  $SO$ .

Олтингургуртнинг қайтарувчилик хоссалари бошқа металлмаслар билан реакциясида кўринади, аммо хона ҳароратида олтингургурт фақатгина фтор билан таъсирлашади:

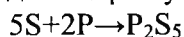


Олтингургуртнинг хлор билан суюқланмаси, бунда бошқа паст хлоридлар ҳам ҳосил бўлиши мумкин (олтингургурт дихлориди ва дитйодидхлорид):

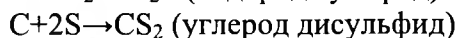
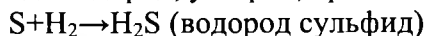


Олтингургурт ортиқча бўлганда турли хил  $S_nCl_2$  типли полиолтингургурт дихлоридлари ҳосил бўлади.

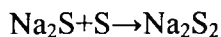
Қиздирилганда олтингургурт фосфор билан таъсирлашиб, фосфор сульфидлари аралашмасини ҳосил қилади, уларнинг ичида юқори сульфид  $P_2S_5$  кўпроқ ҳосил бўлади:



Бундан ташқари, киздирилганда водород, углерод, кремний билан таъсирлашади:



Қиздирилганда олтингургурт кўплаб металллар билан таъсирлашади, баъзан бу ҳароратнинг ошиши билан жадал суратда боради. Айрим ҳолларда металлнинг олтингургурт билан аралашмаси қиздирилганда ёнади. Бунда таъсирлашиш натижасида сульфидлар ҳосил бўлади. Ишқорий металллар сульфидлар эритмаси олтингургурт билан таъсирлашиб, полисульфидларни ҳосил қилади:

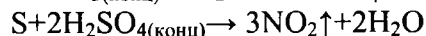


Мураккаб моддалардан олтингургуртнинг суюқланган ишқор билан реакциясида олтингургурт хлорга ўхшаб диспропорцияланади:

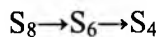


Олинган қотишма олтингургуртли пишириқ (печенье) деб номланади.

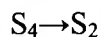
Концентрланган кислота-оксидловчилар билан ( $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ) олтингургурт фақатгина узок вақт киздириш давомида таъсирлашади:



Олтингургурт буғлари ҳарорат кўтарилганда миқдорий молекуляр таркибда ўзгариш содир бўлади. Молекулаларда атомлар сони камаяди:



800-1400 °C да олтингургурт буғлари асосан икки атомдан иборат бўлади:



1700 °C да олтингургурт атомар ҳолатда бўлади:

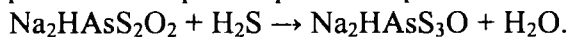


Углерод билан 800-900°C таъсирлашиб,  $CS_2$  ҳосил қилади. Хона ҳароратида  $S$  ишқорий металллар ва ишқорий ер металлларидан ташқари ҳамда  $Cu$ ,  $Ag$ ,  $Hg$  билан қиздирилганда,  $Pb$ ,  $Sn$ ,  $Ni$ ,  $Co$ ,  $Zn$ ,  $Mn$ ,  $Cr$ ,  $Al$  билан таъсирлашади. Темир билан олтингургурт намликда ҳам таъсирлашаверади. Қийин суюқланувчан платина металлари гуруҳи,  $Pt$  дан ташқари, майдаланган ҳолатда юқори температурада олтингургурт билан таъсирлашади, айрим кимёвий элементлар босим остида олтингургурт буғлари билан реакцияга киришади.

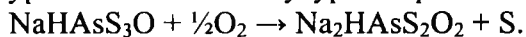
**Олиниши.** Элементар олтингургурт конларда учрайдиган табиий олтингургуртдан

олинади ҳамда водород сульфидни оксидлаб ва сульфит ангидридни қайтариб олиш мумкин. Водород сульфид манбаси олтингургурт олиш учун – кокс, табиий газлар, нефть крекинги газлари  $H_2S$  ни қайта ишлашнинг кўплаб усуллари ишлаб чиқилган. Улар қуйидагилар:

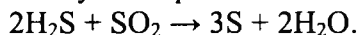
1)  $H_2S$  ни газлардан натрий моногидротриоарсенати эритмаси билан ажратиш:



Кейин эритмага ҳавони пуркаш билан олтингургуртни эркин ҳолатда чўктиришади:



2)  $H_2S$  ни газлардан концентрланган ҳолатда ажратилади. Кейин унинг асосий массаси олтингургуртга қадар ҳаводаги кислород билан қисман  $SO_2$  оксидланади. Совутилгандан сўнг  $H_2S$  ва ҳосил бўлган газлар ( $SO_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ) кетма-кет конверторга ўтади, бу ерда катализатор иштирокида (фаолланган боксит ёки махсус тайёрланган алюмогель) реакция амалга ошади:



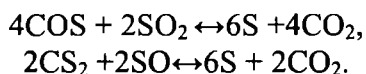
$SO_2$  дан олтингургурт олиш асосида унинг углерод ёки табиий углеводород газлари билан қайтариш ётади. Айрим ҳолларда бунақа ишлаб чиқариш технологияси пирит рудаларини қайта ишлаш билан боғлиқдир.

Бўш жинсни флокуляция орқали олтингургурт олиш ҳам анчагина қизиқиш уйғотади. Нам концентратни очик суюклантирувчи қурилмада буғ ёрдамида тинимсиз аралаштириш орқали эритилади. Суюклантирувчи қурилмадан суспензия доимий равишда махсус идишга ёки флокуляторга тушади; у ерда махсус реагент узатилади (юкори қайновчи суюқлик). Таъсир идишидан флокулалар суюқ олтингургурт билан узлуксиз қиздирилаётган грохот ёки тўрга тушади, бу ерда флокулалар олтингургуртдан ажралади. Тоза олтингургурт (95,5-99,7%) тайёр маҳсулот омборхонасига узатилади. Олтингургуртни тўғридан-тўғри концентратдан ажратиш 92-96% ни ташкил этади, натижада суюкланма қолдиқларини (флокул) қайта флотация қилиш натижасида 98% гача ажратиб олинади.

Элементар олтингургурт  $H_2S$ , саноат газларидан, табиий газдан олиниши мумкин. Олтингургуртни водород сульфиддан қайта ишлаб олишнинг бир қанча усуллари мавжуд бўлиб, энг муҳимлари қуйидагилар:

1. Газни қуруқ тозалаш жараёнида  $H_2S$  оксидланиши, сўнгра эритувчилар билан олтингургуртни экстракциялаш;
2. Хўл усулида газларни тозалашда  $H_2S$  оксидланиши, сўнгра элементар олтингургурт ёки олтингургурт сузмаси пастани олиш;
3.  $H_2S$  ни газлардан ишқорли эритмалар ёрдамида ажратиш, кейинчалик десорбцияланган водород сульфид газини элементар олтингургуртгача контактли оксидлаш.

Сульфит ангидридидан олтингургурт олиш сульфидли рудалар таркибидан темирни эритиб олишда қўлланилади. Печга шихта юклатилади (руда, кокс, кварц ва оҳактош аралашмасидан иборат).  $FeS_2$  молекулалардан битта атом S ажратилади,  $FeS$  оксидланиб  $FeO$  ва  $SO_2$  ҳосил қилади сўнг  $SO_2$  шихтадаги углерод билан элементар S қайтарилади. 420-450°C температурада печдан чиқаётган газлар таркиби элементар S,  $SO_2$ ,  $CS_2$ ,  $COS$  ва  $H_2S$  каби моддалар аралашмасининг буғлари ҳосил бўлади. Чангдан тозаланган газлар катализатор (боксит) билан тўлдирилган биринчи контакт аппаратида узатилади, бу ерда 450°C мўл микдордаги  $SO_2$  иштирокида қўшимча маҳсулотлар ( $COS$  ва  $CS_2$ ) парчланади ва элементар олтингургуртга ажралади:



Кейинчалик газ совитгичдан ўтади, бу ерда олтингугуртнинг асосий кисми конденсацияланади ва иккинчи контакт аппаратига узатилади, бу ерда 250°C ҳароратда куйидаги реакция амалга ошади:



**Ишлатилиши.** Дунёда ишлаб чиқарилаётган олтингугуртнинг 50% сульфат кислота ишлаб чиқаришда, тахминан 25% – сульфит целлюлоза олиш учун, 10-15% эса қишлоқ хўжалигида ишлатилади. Қолган кисми резина саноатида, сунъий толалар олишда, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда, органик синтезда, тиббиётда ва бошқа соҳаларда ишлатилади.

Олтингугурт бундан ташқари серобитумли композициялар таркибида портландцементнинг ўрнини босадиган олтингугурт асфальти, олтингугурт бетонини олишда ишлатилади. Олтингугурт пиротехник моддаларни олишда ишлатилади, илгари порох ишлаб чиқаришда ишлатилган, бироқ ҳозир кўпгина давлатлар бундан воз кечган, гугурт ишлаб чиқаришда ҳам қисман ишлатилади.

**17. ХЛОР (Chlorum, грек. Chloros – “сарғиш-яшил”)** Cl. Кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳ элементини, галогенларга тегишли; тартиб рақами 17, атом массаси



Карл Шееле  
(1742-1786)

35,453. Биринчи марта К.Шееле томонидан 1774 йилда пиролюзитга хлорид кислота таъсир этиш натижасида олинган. Аммо 1810 йилда Г.Дэви элементар хлор табиати ҳақида хулоса килди. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .



Гемфри Деви  
(1778-1829)

**Физикавий хоссалари.** Одатдаги шароитда сарғиш-яшил, ўткир характерли хидга эга бўлган заҳарли газ ва нафас йўлларида кучли таъсир қилувчи бўғувчи газ бўлиб, йўтални чақиради.  $T_{\text{суюк}} = -101^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} =$

$34,1^\circ\text{C}$ , нормал шароитда газнинг зичлиги  $3,214 \text{ кг/м}^3$  (ҳаводан 2,5 марта оғир), каттик ҳолатдаги зичлиги  $1,9 \text{ г/см}^3$ .

Зичлиги (ҳавога нисбатан) 2,486. Нормал шароитда 1 л газ  $3,214 \text{ К}$  келади. У  $0^\circ\text{C}$  ва 6 бар босимда олтинранг-сарик суюқликка айланиб, қуюқлашади.

Сувда эрийди (0,7291 г 100 мл сувда,  $20^\circ\text{C}$  температурада), шунинг учун уни кайнок NaCl ва конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тўйинган эритмаси юзасидан йиғиш зарур. Сув хлорни эритиб, яшил рангга бўялади ва хлор хидига эга бўлади (хлорли сув). Углерод тетрахлоридда, этиленбромидда ва конц. HCl эрийди (зичлиги  $1,19 \text{ г/см}^3$  бўлган 1 л кислота 7,3 г хлорни эритида).

Хлор  $\text{Cl}_2$ ;  $\rho = 3,214 \text{ г/л}$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 7,71$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,573$ ;  $c_p = 0,471^{0-24}$ ;  $C_p^0 = 34,94$ ;  $S^0 = 222,9$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 6,406$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 20,41$ ;  $\eta$  (мкП) =  $13,3^{20}$ ;  $18,8^{150}$ ;  $\rho = 1^{-118}$ ;  $10^{-101,5}$ ;  $100^{-71,9}$ ;  $s(\text{мл}) = 461^0$ ;  $300^{20}$ ;  $202^{25}$ ;  $144^{40}$ ;  $102^{60}$ ;  $68^{80}$ ;  $\rho$ .  $\text{CCl}_4$   $9770^0 \text{ мл}$ ,  $5480^{19} \text{ мл}$ ,  $3420^{40} \text{ мл}$ , хлф., бзл.;

**Кимёвий хоссалари.** Хлор кимёвий жиҳатдан фаол, у тўғридан-тўғри кўп металллар ва металлмаслар билан бирикади, углеводородларда  $\text{H}_2$ ни алмаштиради ва тўйинмаган бирикмалар билан – CO,  $\text{C}_2\text{H}_4$  ва бошқалар билан таъсирлашади. Тўғридан-тўғри  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , C, нам бўлмаганда Fe билан таъсирлашмайди. Хлорнинг  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  ва  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  – эндотермик, турғун бўлмаган оксидлари мавжуд. Галогенли бирикмалари – ClF,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{BrCl}$ ,

JCl, JCl<sub>3</sub> лар маълум. Водороднинг хлор билан аралашмаси рангсиз ёки сарғиш-яшил рангда ёниб, HCl ни ҳосил қилади.

Углеродли пўлат, мис ва алюминий хлор муҳотида 230°C, 290°C ва 180°C мос ҳароратларда ёнади. Хлор ишқорлар билан осонгина совуқда таъсирлашиб, хлоридлар ва гипохлоритларни, қиздирилганда эса хлоридлар ва хлоратларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Хлорни саноатда олишнинг асосий усули ҳозирги вақтда натрий хлориднинг сувли эритмаси электролизидир; буни икки усулда амалга оширишади:

1. Диафрагмали усул (каттик катодли электролизерларда ва порали фильтрловчи диафрагма билан);

2. Симобли усул (симоб катодли электролизерларда).

Ҳар иккала усулда ҳам электрохимёвий жараён анодда бир хилда боради. Диафрагмали усулда каттик пўлатли катодда водород ионлари разрядланиши ва эритмада NaOH ҳосил бўлади. Унинг хлор билан таъсирини олдини олиш мақсадида анод кенглигини катоддан ажратиш учун асбестли диафрагма қўйилади. Анодли кенгликда хлор газы йиғилади, катоддагида водород ва NaOH эритмаси ҳамда парчаланмаган NaCl. Симобли усулда катодда юкори кучланишда водород ажралиши жуда юкори ва H<sup>+</sup> - ионлари разрядланмайди. Тўғридан-тўғри Na ажралиши содир бўлиб, амальгама ҳосил бўлади.

Натрий амальгамаси алоҳида камерада амалга ошади, бу ерда катализатор иштирокида у парчаланаяди, натрий ишқори ва водород ҳосил бўлади, симоб бўлса яна электролиз камерасига қайтарилади.

**Бирикмалари.** Cl<sub>2</sub>O, ClO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ClO<sub>3</sub> – оксидлари, FClO<sub>3</sub> – перхлорилфторид, HClO – гипохлорид кислотаси, HClO<sub>2</sub> – хлорит кислотаси, HClO<sub>3</sub> – хлорат кислотаси, HClO<sub>4</sub> – перхлорат кислотаси.

**Минераллари.** Хлорнинг ер қобиғида миқдори 4,5·10<sup>-2</sup>%. Боғланган хлор кўплай минералларнинг асосий таркибий қисми ҳисобланади. Масалан, галит NaCl, сильвин KCl, сильвинит KCl·NaCl, карналлит KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, каинит KCl·MgSO<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O, бишофит MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O ва бошқалар.

**Ишлатилиши.** Хлорни текстил ва қоз саноатида окловчи сифатида, ичимлик сувини стериллаш учун, синтетик водород хлорид, хлорид кислотасини, хлорли оҳакни, хлоридларни, хлоратларни, гипохлоратларни, пластмассаларни, синтетик толаларни, эритувчиларни, каучукларни, терининг ўрнини боса оладиган материалларни, ўсимликларни химоя қилувчи модда сифатида; дезинфекцияловчи модда, дориворлар ва бошқа моддалар олишда ишлатилади, рангли металлургияда металларни ажратиш мақсадида рудаларни хлорлашда, металларни олишда ва тозалашда ишлатилади.



Уильям Рамзай  
(1852-1916)

**АРГОН** (грек. argos – “фаолиятсиз” лот. Argon). Аргон кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, инерт газларга тегишли, тартиб рақами 18, атом массаси 39,948. Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>. Табiiй аргон қуйидаги изотоплардан ташкил топган 36 (0,337% ҳажм бўйича), 38 (0,063%), 40 (99,600%), яъни бошқа енгил элементлардан фарқли равишда энг оғир изотопга эга. Аргон Ж. Рэлей



Джон Уильям  
Стретт (1842-1919)

ва У. Рамзай томонидан 1894 йилда очилган.

Доктор Меданнинг таклифига кўра (кашф қилинган янги элемент ҳақида маъруза амалга

оширилган йиғилиш раҳбари), Рэлей ва Рамзай янги элементга «аргон» (бошқ. юнончасига ἀργός – дангаса, секин, пассив деб ном беришган).

**Табиатда тарқалиши.** Аргон – ҳаводаги таркиб миқдори жиҳатидан учинчи, азот ва кислороддан сўнг туради, ер атмосферада ўртача миқдори ҳажм бўйича 0,934 % ва масса бўйича 1,288 %. Унинг атмосферадаги захиралари  $4 \cdot 10^{14}$  т баҳоланади. Аргон – ер атмосферасида энг кенг тарқалган инерт газ, 1 м<sup>3</sup> ҳавода 9,34 л аргон бўлади (таққослаш учун: ҳавонинг ўша ҳажмида 18,2 см<sup>3</sup> неон, 5,2 см<sup>3</sup> гелий, 1,1 см<sup>3</sup> криптон, 0,09 см<sup>3</sup> ксенон бўлади).

Литосферадаги аргоннинг масса бўйича миқдори -  $4 \cdot 10^{-6}$  %. Денгиз сувининг ҳар бир литрида 0,3 см<sup>3</sup> аргон, ичимлик сувида  $5,5 \cdot 10^{-5}$  -  $9,7 \cdot 10^{-5}$  % аргон бор. Дунё океанларидаги унинг миқдори  $7,5 \cdot 10^{11}$  т, ернинг ажралган жинсларида –  $16,5 \cdot 10^{11}$  тоннани ташкил этади

**Физикавий хоссалари.** Аргон рангсиз ва ҳидсиз бир атомли газ;  $t_{\text{суюқ}} = 189,3^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 185,707^{\circ}\text{C}$ ; зичлиги 1,623 г/см<sup>3</sup>. Сувга нисбатан органик эритувчиларда Аг анча яхши эрийди. Нормал шароитда 1 л аргон 1,78364 г келади. Аргон  $t_{\text{кр}} = -122,5$ ;  $r_{\text{кр}} = 4,86$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,531$ ;  $S_{\text{р}} = 20,79$ ;  $S^{\circ} = 154,7$ ;  $\Delta H^{\circ} = 0$ ;  $\Delta G^{\circ} = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 1,19$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 6,51$ ;  $\epsilon = 1,00050425$ ;  $\eta$  (мкП) = 210°; 269100; 321200; 411400;  $\rho = 1-219,5$ ; 10-211,3; 100-200,1;  $s$  (мл) = 5,2°; 3,320; 2,540;

Кимёвий хоссалари ва бирикмалари. Ҳозирча аргоннинг иккита кимёвий бирикмаси маълум – аргон ва  $\text{Cu}(\text{Ar})\text{O}$ , булар ҳам жуда паст температурада мавжуддир. Бундан ташқари, аргон эксимер молекулаларни ҳосил қилади, яъни кўзғалган электронлар ҳолати турғун бўлган молекулалар ва асосий ҳолати турғун бўлмаган молекулалар. Электр разрядида ҳосил бўладиган турғун бўлмаган бирикмалар  $\text{Hg-Ar}$ , бу ҳақиқий кимёвий (валент) бирикмалардир, деб ҳисоблашга асос бор. Аргоннинг фтор, кислород ва бошқа валент бирикмалари олиниши эҳтимолдан холи эмас, улар ҳам турғун бўлмаган хоссага эга бўлади. Масалан, аргон ва хлор аралашмасининг электр ёйи таъсирида кўзғатилганида газ фазада реакция амалгашиб,  $\text{ArCl}$  ҳосил бўлиши мумкин. Ҳамда кўплаб моддалар билан, молекулалари орасида водород боғланиш мавжуд бўлиб, (сув билан, фенол билан, гидрохинон ва бошқалар билан), клатратларни ҳосил қилади, масалан,  $\text{Ar} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

$\text{Cu}(\text{Ar})\text{O}$  бирикмалари уран углерод ва кислород билан  $\text{CuO}$  бирикмаларидан олинади.  $\text{Ar-Si}$  ва  $\text{Ar-C}$ ,  $\text{FArSiF}_3$  ва  $\text{FArCCH}$  боғли бирималари ҳосил бўлиш эҳтимоллиги мавжуд.

**Олиниши.** Аргонни ҳавони ўта паст ҳароратда совутиш натижасида ажратиш орқали олинади. Бойитилган Аг аралашмаси, 40%  $\text{O}_2$  бўлиб, ажратиш колоннасига узатилади. Натижада 95% ли Аг олинади; ажратиш даражаси 0,75-0,80 етади.  $\text{O}_2$  кейинчалик тозалаш платина катализатори иштирокида гидрогенлаш орқали 333-343К ҳароратда,  $\text{N}_2$  дан эса паст температурали ректификация орқали тозаланади. Бундан ташқари тозалашнинг фаолланган кўмир ва молекуляр элаклар орқали адсорбцион усул ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$  ва бошқа нодир газлардан) ишлатилади. Аг,  $\text{NH}_3$  синтез колоннасида пуркаш натижасида газлари орасида қўшимча маҳсулот сифатида ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

**Ишлатилиши.** Қуйида аргоннинг қўлланилиш соҳалари келтирилган: аргонли лазерларда; чўғланма лампаларда, шиша халталарда ички бўшлиқларни тўлдиришда; пайвандлашда (электр, лазерли, контактли ва бошқа) ҳимоя муҳити сифатида металлларни (масалан, титан), ҳамда металлмасларни; пайвандлаш ва кесишда плазма ҳосил қилувчи сифатида; озик-овқат саноатида аргон Е938 озик-овқат қўшимчаси сифатида рўйхатдан ўтказилган; олов ўчирувчи модда сифатида ўт ўчиришнинг газли курилмаларида; тиббиётда операция вақтида ҳаво ва кесикларни тозалашда ишлатилади, чунки аргон хона ҳароратида кимёвий бирикмаларни ҳосил қилмайди; Марсга саёҳат вақтида космик кема бортида юз

бериши мумкин бўлган ёнгиннинг олдини олиш мақсадида Марс-500 тадқиқоти олиб борилган атмосферани таркибий қисмига киритилган, бироқ қатор камчиликларга ҳам эга: масалан, газнинг юқори нархи (бундан ташқари, аргон учун алоҳида система зарур); кимёвий синтезда ҳавода барқарор бўлмаган бирикмалар учун инерт атмосферани ҳосил қилишда ишлатилади.

**19.КАЛИЙ** (араб, аль-кали – “ишқор” маъносида; лот. Kalium) К, кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи; ишқорий металлларга тегишли, тартиб рақами 19, атом массаси 39,0983. Иккита барқарор изотопдан ташкил топган  $^{39}\text{K}$  (93,259%) ва  $^{41}\text{K}$  (6,729%), ҳамда радиофаол изотоп  $^{40}\text{K}$  ( $T_{1/2}$  1,32·10<sup>9</sup>йил). Калийни инглиз олими Г.Дэви 1807 йилда кашф этган. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ .

**Табиатда тарқалиши.** Эркин ҳолатда учрамайди. Жинслар ҳосил қилувчи элемент бўлиб, слюда, дала шпатлари ва бошқа моддалар таркибига киради. Ҳамда калий сильвин  $\text{KCl}$ , сильвинит  $\text{KCl}\cdot\text{NaCl}$ , карналлит  $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , каинит  $\text{KCl}\cdot\text{MgSO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , бундан ташқари айрим ўсимликлар қолдиқларида (кулларида) карбонатлар –  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (ишқор) кўринишида учрайди. Калий барча тўқималар таркибига киради. Калий кларки ер қобиғида 2,4 % (тарқалганлиги бўйича 5-металл, ер қобиғидаги миқдори бўйича 7-элемент). Денгиз сувидаги концентрацияси – 380 мг/л.

Ўзбекистон магний ва натрий сульфат тузларига қараганда, ош тузи ва калий тузларига бой. Ўзбекистоннинг минерал тузлари маълум даврдаги ер қатламларининг денгиз ва континентал гуруҳларига киради ва юқори юра, куйи бўр, неоген ва антропоген даврларга тўғри келади.

Юқори юра денгиз галоген формацияси 50 минг км<sup>2</sup>ни эгаллайди, ангидридлар ва калий тузларига бўйсунувчи пластлар билан тош тузини ҳосил қилади. Бойбичакан, Тубекатан, Оқбош, Лалмикон ва Хожакон конлари йирик конлардан ҳисобланади. Барча айтиб ўтилган конларда туз ташувчи пластлар чуқурликда жойлашган ва уларни ўрганиш ер остида танлаб эритиш усули



Гемфри Дэви  
(1778-1829)

орқали олиб борилиши мумкин.

Кўрфаз кўринишидаги куйи бўр (альмурад) галоген формацияси алоҳида эгилувчанликка мослаштирилган. 100-120м бўлган унинг энг катта қуввати Гаурдок-Кукитон туманида аниқланган.

Миоцен-антропоген континентал галоген формациялари текисликнинг кўл жойларида ва шўр ерларда, эрозияли ва тоғ ораллиғидаги чуқурликларда ривожланган. Энг йирик конлар Қўшқанот, Борсакелмас, Караумбет, Қимизбулок, Тўмрюк конлари ҳисобланади.

**Физикавий хоссалари.** Калий – юмшоқ кумушсимон-оқ рангли металл.  $t_{\text{суюқ}} = 63,55^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 760^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $0,8621 \text{ г/см}^3$  (293 К).

Калийқб.;  $\rho = 0,862^{20}$ ,  $C_p = 32,72$  (қат.); 20,79(г.);  $S^\circ = 71,45$ (қат.); 160,23(г.);  $\Delta H^\circ = 0$ (қат.); 89,16(г.);  $\Delta G^\circ = 0$ (қат.); 60,67(г.);  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 2,38$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 79,2$ ;  $\eta = 0,515^{69,5}$ ; 0,466<sup>100</sup>; 0,324<sup>200</sup>; 0,191<sup>400</sup>;  $\sigma = 80 + 86^{63,6-250}$ ;  $p = 0,01^{209,7}$ ; 0,1<sup>269</sup>; 1<sup>344</sup>; 10<sup>446</sup>; 100<sup>589</sup>;

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий жиҳатдан жуда фаол. Осонгина ҳаводаги кислород билан таъсирлашиб, калий оксидини  $\text{K}_2\text{O}$ , пероксидини  $\text{K}_2\text{O}_2$  ва надпероксид  $\text{KO}_2$  ҳосил қилади; ҳавода қиздирилганда ёнади. Сув ва суюлтирилган кислоталар билан портлаш ва алангаланиб таъсирлашади. 200-350<sup>o</sup>C қиздирилганда водород билан таъсирлашади. Атмосферада фтор билан, суюқ хлор билан кучсиз, бром ва йод билан ишқаланганда портлайди, Калий S, Se ва Te билан кучсиз қиздирилганда  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{Se}$  ва  $\text{K}_2\text{Te}$  ларни ҳосил



қилади, фосфор билан азот атмосферасида қиздирилганда -  $K_3P$  и  $K_2P_5$ . Углерод (IV) оксиди билан калий 10-30°C деярли таъсирлашмайди, калий 350-400°C температурада шиша ва платинани емиради. Калий суюқ  $NH_3$ , анилин, этилендиамин ва тетрагидрофуран билан таъсирлашиб металл ўтказувчанликка эга эритмалар ҳосил бўлади. Азот билан калий таъсирлашмайди.

Калий суюқ Li, Mg, Cd, Zn, Al ва Ga да эримайди ва таъсирлашмайди. Натрий билан интерметаллидларни  $KNa_2$ , рубидий ва цезий билан қаттиқ аралашмаларни ҳосил қилади. Симоб билан амальгама ҳосил қилади. Калий азот оксиди билан жадал, юқори температурада – CO ва  $CO_2$  билан таъсирлашади.  $B_2O_3$  ва SiO ни, тегишли B ва Si қадар, Al, Hg, Ag, Ni ва бошқа оксидларни эркин металлларга қадар қайтаради, металл сульфатларини, сульфитларини, нитратларини, нитритларини, карбонатларини ва фосфатларини оксидлар ёки эркин металлларга қайтаради.

**Минераллар.** Асосий минераллари: сільвин  $KCl$ , карналит  $KCl \cdot MgCl \cdot 6H_2O$ , калийли дала шпати (ортоклаз)  $K[AlSi_3O_8]$  мусковит калийли слюда  $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$ , каинит  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ , полигалит  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , алунит  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ .

**Қотишмалари.** Калийнинг натрий билан қотишмаси – ядро реакцияларида иссиқлик ташувчи сифатида қўлланилади.

**Олиниши.** Калийни Na нинг KOH билан 380-450°C ёки  $KCl$  билан 760-890°C температурада таъсирлашишидан олинади. Реакцияларни азот атмосферасида амалга оширилади. KOH нинг суюқ Na билан таъсирлашуви Ni тарелкали колоннада қарама-қарши оқимда амалга оширилади.  $KCl$  нинг реакциясида Na буғларини  $KCl$  суюқланмасидан ўтказилади. Реакция маҳсулоти – K-Na қотишмаси. Унда ректификация орқали қайта ишлов берилади ва таркибида қўшимчаси бўлган (% масса бўйича):  $1 \cdot 10^{-3} Na$  ва  $1 \cdot 10^{-4} Cl$  калий олинади. Бундан ташқари, калийни: вакуумда –  $KCl$  ни  $CaC_2$  карбиди, SiFe ёки SiAl қотишмалари билан 850-950°C температурада термик тиклов бериш орқали, темир катодларида KOH электролизи орқали; 50 %-ли  $KNH_2$  эритмасини суюқ  $NH_3$  эритмасида 25°C температурада калий амальгамасини анод сифатида ва зангламас пўлатдан тайёрланган катодли электролиз орқали ҳам олинади, бунда 30%-ли суюқ  $NH_3$  даги калий эритмаси ва у калийни ажратиш учун аппаратдан чиқарилади.

**Ишлатилиши.** Электродлар материали сифатида токнинг кимёвий манбаларида; катодлар компоненти – фотоэлемент эмиттерлари ва термо-эмиссион ўзгартиргичлар ҳамда фотоэлектрон кучайтиргичларда, геттер вакуумли радиолампарда, газоразрядли қурилмаларда катодлар фаолатори сифатида ишлатилади. Радиофаол изотоп  $^{40}K$  тоғ жинслари ёшини аниқлашда ишлатилади. Сунъий изотоп  $^{42}K$  ( $T_{1/2} = 12,52$  йил) – тиббиётда ва биологияда радиофаол индикатор сифатида ишлатилади.

Хона ҳароратида суюқ калий ва натрий қотишмаси ёпиқ системада иссиқлик ташувчи сифатида ишлатилади, масалан, атомли кучли қурилмаларнинг тез нейтронларида. Бундан ташқари, унинг рубидий ва цезийли суюқ қотишмалари ҳам кенг қўлланилади. Таркиби: натрий 12%, калий 47%, цезий 41% бўлган қотишма рекорд даражадаги паст 78°C суюқланиш температурасига эга.

Калий бирикмалари – муҳим биоген элемент ва шунинг учун минерал ўғит сифатида ишлатилади. Калий ўсимликлар ўсиши учун зарур бўлган учта муҳим азот ва фосфор элементлари каторига киради. Азот ва фосфордан фаркли равишда, калий асосий хужайраси катион саналади. Фотосинтез амалга ошириладиган хужайрали органелларда унинг етишмовчилигида ўсимликларда хлоропластлар мембранасининг структураси бузилади. Ташқи кўринишда сарғайиш ва баргларнинг кетма-кет тўкилиши кузатилади. Калийли

Ўғитлар қўшилганда ўсимликларда вегетатив масса ошиши, ҳосилдорлиги ва зараркуналларга барқарорлиги кучаяди. Калий тузлари гальванотехникада кенг қўлланилади, чунки нисбатан юқори таннархига қарамай, улар натрий тузларига нисбатан кўп ҳолларда яхши эрийди ва шунинг учун токнинг юқори зичлигида электролитларнинг интенсив ишлашини таъминлайди.

**20. КАЛЬЦИЙ** (лот. calx, calcis – оҳак; лот. Calcium), Ca, кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи, ишқорий ер металларига тегишли, тартиб рақами 20, атом массаси 40,08. Табиатдаги кальций олтига барқарор изотопдан ташкил топган –  $^{40}\text{Ca}$  (96,94%),  $^{44}\text{Ca}$  (2,09%),  $^{42}\text{Ca}$  (0,667%),  $^{48}\text{Ca}$  (0,187%),  $^{43}\text{Ca}$  (0,135%) ва  $^{46}\text{Ca}$  (0,003%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ . Кальций металлани 1808 йилда биринчи марта инглиз олими Г.Дэви ажратиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Юқори кимёвий фаоллигига кўра кальций табиатда эркин ҳолда учрамайди. Кальций ер қобиғида масса жиҳатидан 3,38 % га тўғри келади (тарқалганлиги бўйича 5-ўринда, кислород, кремний, алюминий ва темирдан кейин туради). Элементнинг денгиз сувидаги миқдори -400 мг/л.

**Физикавий хоссалари.** Кальций-кумушсимон оқ металл.  $t_{\text{суюқ.}} = 852^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 1484^\circ\text{C}$ , зичлиги  $1,54 \text{ г/см}^3$ .

Кальций металлнинг иккита аллотропик модификацияси мавжуд.  $443^\circ\text{C}$  температурагача кубсимон томонлари марказлашган панжарали  $\alpha$ -Ca турғун (параметрлари  $a = 0,558 \text{ нм}$ ), юқори турғун  $\beta$ -Ca кубсимон ҳажмли марказлашган панжарали типда  $\alpha$ -Fe (параметрлари  $a = 0,448 \text{ нм}$ ). Стандарт энтальпияси  $\Delta H^\circ_{\text{ўтиши}} \alpha \rightarrow \beta$   $0,93 \text{ кДж/моль}$  ни ташкил этади.

Босимни бир хил маромда оширишда ярим ўтказгич хоссаларини тўлиқ маънода намоён қилади (металл деб эндиликда ҳисобланмайди). Босимни кейинчалик оширишда металл ҳолатига келади ва юқори ўтказувчанликни намоён қилади. Кальцийнинг ажойиб хоссалари кўп ҳолларда стронцийга ўхшайди.

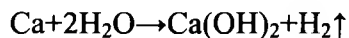
Кальций кб.( $\alpha$ ) ёки гекс. ( $\beta$ );  $\rho = 1,54^{20}$ ;  $c_p = 0,656^{25}$ ;  $C_p^\circ = 26,28$ ;  $S^\circ = 41,63$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 9,2$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 153,6$ ;  $p = 0,1^{689}$ ;  $1^{808}$ ;  $10^{970}$ ;  $100^{1200}$ .



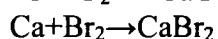
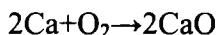
Гемфри Дэви  
(1778-1829)

**Кимёвий хоссалари.** Кальций – типик ишқорий ер металл. Кимёвий фаоллиги юқори, аммо оғир ишқорий ер металлларидан паст. У осонгина кислород, карбонат ангидриди ва ҳаводаги намлик билан таъсирлашади, шунинг учун кальций металл юзаси одатда, кўкимтир, шунинг учун лабораторияда кальцийни, бошқа ишқорий ер металлари каби зич ёпилган банкада керосин ёки суюқ парафин қавати остида сақлайди.

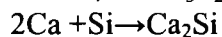
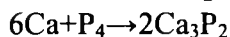
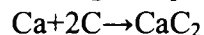
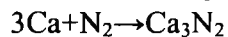
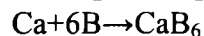
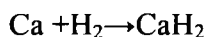
Металларнинг электрокимёвий қаторида, кальций водороддан чап томонда жойлашган.  $\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}^0$  -2,84 стандарт электрод потенциали кальций сув билан алангаланмасдан таъсирлашади:



Фаол металлмаслар (кислород, хлор, бром, йод) билан кальций одатий шароитда таъсирлашади:

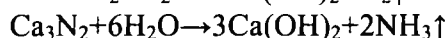
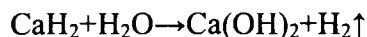


Ҳавода қиздирилганда ёки кислородда кальций қизил ғишт ранг бериб алангалангани ва ёнади. Фаоллиги нисбатан паст металлмаслар (водород, бор, углерод, кремний, азот, фосфор ва бошқалар) билан кальций қиздирилганда таъсирлашади, масалан:



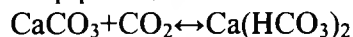
Бу реакцияларда ҳосил бўладиган кальций фосфида  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  ва кальций силицидидан  $\text{Ca}_2\text{Si}$  дан ташқари,  $\text{CaP}$  ва  $\text{CaP}_5$ , силицидлари  $\text{CaSi}$ ,  $\text{Ca}_3\text{Si}_4$  ва  $\text{CaSi}_2$  фосфидлари ҳам маълум.

Юқорида кўрсатилган реакцияларни амалга ошиши, кўп миқдордаги иссиқлик ажралиши билан боради. Металлмаслар билан барча бирикмаларда кальцийнинг оксидланиш даражаси +2. Кальцийнинг кўплаб металлмаслар билан бирикмалари сув таъсирида осон парчаланadi, масалан:



Кальцийнинг хлорид  $\text{CaCl}_2$ , бромид  $\text{CaBr}_2$ , йодид  $\text{CaI}_2$  ва нитратлари  $\text{Ca(NO}_3)_2$  сувда яхши эрийди. Сувда кальций фторид ( $\text{CaF}_2$ ), кальций карбонат ( $\text{CaCO}_3$ ), кальций сульфат ( $\text{CaSO}_4$ ), кальций ортофосфат ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), кальций оксалат ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) ва бошқалари эримайди.

Бошқа карбонатларга нисбатан кальций карбонати  $\text{CaCO}_3$ , кальцийнинг кислотали карбонати (гидрокарбонат)  $\text{Ca(HCO}_3)_2$  сувда эримаслиги муҳим аҳамият касб этади. Табиатда бу қуйидаги жараёнларга олиб келади. Қачонки карбонат ангидриди билан тўйинган, совуқ ёмғир ёки денгиз суви ер сатҳига ўтиб ва оҳак тошга тушса, уларнинг эриши кузатилади, кальций гидрокарбонати билан тўйинган жойларда бўлса, ер юзасига чиқади ва қуёш нурлари билан қиздирилади, қайтар реакция амалга ошади:



Шундай қилиб, табиатда массалар алмашинуви содир бўлади. Натижада ер тагида вулкан карст катлами ва бўшлиқлар ҳосил бўлиши мумкин, ғорларда сталактитлар ва сталагмитлар деб аталадиган чиройли тош “Сумалаклар” ҳосил бўлади.

Углерод билан  $\text{Ca}$  карбидни  $\text{CaC}_2$ , бор билан боридни  $\text{CaB}_6$ , кремний билан – силицидларни  $\text{Ca}_2\text{Si}$ ,  $\text{CaSi}$ ,  $\text{Ca}_3\text{Si}_4$  ва  $\text{CaSi}_2$ , фосфор билан фосфидларни  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ,  $\text{CaP}$  ва  $\text{CaP}_5$  ҳосил қилади. Кальций кўплаб металллар билан бирикмаларни ҳосил қилади, жумладан,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Rb}$  кабилар билан. Кальций метали туз қотишмаларидан кўплаб бошқа металлларни сиқиб чиқаради.

**Минераллари.** Кальцийнинг табиатда 400 га яқин минераллари мавжуддир. Силикатлари ва алюмосиликатлари кенг тарқалган, - анортит  $\text{Ca[Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , диопсид  $\text{CaMg[Si}_2\text{O}_6]$ , волластонит  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ ; кальцит  $\text{CaCO}_3$ , доломит  $\text{CaMg(CO}_3)_2$ , фосфорит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH,CO}_3)$ , апатитлар  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F, Cl})$ , гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , флюорит  $\text{CaF}_2$  ва бошқалар.

**Олиниши.** Саноатда кальцийнинг  $\text{CaCl}_2$  (75-85%) +  $\text{KCl}$  суюқланмасини электролиз усулда ҳамда  $\text{CaO}$  дан алюмотермик усулда қайтариб олинади. Кальцийнинг ажралишига қараб электролитга  $\text{CaCl}_2$  қўшилади. Қотишманинг бойитилган қисмини даврий равишда ажратиб турилади ва камчил кальций (30-35%  $\text{Ca}$ )ли қотишма қўшиб турилади. Жараён 680-720°C температурада олиб борилади. Нисбатан паст температурада бойитилган кальций қотишмаси электролит юзасига балқиб чиқади, юқори температурада кальцийни электролитда эритиб  $\text{CaCl}_2$  ҳосил қилиш кузатилади. Қотишмадан  $\text{Ca} + \text{Cu}$  кальцийни вакуумли ретортада 1000-1080°C ва 13-20 кПа қолдик босимда ҳайдалади. Юқори тозаликдаги кальцийни олиш учун икки марта шу тартибда ҳайдалади.

Алюмотермик усул куйидаги реакцияга асосланган:



Аралашмадан CaO ни кукунсимон Al ни брикетларга прессланади; улар хром никелли пўлатдан тайёрланган ретортага жойлаштирилади ва 1170-1200°C температурада ҳайдаб ҳосил бўлган кальций ажратиб олинади. Кальций CaO ни ферросилиций ёки силикоалюминий билан қайтариш орқали ҳам олиш мумкин. Кальцийнинг куймалар ёки 98-99% тозаликдаги листлар кўринишида чиқарилади.

**Ишлатилиши.** Кальций металл асосан металлларни мис ва зангламайдиган қотишмаларни (пўлатни) олишда қайтарувчи сифатида ишлатилади. Кальций ва унинг гидриди қийин қайтариладиган металлларни олишда, шулар жумласидан хром, торий ва уранда фойдаланилади. Кальцийнинг кўрғошин билан қотишмаси аккумуляторли баттарейларда ва подшипникли қотишмаларда ишлатилади. Кальцийли гранулалар электровакуумли қурилмалардан ҳавони йўқотиш учун ишлатилади. Тоза кальций метали металлотермияда камёб элементларни олишда ҳам ишлатилади.

<sup>48</sup>Ca изотопи – ўта оғир элементларни ва кимёвий элементлар даврий жадвалининг янги элементларнинг очилишида асосий материалдир. Бу шу билан боғланганки, <sup>48</sup>(Ca<sup>48</sup>) икки марта магик ядроли ҳисобланади, шу сабабдан унинг турғунлиги энгил ядролар учун етарли даражада нейтрон манбаи бўлишига имконият беради. Ўта оғир ядролар синтезида нейтронлар ортикчалиги зарурдир.

Кальцийдан қотишмалар таркибидан кислород, азот, олтингугурт, фосфорни бартараф этиш, бронза ва бошқа қотишмаларни олиш, органик суюкликларни газсизлантириш, Ag ни N<sub>2</sub> ли қўшимчалардан тозалашда ишлатилади.

**18. СКАНДИЙ** (Scandium, Скандинавии шарафига номланган) Sc – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи; тартиб рақами 21, атом массаси 44,96. Табиатда фақатгина ягона изотопи Sc<sup>45</sup> маълум. Сунъий радиофаол изотопларидан Sc<sup>46</sup> (T<sub>1/2</sub>= 83,9 кун) амалий аҳамиятга эга. Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>1</sup>.



Ларс Фредерик  
Нильсон  
(1840-1899)

Д.И.Менделеев томонидан 1870 йилда олдиндан айтилган ва шартли равишда экабор деб номланган. 1879 йилда швед олими Л.Ф. Нильсон томонидан гадолинит минералидан олинган эрбий гуруҳи камёб элементлари ажратилишида очилган, биринчи бўлиб Скандинавияда (шу ердан унинг номланиши) топилган.

**Физикавий хоссалари.** Sc- сариқ тусли ўзига хос хусусиятли кумушсимон металл. t<sub>суюқ.</sub> =1544°C, t<sub>қайн.</sub> =2836°C, 298K да зичлиги 3,020 г/см<sup>3</sup>. Sc- юмшоқ металл, тоза ҳолатида осон ишланади (кислород қўшимчаси ва бошқа металлмаслар бўлмаганда). Уни прокаткаш, штамповкаш, болғалаш ва инерт атмосферада пайвандлаш мумкин. Скандий гекс. (α) ёки кб (β); ρ=3,0225; So=34,3; ΔH<sub>о</sub>=0; ΔG<sub>о</sub>=0; p=0,011427; 0,11597; 11800; 102160; 1002380;

**Кимёвий хоссалари.** Етарли даражадаги кимёвий фаоллиги билан характерланади. Жуда осон газларни ютиб, улар билан таъсирлашади. Ҳавода 20°C химоя қавати Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> билан қопланади. Водород билан 450°C ҳароратда таъсирлашиб, ScH<sub>2</sub> гидридани ҳосил қилади. Галогенлар билан таъсирлашиб, ScГ<sub>3</sub> типли бирикмаларни ҳосил қилади. Азот билан реакцияси 600°C температурадан юқори температурада бошланиб, 800°C температурада етарли тезлик билан амалга ошади ва ScN ҳосил бўлади. Олтингугурт, селен ва теллур билан таъсирлашиши ҳам юқори температурада амалга ошиб ва 1000°C температурагача қиздирилганда яқунланади.

Sc метали сув билан таъсирлашмайди, хатто қайнатилганда ҳам. Аммо HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> эритмалари билан осонгина таъсирлашади. Sc металлига суюлтирилган NaOH эритмаси ва конц. HNO<sub>3</sub> ва HF(1:1) аралашмаси деярли таъсир қилмайди.

**Минераллари.** Ер қобиғидаги миқдори масса бўйича 6-10<sup>-4</sup>% ни ташкил этади. Одатда, тўқ рангли интрузив жинсли минералларнинг кўпчилигида қандайдир аралашмалари сифатида учрайди, (0,03 дан 0,0001% Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Sc (>0,01 – 0,03%) нинг юқори миқдори постмагматик ҳосил бўлган минералларда – пегматит ва грейзенларда (тантало-ниобатлар, камёб элементлар, вольфрамитлар, касситеритлар, бериллар, цирконларда) кузатилади. Sc нинг “шахсий” минералларидан тортвейтит Sc<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ва стереттитлар Sc(PO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O маълум.

**Қотишмалари.** Истиқболли қотишмалари яратилган: иссиқликка бардошли деформацияланадиган қотишмалар системаси Mg-Sc-Y-Mg-Mn, конструкцион қотишмалар Sc-Cu-Al, Sc-Ti, Al-Mg-Sc. Алюминийли қотишмаларга қўшилади.

**Олиниши.** Sc олиш учун асосий хомашё бўлиб, вольфрам, калай, уран ва чўян ишлаб чиқариш саноати қолдиқлари ҳисобланади.

Вольфрамитларнинг гидро- ва пирометаллургик қайта ишлашда Sc чиқинди ва шлақларда концентрацияланади. Кўп ҳолларда вольфрамитли қолдиқлар ва ундаги шлақлар 18-36%-ли HCl билан киздирилганда очилади. Бирок Sc ни ажратиш 85% дан ошмайди. Sc тўлик эриши вольфрамитли қолдиқларни 220°C температурада сульфатизация орқали амалга ошади. Хлоридли эритмалардан 40-70% қўшимчаси бўлган Sc оксалатини чўктирилади. Sc ни 2 валентли металллар – Mn, Fe ва бошқалар. КТМ ажратиш учун асосан, хлоридли эритмалардан Sc тиосульфат чўктирилади ва икки ўринда оксалат ажратилади. Ундан олинган скандий оксиди 10% қўшимча таркибида бўлиб, асосан Zr ва Th, уларни нитрат кислотали эритмада қийин эрийдиган йодатлар кўринишида ажратишади. Яна скандий оксалати олинади ва уни тайёр маҳсулот ҳолига қадар куйдиришади 99,9%-ли Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (50% чиқиш кўрсатгичи). Бошқа бир технологик схема бўйича хлорид кислота эритмадан скандий кремнефториди чўктирилади, у фаолланган кўмир билан хлорланади ва тоза ScCl<sub>3</sub> (0,01% дан қўшимчаси бўлади) билан ҳайдашади (чиқиш кўрсатгичи 65-75%). Камбағал шлақларни қайта ишлашда (~0,04 % Sc) чўктирилган скандий кремнефториди ва оксалати хлоридли эрималарда ташувчи (кальций бирикмалари) билан амалга оширилади. Кўп миқдорда Fe, Mn ва Al (вольфрамли, калайли, чўянли ва ферритли саноат қолдиқлари) таркибида бўлган камбағал хомашё (<0,1% Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> билан таъсирлашиб зарралар очилади. Сульфат кислотали эритма аммиак билан нейтралланади ва хона ҳароратида кўп миқдорда аммоний карбонати ёки натрий карбонати қўшилади. Асосий қўшимчалар Fe ва Mn чўкмага тушади, Sc бўлса, эритмада концентрланади, ундан кислотали шароитда гидроксид кўринишида ажратади. Олинган оксид 40-70% Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> таркибида бўлади. Sc ни қўшимчалардан тўлик тозалаш роданидли экстракция, кейинги оксалатлар чўктириш билан амалга оширилади (олиниш даражаси 99,9% ли Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 80-85%). Уранли хомашё таркибидан йўл-йўлакай ажратиш экстракцион усул орқали амалга ошади. Sc металлини биринчи 1937 йилда литий, калий ва скандий хлоридлари суюкланмасини электролизи ёрдамида 700-800°C олишган. Sc рухли катодда ғоваксимон кўринишда <98% тозаликда ажратилади. Юқори тозаликдаги компакт металл (>99,5%) ни кальций-термик қайтариш орқали хлорид ёки фторидини кейинчалик металл дистилляцияси ёрдамида юқори вакуумда 1600-1700°C температурада олинади.

**Ишлатилиш.** Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> юқори тезликдаги ҳисоблаш машиналарида паст индукцияли янги типдаги феррит Mn-Mg-системаларини тайёрлашда (HS-1, HS-2, HS-5, HS-8, HS-9 маркали) ишлатилади. Ракета ва самолётсозликда конструкцион материал бўлиши мумкин. Sc ва

унинг бирикмалари ядро техникасида (Sc, ScH<sub>2</sub>, ScC, ScN, боридлари), металлургияда, шиша ва керамика саноатида, кимёвий ишлаб чиқаришда (катализаторлар), тиббиётда кенг қўлланилади.

**22. ТИТАН (Titanium) Ti** – кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи; тартиб рақами 22, атом массаси 47,88; оралиқ металлларга тегишли. Табиатдаги Ti 5 барқарор изотоп аралашмасидан ташкил топган: 46 (7,99%), 47 (7,32%), 48 (73,99%), 49 (5,46%), 50 (5,25%). Радиофаол изотоплари ҳам маълум Ti: Ti<sup>45</sup>(T<sub>1/2</sub> = 3,09 соат), Ti<sup>51</sup>(T<sub>1/2</sub> = 5,79 мин.) ва бошқа. Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>2</sup>. Титаннинг кимёвий элемент сифатида мавжуд-лигини биринчи марта 1795 йилда М.Клапрот томонидан айтилган; бироқ тадқиқотлар учун тоза бўлган металлни фақатгина 1925 йилда Ван-Аркел ва Ян де Буру томонидан Ti тетраиодидини чўғланган вольфрам симида парчалаб олинди.

**Физикавий хоссалари.** Ti-кумушсимон – оқ металл, рангига кўра никелни эслатади. Бошқа металллар билан таққослаганда нисбатан паст зичликка, юқори коррозия турғунликка, пластикликка ва мустаҳкамликка эга. Иккита аллотропик модификацияни ҳосил қилади: α ва β. α-Ti 882°C температурадан паст температурада мавжуд, зичлиги 4,505 г/см<sup>3</sup> (20°C); β-Ti 882°C температурадан юқори температурада чидамли, зичлиги 4,32 г/см<sup>3</sup> (900°C), t<sub>суюқ</sub> = 1668±5°C, t<sub>кай</sub> = 3169°C.

Титан гекс. (α) ёки кб. (β); ρ=4,505<sup>20</sup> (α); c<sub>p</sub>=0,514<sup>0</sup> (α); 0,524<sup>25</sup> (β); 0,568<sup>200</sup> (α); C<sub>p</sub><sup>0</sup>=25,1 (α); S<sup>0</sup>=30,6 (α); ΔH<sup>0</sup>=0 (α); ΔG<sup>0</sup>=0 (α); ΔH<sub>суюқ</sub>=15; ΔH<sub>буғ</sub>=410; p=0,1<sup>1946</sup>; 1<sup>2191</sup>; 10<sup>2490</sup>; 100<sup>2833</sup>;

**Кимёвий хоссалари.** Юқори даражадаги тозаликдаги титан одатдаги температурада болғаланади. Одатдаги температурада ва 500-550°C температурагача титан коррозия турғун ва ҳавода ўзгармайди, бу ҳолат унинг устидаги юпқа лекин жуда мустаҳкам ва зич оксид қавати мавжудлиги билан тушунтирилади ва у металлни ташқи таъсирлардан ҳимоя қилади.



Ван Аркель  
(1893-1976)

Титан чўғланиш температурасида кислород таъсирида ёниб TiO<sub>2</sub> ни ҳосил қилади. Температура кўтарилганда кимёвий фаоллиги ошади, унинг оксид пардаси олинганда ёки юзаси вакуумда киздирилганда фаолланиши янада ошади.

Титан O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> ва C лар билан каттиқ эритмалар бу унинг пластиклигини пасайтиради, унинг етарлич материалга айланиб, амалий ишлатишга яроқсиз бўлади. Суюқ ҳолатда деярли барча иссиқбардош оксидлар ва углерод билан таъсирлашади, шунинг учун унинг суюқланиши фақатгина сув билан совутиладиган мисли тигеллар-кристаллизаторларда ва гарниссаж типдаги печларда амалга оширилиши мумкин.

Кўп агрессив муҳитларда коррозия турғундир. HNO<sub>3</sub> нинг барча концентрацияларига бардошлидир, лекин кизил тутовчи HNO<sub>3</sub> таъсирида коррозия емирилиш содир бўлади, баъзан бу жараён портлаш билан содир бўлади. HCl билан температура ва кислота концентрациясига боғлиқ ҳолатда таъсирлашади. Суюлтирилган H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таъсирга нисбатан бардошли. Фторид кислотаси титан билан хона ҳароратида таъсирлашади. Қайноқ концентранган H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> эритмасида эрийди, қайноқ



Ян де Бур  
(1899-1971)



Мартин Генрих  
Клапрот  
(1743-1817)

концентрланган органик кислоталарда: оксалат, чумоли, трихлор ва трифтор сирка кислоталарда эрийди. Қайнаётган сирка, сут, лимон ва стеарин кислота таъсирга чидамли. Хона ҳароратида титанга ишқорларнинг суюлтирилган эритмалари, нам хлор, хлорли сув, хлорли тузлар эритмаси таъсир қилмайди. F билан 150°C, Cl билан 300°C, Br билан 360°C, I билан 550°C температурада таъсирлашади. Водород зарарли қўшимча бўлиб, мўрт емирилишни чақиради, у асосан ёриқларни пайвандлашга салбий таъсир кўрсатади.

**Минераллари.** Титаннинг ер қобиғидаги миқдори масса бўйича 0,63% ташкил этади. Эркин ҳолатда табиатда учрамайди, деярли ҳар доим кислород билан бирикма кўринишида бўлади. Қарийб 80 га яқин минераллар таркибига киради. Нисбатан кенг тарқалган минераллари – рутил, анатаз, брукит.

Қазиб олиш учун саноат миқёсида аҳамиятли минераллари – ильменит  $\text{FeTiO}_3$ , перовскит  $\text{CaTiO}_3$ , лопарит  $(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti})\text{O}_3$ , сфен (титанит)  $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$ .

**Қотишмалари.** Титаннинг асосий миқдори юқори мустаҳкам титанли қотишмалар тайёрлашда ишлатилади ва улар авиация ва ракета техникасида, ҳамда кemasозликда ишлатилади. Никелли ва темирли қотишмалар таркибига киритилади.

**Олиниши.** Магний термик усул, титанни саноатда олинадиган асосий усули. Тетрахлор титанни суюклантирилган магний билан аргон атмосферасида қайтаришга асосланган. Тетрахлор титан жуда кўп миқдорда оддий йўл билан титанли шлакларни ёки рутилни углерод иштирокида иссиқ хлорлаш йўли билан олинади. Сўнгра титан қўшимчалардан фракцион ҳайдаш орқали ҳамда югувчи орқали филтрланиб, тозаланади. Қайтарилиш шахтали электрқозонларда жойлаштирилган пўлатли герметик реакторларда амалга оширилади. Ғоваксимон титан, магний хлориди ва магний аралашмаси вакуумли дистилляцияга учратилади, Mg ва  $\text{MgCl}_2$  конденсаторда чўктирилади, ғоваксимон титан реакторда қолади.

Бундан ташқари, натрий термик усул (қайтарувчи сифатида натрий металл ишлатилади), кальций гидридли усул (тозаланган титан оксиди кальций гидриди билан кукун ҳолидаги реагентлар аралашмасини вакуумда пўлатдан тайёрланган реторталарда амалга оширишга асосланган), электролитик усул (Юқори сифатли металлни олиш учун кислород ёки бошқа зарарли қўшимчалар бор чиқиндиларни электролиз қилиб олишга асосланган. Йодидли усули (титанни учувчан йодидларини тобланган вольфрамли симларга термик диссоциация қилишга асосланган) маълум.

**Ишлатилиши.** Кимёвий машинасозликда жуда кенг қўлланилади; Ni ва Co гидрометаллургияси жараёнида сульфатлар ва хлоридлар эритмаси зангламайдиган пўлатни интенсив коррозияга учратади. Шу сабабли бу жараён чидамли титанли қурилмаларда амалга оширилади. Радиоэлектроникада геттер сифатида ишлатилади. Озиқ-овқат ва май-шароб саноатида титанорганик кислоталар коррозия турғунлигига қарши ишлатилади. Титанли бўёқ ишлаб чиқаришда, қоғоз ва бошқа саноат соҳаларида қўллаш истиқболли саналади.

**23. ВАНАДИЙ** (қадимги скандиядаги гўзаллик худоси номидан Ванадис, Vanadis; лот. Vanadium) V кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи, тартиб рақами 23, атом массаси 50,9415. Тарқоқ элементларга тегишли. Табиатдаги ванадий барқарор изотопдан  $^{51}\text{V}$  (99,76%) ва беқарор радиофаол  $^{50}\text{V}$  ( $T_{1/2} 10^{14}$  йил)дан таркиб топган.

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d$ . 1801 йилда мексикалик минеролог А.М. Дель Рио томонидан Самапанск конидан кўрғошинли рудадан олинган.



Андрес Мануел  
дел Рио  
(1764-1849)

**Табиатда тарқалиши.** Ванадий тарқоқ металлларга тегишли ва табиатда эркин ҳолатда учрамайди. Ер қобиғида ванадийнинг миқдори масса бўйича  $1,6 \cdot 10^{-2}\%$  ни, океан сувларида  $3 \cdot 10^{-7}\%$  ни ташкил этади. Магматик жинсларда габбро ва базальтларда (230-290 г/т) ванадийнинг ўртача миқдори кузатилади. Қолдиқ жинсларда аҳамиятли ванадийнинг йиғилиши биолитларда (асфальтит, кўмирда, битумли фосфатларда), битумли сланецларда, бокситларда, ҳамда олитли ва кремний темирли рудаларда кузатилади. Ванадий ион радиусининг яқинлиги ва магматик жинсларда темир ва титаннинг кенг тарқалганлиги шунга олиб келадики, ванадий гипогеник жараёнларда тўлиқ тарқоқ ҳолатда жойлашади ва хусусий минералларни ҳосил қилмайди. Унинг ташувчилари сифатида ванадийга нисбатан юқори изоморф ҳажмдаги кўп сонли титан минераллари (титаномагнетит, сфен, рутил, ильменит), слюдалар, пироксенлар ва гранатлар ҳисобланади. Муҳим минераллари патронит  $V(S_2)_2$ , ванадинит  $Pb_5(VO_4)_3Cl$  ҳисобланади. Ванадий учун асосий ҳам-ашё – таркибида ванадий қўшимчалари бўлган темирли рудалардир.

**Физикавий хоссалар.** Пластик металл, кумушсимон-кулранг, у ташқи кўринишига кўра пўлатга ўхшайди. Кристалл панжараси кубсимон ҳажмли марказлашган,  $a=3,024 \text{ \AA}$ ,  $z=2$ , фазовий гуруҳи *Im3m*. Суюқланиш температураси  $1920 \text{ }^\circ\text{C}$ , қайнаш температураси  $3400 \text{ }^\circ\text{C}$ , зичлиги  $6,11 \text{ г/см}^3$ .  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  юқори температурада ҳавода қиздирилганда ванадий мўрт бўлиб қолади. Кислород, водород ва азот қолдиқлари ванадийнинг пластиклик қобилятини пасайтиради ҳамда қаттиқлиги ва мўртлигини оширади.

Ванадий кб.;  $\rho = 5,96^{20}$ ;  $c_p = 0,502^{20-100}$ ;  $C_p^\circ = 24,9$ ;  $S^\circ = 28,9$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 23$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 444,8$ ;  $\rho = 0,01^{1850}$ ;  $0,1^{2044}$ ;  $1^{2282}$ ;  $10^{2590}$ ;  $100^{2955}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий жиҳатдан ванадий инертдир. У денгиз суви, суюлтирилган хлорид, нитрат ва сульфат кислота эритмаларига чидамли. Пластик металл  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  температурадан юқорида ҳавода қиздирилганда мўрт бўлиб қолади. Ванадий суюлтирилган хлорид кислота эритмасига чидамли, совуқ ҳолатда суюлтирилган  $HNO_3$  ва  $H_2SO_4$  лар билан реакцияга киришмайди.  $HF$ , конц.  $HNO_3$  ва  $H_2SO_4$ , зар суви билан таъсирлашади. Ишкорлар эритмаси билан таъсирлашмайди, бироқ ишқор суюқланмасида кислород иштирокида оксидланиб ванадатларни ҳосил қилади.  $600-700 \text{ }^\circ\text{C}$  компакт металлнинг  $V_2O_5$  гача интенсив оксидланиши амалга ошади.

Ванадий  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада  $N_2$  билан нитридни  $VN$ , углерод ва углерод сакловчи газлар билан  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  температурадан юқорида карбидни  $VC$ ,  $Cl_2$  билан - хлоридларни ва оксохлоридларни,  $F_2$  билан фторидларни ва оксофторидларни,  $H_2$  билан қаттиқ эритмаларни ҳосил қилади.

Кислород билан ванадий бир нечта оксидларни ҳосил қилади:  $VO$ ,  $V_2O_3$ ,  $VO_2$ ,  $V_2O_5$ . Қирмизи  $V_2O_5$  – кислотали оксид, қўнғир-кўк  $VO_2$  - амфотер, қолган оксидлари асослидир. Ванадий галогенидлари гидролизланади. Галогенлар билан ванадий етарли учувчан галогенидларни таркиби  $VX_2$  ( $X = F, Cl, Br, I$ ),  $VX_3$ ,  $VX_4$  ( $X = F, Cl, Br$ ),  $VF_5$  ва бир нечта оксогалогенидларни ( $VOCl$ ,  $VOCl_2$ ,  $VOF_3$  ва бошқаларни) ҳосил қилади. Қуйида оксидларининг асосий хоссалари келтирилган.



## Ванадий оксидларининг баъзи бир хоссалари

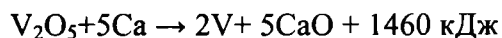
| Номланиши            | Формуласи                     | Зичлиги, г/см <sup>3</sup> | Суюқланиш температураси, °С | Қайнаш температураси, °С | Ранги        |
|----------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| Ванадий (II) оксиди  | VO                            | 5,76                       | ~1830                       | 3100                     | Қора         |
| Ванадий (III) оксиди | V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,87                       | 1967                        | 3000                     | Қора         |
| Ванадий (IV) оксиди  | VO <sub>2</sub>               | 4,65                       | 1542                        | 2700                     | Қўнғир-Мовий |
| Ванадий (V) оксиди   | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 3,357                      | 670                         | 2030                     | кизғиш-сарик |

Ванадий бирикмалари +2 ва +3 – оксидланиш даражаларида кучли қайтарувчилар, +5 оксидланиш даражасида оксидловчи хоссаларини намоён қилади. Юқори температурада суюқланидиган ванадий карбиди VC ( $t_{\text{суюқ}}=2800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ванадий нитриди VN, ванадий сульфиди V<sub>2</sub>S<sub>5</sub>, ванадий силициди V<sub>3</sub>Si ва бошқа бирикмалари бор. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> асосли оксидлар билан реакцияга киришганда ванадатлар – ванадий кислотаси тузлари таркибга кўра HVO<sub>3</sub> кўринишда бўлади.

**Минераллари.** Эркин ҳолатда табиатда учрамайди. Ванадийнинг асосий минераллари орасидан муҳим аҳамиятга эга бўлганлари куйидагилардир: роскоэлит KV<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>2</sub>, патронит V<sub>2</sub>S<sub>5</sub>·xS, ванадинит Pb<sub>5</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl, карнотит K<sub>2</sub>(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>[VO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O, тьямунит Ca(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>[VO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O.

**Қотишмалари.** Ванадий – доимий магнитлар учун қотишмаларнинг асосий компоненти. Ванадий пўлат ичига феррованадий кўринишида ўтказилади – темир қотишмаси таркибида 35-80% V бўлади. Ванадийнинг Ti – 4%, Al – 4% ли қотишмасидан авиацион реактив двигателлар, ракеталар элементлари тайёрланади. Аналогли ишатилишни Ti – 13%, V – 11%, Cr – 3%, Al ва Ti – 6%, Al – 4% V таркибли қотишмалари тайёрланади. Ванадийнинг катта қисми (~83 %) феррованадий кўринишида ва янги ванадий қотишмаси (83-86% V, 10-13% C, I- 3% Fe) кўринишида ишлатилади.

**Олиниши.** Ванадий тоза ҳолатда ванадий йодидини термик диссоциация орқали олинади. Кальцетермик ва алюминотермик усуллар билан V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> қайтариш ҳам кенг қўлланилади.



Реакция – экзотермикдир, ажраланидиган иссиқлик ҳосил бўладиган ванадийни суюқлантириш учун етарлидир, улар катта кумоқларда йиғилади. Магнетитдан тайёрланган тигелда герметик пўлатли бомбада реакциялар амалга оширилади. Металл тозаллиги 99,5% бўлади.

Ванадий олишнинг истиқболли усули – бу, вакуумда унинг оксидларини углерод билан 1250-1700°С температурада қайтаришдир. Кимёвий тоза хом-ашё материалларни ишлатиш спектраль тоза металл олишни таъминлайди.

VCl<sub>3</sub> ва VCl<sub>2</sub> ларни магний, литий, натрий, калий, кальций, цирконий, водород билан қайтаришнинг қатор усуллари маълумдир.

Вакуумда металлни электрон бомбардимон қилиш билан қайта суюқлантириш металл

тозалигини аҳамиятли даражада оширади. Металл тозалигини оширишнинг бошқа усули – электрорафинирлаш. Бу усулда электролит сифатида:  $620^{\circ}\text{C}$  - 51%  $\text{KCl}$ , 41%  $\text{LiCl}$ , 8%  $\text{VCl}_2$  таркибли суюқланма хизмат қилади. Кальциетермик ванадий бўлаклари 99,47% тозаликда анод бўлиб, молибденли стержен эса – катод бўлиб хизмат қилади. Жараён инерт газ атмосферасида электродларда 0,30-0,54 В кучланиш билан ўтказилади. Электролиз икки босқичда амалга оширилади.

Саноатда ванадийни олиш учун темирли рудалардан қўшимчалари билан аввалига концентрат тайёрланади, унда ванадийнинг миқдори 8-16% га етади. Кейинчалик, оксидланиш билан қайта ишлаб, ванадийни юқори оксидланиш даражасига +5 ўтказилади ва сувда осон эрийдиган натрий ванадати  $\text{NaVO}_3$  ҳосил қилиб ажратилади. Эритмани кислоталашда сульфат кислотаси билан чўкмага тушади, улар куритилгандан сўнг 90 % дан зиёд ванадийнинг таркибида бўлади.

Бирламчи концентрат домна печларида қайтарилади ва ванадий концентрати олинади, кейинчалик феррованадий деб номланувчи 35 дан 80% гача ванадий тутадиган суюқланмасини олишда ванадий ва темир қотишмаси ишлатилади. Ванадий метални ванадий хлоридини водород (H) билан қайтариб, ванадий оксидларини ( $\text{V}_2\text{O}_5$  ёки  $\text{V}_2\text{O}_3$ ) кальций билан термик қайтариш, VI ни термик диссоциациялаш билан ва бошқалар олинади.

**Ишлатилиши.** 90% ванадий пўлатларни легирлаш учун, у пўлатларни мустаҳкам, зич, ковушқоклигини ошириш, вақтинчалик қаршилигини, букулувчанликдаги мустаҳкамлик чегарасининг ортишига ва тобланган қилиш температурасини кенгайтиришда қўлланилади. Ванадий карбидлари пўлатнинг қаттиқлигини, ишқаланишга қаршилигини ва зарбали юкламаларга чидамлилигини оширади.

Ванадийдан кобиқ сифатида ядро реакторларида ва ёқилғи элементлари қопламаси сифатида, юқори ўтказувчанликка эга қотишмалар тайёрлашда ҳам ишлатилади.

Тиббиётда ванадийнинг бирикмалари қўлланилиши оксидловчилик ва антисептик хоссаларга асосланган. Ванадий бирикмалари шиша ва керамика саноатида турли ранглар ҳосил қилиш учун ҳамда фотографияда ва кинематографияда ленталарга ишлов беришда, сенсбилизатор сифатида ишлатилади.

Ванадий хлориди водород атом энергетикасида сувни термокимё парчаланишида (ванадий-хлоридли цикл «Женерал Моторс», АҚШ) ишлатилади. Ванадий пентаоксиди мусбат электрод (анод) сифатида аккумуляторларда ва литийли батареяларда ишлатилади. Кумуш ванадати заҳира батареяларда катод сифатида ишлатилади.

Ванадий (V) оксиди катализатор сифатида сульфит ангидридни оксидлаш учун ишлатилади.

**24. ХРОМ** (Chromium, грек. «chromos» – “ранг”) Cr – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ элементи, тартиб рақами 24, атом массаси 51,996. Тўртта барқарор изотопни ҳосил қилади:  $\text{Cr}^{50}$  (4,31%),  $\text{Cr}^{52}$  (83,76%),  $\text{Cr}^{53}$  (9,55%),  $\text{Cr}^{54}$  (2,38%). Сунъий муҳим радиофаол изотопи  $\text{Cr}^{51}$  ( $T_{1/2}=27,8$  кун). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ .

Л.Воклен томонидан 1797 йилда табиатдаги қўрғошин хроматидан, яъни крокоит минералидан топилган. Тоза металл Р. Бунзен томонидан  $\text{CrCl}_2$  эритмасини электролиз қилиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Хромнинг энг катта конлари ЖАР (жаҳонда 1-ўринда туради), Қозоғистон, Россия, Зимбабве ва



Роберт Вильгелм  
Бунзен  
(1811-1899)

Мадагаскар мамлакатларида мавжуд. Бундан ташқари, хромли конлари Туркия, Ҳиндистон, Армения, Бразилия, Филиппинда ҳам геологлар томонидан қайд этилган.

Россияда хромли руданинг асосий конлари Уралда (Дон ва Сарановск конлари). Қозоғистонда хромнинг захиралари 350 миллион тоннани ташкил этади (жаҳонда захира бўйича 2-ўринда).

**Физикавий хоссалари.** Эркин ҳолатда - мовий-оқ рангли металл, кубсимон ҳажмли-марказлашган панжарали,  $a = 0,28845$  нм. У  $39^\circ\text{C}$  ҳароратда парамагнит ҳолатдан антиферромагнит ҳолатига ўтади.

Хром Моос шкаласи бўйича 5 ўринда туради, энг қаттик металллардан бири (фақатгина иридий, бериллий, вольфрам ва уранга ўрнини бўшатиб). Жуда тоза хром етарлича яхши механик ишлашга мойил.  $t_{\text{суюқ}} = 1877 \pm 15^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 2200^\circ\text{C}$ , зичлиги  $7,19 \text{ г/см}^3$ .

Хром кб.;  $C_p^0 = 23,3$ ;  $S^0 = 23,6$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{пл}} = 21$ ;  $\Delta H_{\text{исп}} = 338$ ;  $p = 0,001^{1240}$ ;  $0,1^{1513}$ ;  $1^{1695}$ ;  $10^{1922}$ ;  $1000^{2220}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3$  эримайди.

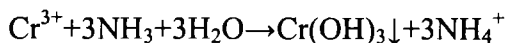
**Кимёвий хоссалари.** Хром пассив бўлганлиги сабабли ҳавода турғундир. Шу сабабга кўра сульфат ва нитрат кислоталар билан таъсирлашмайди.  $2000^\circ\text{C}$  да ёниб, амфотер хоссаларига эга бўлган яшил рангли хром (III) оксиди  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ни ҳосил қилади.

Хромнинг бор билан (боридлар  $\text{Cr}_2\text{B}$ ,  $\text{CrB}$ ,  $\text{Cr}_3\text{B}_4$ ,  $\text{CrB}_2$ ,  $\text{CrB}_4$  ва  $\text{Cr}_5\text{B}_3$ ), углерод билан (карбидлар  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ,  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  ва  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ), кремний билан (силицидлар  $\text{Cr}_3\text{Si}$ ,  $\text{Cr}_5\text{Si}_3$  ва  $\text{CrSi}$ ) ва азот билан (нитридлар  $\text{CrN}$  ва  $\text{Cr}_2\text{N}$ ) бирикмалари синтез қилинган.

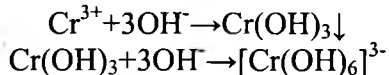
+2 оксидланиш даражасига асосли оксид  $\text{CrO}$  (қора) мувофиқ келади.  $\text{Cr}^{2+}$  тузлари (мовий рангли эритмалар)  $\text{Cr}^{3+}$  тузларини ёки дихроматларни рух билан кислотали муҳитда қайтарганда ҳосил бўлади («ажралиш пайтида водород билан»):

$\text{Cr}^{2+}$  нинг барча тузлари сувнинг таркибидан водородни чиқаришга қодир бўлган кучли қайтарувчилардир. Кислород билан ҳавода, асосан кислотали муҳитда,  $\text{Cr}^{2+}$  оксидланади, натижада мовий эритма тезда яшил тусга қиради.

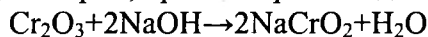
Хром (II) тузлари эритмасига ишқор эритмаси кўшилганда жигарранг ёки сарик рангли  $\text{Cr}(\text{OH})_2$  ҳосил бўлиб чўкмага тушади. Хромнинг дигалогенидлари  $\text{CrF}_2$ ,  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{CrBr}_2$  ва  $\text{CrI}_2$  синтез қилинган. Хром +3 оксидланиш даражасига амфотер оксид  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ва гидроксид  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  (иккаласи ҳам яшил рангли) тўғри келади. Бу даража – хромнинг нисбатан турғун оксидланиш даражаси. Хром бирикмалари шу оксидланиш даражасида лойқа носранг (ион  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ) яшилгача (координацион сферада иштирок этади) рангга эга.  $\text{Cr}^{3+}$  иккиламчи  $\text{M}^1\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (квасц) кўринишдаги сульфатларни ҳосил қилишга мойилдир. Хром (III) гидроксидини хрома (III) тузларига аммиак эритмаси билан таъсир қилиб олинади:



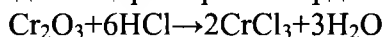
Ишқорлар эритмасини ҳам ишлатиш мумкин, аммо уларнинг мўл миқдорида эрувчан гидроксокомплекс ҳосил бўлади:



$\text{Cr}_2\text{O}_3$  ишқорлар билан суюклантириб, хромитлар олинади:



Куйдирилмаган хром (III) оксиди ишқорли эритмаларда ва кислоталарда эрийди:



Гидротермал шароитда оҳисталик билан хром (VI) оксиди  $\text{CrO}_3$  парчаланганда хром (IV) оксиди  $\text{CrO}_2$  олинади, у ферромагнетик хоссага эга ва металл ўтказувчанликни намоён қилади.

Хром тетрагалогенидлари ичида  $\text{CrF}_4$  турғун бўлиб, хром тетрахлориди  $\text{CrCl}_4$  эса фақатгина буғ ҳолатда мавжуддир.

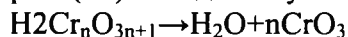
Хром +6 оксидланиш даражасига кислотали оксид (VI)  $\text{CrO}_3$  мувофиқ келадива у қатор

кислоталарни ҳосил қилади. Улар орасида мувозанат содир бўлади. Улардан оддийси – хромат  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  ва дихроматдир  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Улар икки қатор тузлар ҳосил қилади: хроматлар сариқ ва дихроматлар эса тўқ сариқ рангда бўлади.

Хром (VI) оксиди  $\text{CrO}_3$  концентранган сульфат кислотаси ва дихроматлар таъсирида ҳосил бўлади. Типик кислотали оксид, сув билан таъсирлашганда турғун бўлмаган хромли кислоталарни ҳосил қилади: хромат  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ , дихромат  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ва бошқа изополикислоталар умумий формуласи  $\text{H}_2\text{Cr}_n\text{O}_{3n+1}$ . Полимерланиш даражасининг ошиши рН қиймат пасайганда, яъни кислоталик ошганда амалга ошади.

Аммо тўқ сариқ рангли  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  нинг эритмасига ишкор эритмаси қўшилса, ранги яна сарикка ўтади, чунки  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  бирикмаси ҳосил бўлади.

Юқори даражадаги полимерланиш даражаси, вольфрам ва молибдендаги каби бормайди, чунки полихром кислота хром (VI) оксиди ва сувга ажралиб кетади:

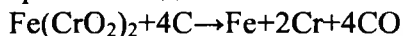


Хроматларнинг эрувчанлиги тахминан сульфатлар эрувчанлиги кабидир. Қизил – қон рангли, кам эрийдиган кумуш хроматини қотишмаларда ярим микроанализ усулида кумуш борлигини аниқлаш учун ишлатилади. Хром пентафториди ҳам маълум  $\text{CrF}_5$  ва хром гексафториди  $\text{CrF}_6$  турғун эмасдир. Бундан ташқари, учувчан хромнинг оксигалогенидлари  $\text{CrO}_2\text{F}_2$  ва  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  (хромилхлорид) ҳам маълум. Хромнинг (VI) валентли бирикмалари кучли оксидловчилардир. Дихроматларга водород пероксиди, сульфат кислотаси ва органик эритувчилар (эфир) қўшилиши кўк хром пероксиди  $\text{CrO}_5\text{L}$  (L – эритувчи молекуласи) ҳосил бўлишига олиб келади, у органик қаватга экстракцияланади. Ушбу реакция аналитик реакция сифатида ишлатилади.

**Минераллари.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-2}\%$  ни ташкил этади. Табиатда фақатгина кислородли бирикмалар кўринишида ва қатор бошқа минераллар кўринишида учрайди, масалан: хромит  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , крокоит  $\text{PbCrO}_4$ , уваровит  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$  ва бошқалар. Аммо хромит табиатда кенг тарқалганлиги учун ҳам амалий аҳамиятга эгадир.

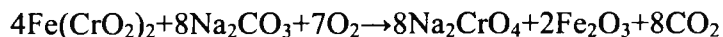
**Олиниши.** Хром метали  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ни алюминий ёки кремний билан қайтариш (тикланиши) натижасида ёки хром бирикмалари эритмасини электролитик қайтариш натижасида олинади. Алюмотермик усулда олдиндан шихта қиздирилади (таркибида  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , Al кукуни ёки стружкалари, оксидловчилар бўлади) тигельга жойлаштирилади, бу ерда реакция  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ва Al ни, тигель хром ва шлак билан тўлгунига қадар печда ёқилиб амалга оширилади. Нисбатан тоза хромни олиш учун ванналарда, хромово-аммонийли квасцлар эритмасидан ёки қиммат турадиган хромли кислота эритмасидан электролитик чўктириш орқали олинади. Электролитик усулда олинadиган хром одатда водород ва кислород қўшимчалари билан ифлосланган бўлади. Водород одатда вакуумда куйдириш орқали йўқотилиши мумкин. Бирок кислороддан тозалаш биров қийинроқ кечади, у хромни юқори температурада водород билан ишлаш орқали амалга ошириш мумкин.

Металл ҳолатидаги хромни олишнинг муҳим шакли хромлаш, металл буюмлар юзасига хромли қаватларини жойлаштиришдир. Бу ҳолат электролитик усул билан ёки ташқи муҳит билан диффузия кўринишида пўлатли буюмларнинг юзасини хром билан тўйинтириш орқали амалга оширилади. Электролитик хромлаш декоратив мақсадларда ёки металл юзаларини мустаҳкамлаш учун олиб борилади. Хром табиатда асосан хромли темиртош кўринишида учрайди  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  (темир хромити). Ундан электропечларда кокс (углерод) билан қайтариш натижасида феррохром олинади:

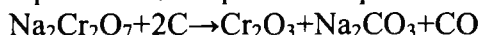


Тоза хром олиш учун борадиган кимёвий реакция куйидаги боскичларда амалга оширилади:

1. темир хромитини натрий карбонати (кальцинацияланган сода) билан ҳавода суюклантирилади:  $\text{Co}_2$



- натрий хромат эритилади ва уни темир оксиддан ажратилади;
- хромат оксидлаб дихроматга ўтказилади;
- натрий дихроматини кўмир билан қайтариб тоза хром оксиди олинади:



- алюминотермия усули ёрдамида металл ҳолатидаги хром олинади:



6. Электролиз ёрдамида электролитик хром сульфат кислота қўшимчаси бўлган сувдаги хромли ангидриддан олинади.

**Ишлатилиши.** Хром метали хромлаш учун, ҳамда пўлатларга муҳим легирловчи қўшимча сифатида ишлатилади. Зангламас, иссиқликка бардошли, кислоталарга чидамли пўлатлар таркибига киради. Хром таркибли котишмаларни коррозияга учрайдиган деталлар тайёлашда (сув ости кемаларининг корпуслари, кимёвий аппаратуралар), электр печларда киздирувчи сим сифатида ёки аппаратлар учун, ишқаланишга бардошли материаллар сифатида ишлатилади, масалан, шарли тегирмонларда шар сифатида. Хром бирикмалари оловга чидамли материаллар ва пигментлар тайёрлашда ҳам ишлатилади.

**25. МАРГАНЕЦ** (нем. Manganerz – “марганецли руда”; лот. Manganum) Mn – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳ элементи, тартиб рақами 25, атом массаси 54,9380. Табиатда битта барқарор изотопи мавжуд-дир  $^{55}\text{Mn}$ . Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ .

Марганецни К.Шееле очган ва уни тоза ҳолда Ю. Ган 1774 йилда ажратиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Ўзбекистон худудида марганецни эксгалацион-чўкмали, чўкмали ва гидротермал генетик типдаги конлари маълум. Эксгалацион-чўкмали конлар Зарафшон, Зирабулоқ, Қоратепа, Лолабулоқ ва бошқа тоғларда силур билан боғланган ҳолда учрайди. Бу тоғлар бағрида кичик маконлар ҳам (Зиёдин, Даутош, Қизилбайроқ, Тахтақарочин, Терсаксой, Чўпонота) маълум. Марганецнинг миқдори ўртача 8-28% бўлади. Баъзи конларнинг захираси унча кўп эмас, аммо истикболли, умуман, металл зона бўйича 8 млн. тоннадан ортиқ металл борлиги башорат қилинган.

Чўкиндили конлар ва минераллар Ўзбекистон Республикасини шимолий ва шимолий шарқий қисмларида учрайди ва бўр ҳамда учламчи ёшдаги Терриген жинсларда учрайди. (Озотбоши, Мозор, Моргузар ва Қораолма кичик маконлари кўринишларида).

**Физикавий хоссалари.** Mn – кумушсимон, оқ металл.  $t_{\text{суюқ}} = 1244^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 2070^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $7,440 \text{ г/см}^3$ .

Марганец кб. ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ёки  $\delta$ ).;  $c_p = 0,479^{25}$  ( $\alpha$ );  $0,482^{25}$  ( $\beta$ );  $0,502^{25}$  ( $\gamma$ );  $C_p^0 = 26,3(\alpha)$ ;  $26,5(\beta)$ ;  $27,6(\gamma)$ ;  $S^0 = 32,0(\alpha)$ ;  $34,4(\beta)$ ;  $32,4(\gamma)$ ;  $\Delta H^0 = 0(\alpha)$ ;  $1,55(\beta)$ ;  $\Delta G^0 = 0(\alpha)$ ;  $1,38(\beta)$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 12,0$ ;  $\Delta H_{\text{бўғ}} = 227$ ;  $\rho = 0,01^{974}$ ;  $0,1^{1096}$ ;  $1^{1249}$ ;  $10^{1462}$ ;  $100^{1745}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Марганец антиферромагнит бўлиб, юқори температурада парамагнит хоссага эгадир.

Мос келувчи оксидланиш даражалари: 0, +2, +3, +4, +6, +7 (+1, +5 кам характерли).

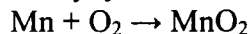


Карл Шееле  
(1742-1786)

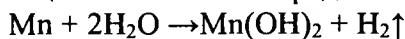


Юхан Готлиб Ган  
(1745-1818)

Ҳавода оксидланганда пассивлашади. Кукунсимон марганец кслородда ёнади:



Марганец киздирилганда сувни парчалайди, водородни сиқиб чиқаради ва ҳосил бўладиган марганец гидроксиди реакцияни секинлаштиради:



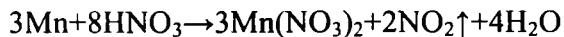
Марганец водородни ўзида ютади, температура кўтарилганда унинг марганецда эриш хусусияти ортади. 1200°C юқори температурада азот билан таъсирлашиб, турли хил нитридларни ҳосил қилади.

Углерод суюқланган марганец билан таъсирлашиб, марганец карбидни  $\text{Mn}_3\text{C}$  ва бошқаларни ҳосил қилади. Бундан ташқари, у силицидларни, боридларни, фосфидларни ҳосил қилади.

Концентрланган сульфат кислота билан қуйидаги тенглама бўйича таъсирлашади:



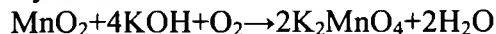
Суюлтирилган нитрат кислотаси билан:



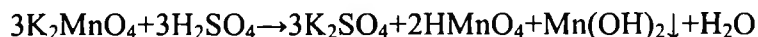
Ишқорли эритмаларда марганец турғундир. Марганец бир нечта оксидларни ҳосил қилади:  $\text{MnO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{MnO}_3$  (эркин ҳолатда ажратилмган) ва марганец ангидриди  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .

$\text{Mn}_2\text{O}_7$  одатдаги шароитда суюқ мойсимон кўнғир-яшил рангли модда, жуда беқарор; концентрланган сульфат кислота билан аралашмасида органик моддалар алангалади. 90°C  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  портлаш билан парчаланadi. Нисбатан барқарор оксидлари  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  ва  $\text{MnO}_2$  ҳамда комбинирланган оксид  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  ( $2\text{MnO} \cdot \text{MnO}_2$  ёки  $\text{Mn}_2\text{MnO}_4$  тузи).

Марганец (IV) оксидини (пиролюзит) ишқорлар билан кслород иштирокида суюқлантирилганда манганатлар ҳосил бўлади:



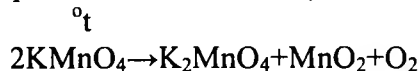
Манганат эритмаси кўнғир-яшил рангда. У оксидланганда қуйидаги реакция амалга ошади:



Эритма тўқ қизил рангга  $\text{MnO}_4^-$  сабаб ўтади ва ундан жигарранг чўкма марганец (IV) оксид-гидроксиди ҳосил бўлади.

Марганец кислотаси жуда кучли, бироқ беқарор, уни 20% дан юқори миқдорда концентрлаш мумкин эмас. Кислотанинг ўзи ва унинг тузлари (перманганатлар) – кучли оксидловчилар. Масалан, калий перманганати эритманинг рН га боғлиқ ҳолда турли моддаларни оксидлайди, аммо ўзи марганец турли оксидланиш даражасига қараб турли моддаларда қайтарилади. Кислотали муҳитда – марганец (II) бирикмаларига қадар, нейтрал муҳитда – марганец (IV) бирикмаларига қадар, кучли ишқорий муҳитда – марганец (VI) бирикмаларига қадар қайтарилади.

Куйдирилганда перманганатлар кслород ажратиб парчаланadi. Реакция қуйидаги тенглама асосида боради (калий перманганати мисолида):



Кучли оксидловчилар таъсирида  $\text{Mn}^{2+}$  иони  $\text{MnO}_4^-$  ионига ўтади:



$\text{Mn}$  (II) тузлари эритмалари қайта ишқорланганда марганец (II) гидроксиди чўкмага тушади ва у ҳавода оксидланиши натижасида тезда (кўнғир тусга киради).  $\text{MnCl}_3$ ,  $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3$  тузлари беқарордирлар.  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  ва  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  гидроксидлари асослилик хоссасига эга,

$MnO(OH)_2$  – амфотерли. Марганец (IV) хлориди  $MnCl_4$  жуда бекорор, киздирилганда парчаланеди, бундан хлор олиш учун фойдаланилади:



Марганецнинг нол оксидланиш даражаси  $\sigma$ -донорли ва  $\pi$ -акцепторли лигандлари бор бирикмаларда кузатилади. Шундай қилиб, марганец учун  $Mn_2(CO)_{10}$  таркибли карбонил маълум.

Донор акцептор лигандли марганецнинг бошқа бирикмалари ҳам маълум ( $PF_3$ ,  $NO$ ,  $N_2$ ,  $P(C_5H_5)_3$ ).

**Минераллари.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори 0,1% ни ташкил этади. Эркин ҳолатда табиатда учрамайди. Кўплаб минераллар таркибига киради, нисбатан кўпроқ тарқалганлари пирролюзит  $MnO_2 \cdot xH_2O$ , псиломелан  $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ , манганит  $MnO(OH)$ , браунит  $3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$ , родохро-зит  $MnCO_3$ , пурпурит  $Mn^{3+}[PO_4]$ .

**Қотишмалари.** Марганец – рангли металл қотишмаси компоненти, Al ва Mg қотишмаларида. Mn, Al ва Mg пўлатга мустаҳкамлик, қаттиқлик, коррозияга турғунлик беради. У асосда қотишмалар олишда магний ҳам биргаликда қўлланилади.

**Олиниши.** Mn металлотермия усулида олинади, карбо-, силико- ёки алюминотермик усулда рудали концентратларни қайтариб, ҳамда рудаларни  $H_2SO_4$  билан танлаб эритиш, кейинчалик  $MnSO_4$  электролитик қайтариш натижасида олинади.

Карботермик қайтариш билан юқори углеродли ферромарганец (6-8% C), силикотермик паст углеродли ферромарганец (~0,1% C), алюминотермик усулда эса тоза Mn олинади. Mn метали таркибида кам миқдорда углерод ва темир таркибли силикомарганец (36% кўпроқ Si) ёрдамида концентратларни қайтариб олинади.

Нисбатан тоза 0,1% дан кам бўлган концентрацияда металл қўшимчалари бор марганецни  $(NH_4)_2SO_4$  (150 г/л атрофида) иштирокида ва pH 8,0-8,5 кийматда  $MnSO_4$  эритмаси (35-40 г/л концентрация билан) ни электролиз қилиб олинади. Газли қўшимчалардан тозалаш учун суюқ марганец вакуумда ҳайдалади.

**Ишлатилиши.** Марганец асосий металллардан бири бўлиб, ишлаб чиқариладиган марганецнинг 90% дан ортиғи металлургия саноатида ишлатилади.

Марганец ферромарганец кўринишида бўлиб, у пўлатни осон эритишда ва унинг таркибдан кислородни йўқотиш учун ишлатилади. Бундан ташқари, у олтингургуртни боғлайди ва у пўлатнинг хоссаларини яхшилади. 12-13 % миқдордаги Mn нинг пўлатга қўшилиши (Гадфильд пўлати деб номланувчи), баъзан бошқа легирловчи металллар билан қотишма ҳосил қилганда, улар пўлатнинг мустаҳкамлигини ва қаттиқлигини ошириб, ейилишдаги қаршилиги ортади. Бундай пўлатлар шарли тегирмонлар учун шарлар тайёрлашда ва тош майдаловчи машиналар қисмларини тайёрлашда ишлатилади.

Марганецнинг 83% Cu, 13% Mn ва 4% Ni (манганин) қотишмаси температура ўзгариши билан кам кийматда ўзгарадиган юқори электр қаршилигига эга. Шунинг учун бу қотишмалардан реостатлар ва бошқа шу типдаги қурилмалар тайёрлашда ишлатилади.

Марганец бронза ва латунга қўшилади. Марганец (IV) оксидининг маълум бир миқдори марганец-рухли галваник элементлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.  $MnO_2$  шу типдаги элементларда оксидловчи – деполяризатор сифатида қўлланилади.

Марганец бирикмалари органик синтезда ( $MnO_2$  ва  $KMnO_4$  оксидловчи сифатида), углеводородларни оксидлашда катализатор компоненти сифатида, масалан, п-кислолни оксидланишда, парафинлардан юқори мой кислоталарга оксидланишида ишлатилади.

Марганец арсениди босим остида кучаядиган гигант магнитакolorик эффектга эга.

Марганец теллуриди истиқболли термоэлектрик материалдир (термо-э.ю.к 500 мкВ/К).

**26. ТЕМИР** (лот. Ferrum) Fe – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 26, атом массаси 55,847. Тўртта барқарор изотопи мавжуд:  $^{54}\text{Fe}$  (5,84%),  $^{56}\text{Fe}$  (91,68%),  $^{57}\text{Fe}$  (2,17%),  $^{58}\text{Fe}$  (0,31%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ .

Инсониятга қадимдан маълум бўлган кимёвий элементлардан бири. XIV аср ўрталаригача Европада ва қадимги Россияда темирни рудадан ёғоч кўмири ёрдамида ажратиб олинган.

Табиатдаги темир карбонати номи (сидерит) лот. “*sidereus*”дан келиб чиқиб – юлдузли; инсонлар кўлига теккан биринчи темир метеоритлардан ҳақиқат пайдо бўлганлиги бу ҳолат тасодифий эмасдир, балки. Шу жумладан, қадимги грек сўзи *сидерос* (*σίδηρος*) темир учун ва латинча *sidus*, «юлдуз» деб аталадиган, тахминан бир хил маъно англатади.

**Табиатда тарқалиши.** Ўзбекистонда темирнинг турли хил генетик типда ва шаклдаги бир неча юз конлари ҳамда минераллари ҳисобланган, шунингдек, бир нечта магнитли аномалиялар-темирли рудаларни мумкин бўлган индикаторлари мавжуд. Темирнинг магматик конлари асосий ва ультра асосий жинслар ривожланиш пояслари (Қизилқум, Фарғона ва Ҳисор белбоғи) Чуқур бурилиш бўйича ривожланувчи Жанубий Тяньшан геосинкминал-воҳа соҳаси билан боғланган (Ўзбекистоннинг ғарби).

Энг муҳими Тебинбулоқ титан магнетли йирик конлардан биридир. (Қорақалпоғистон Республикаси) тоғ жинсларида темир ва бошқа металллар мавжуд (магнетит, ильменит, гематит, аралашма сифатида-никель, кобальт, хром, платина, палладий). Ҳисор тизмасининг бундай типдаги Козгантоғ кони дейилади.

**Физикавий хоссалари.** Темир – типик металл, эркин ҳолатда темир кумуш – кулранг тусли ялтирок металл. Тоза металл пластиклик қобилятига эга, таркибидаги турли кўшимчалар (шу жумладан углерод) унинг қаттиклиги ва мўртлигини оширади. Жуда юқори магнитлик хоссасига эга. «темир учлиги»ни кўп таъкидлашади учта металл (темир Fe, кобальт Co, никель Ni) бир-бирига яқин физик хоссаларга, атом радиусига ва электроманфийлик қийматига эга.

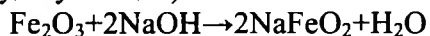
Одатдаги босимда тўртта кристалл модификацияга эга.  $917^\circ\text{C}$  температурагача  $\alpha\text{-Fe}$  ҳажмли-марказлашган кубсимон панжарали, ферромагнитли, аммо  $769^\circ\text{C}$  (Кюри нуктаси) да парамагнит ҳолатига ўтади. Парамагнит темир  $\beta\text{-Fe}$   $769\text{-}917^\circ\text{C}$  оралиғида барқарордир.  $917\text{-}1394^\circ\text{C}$  лар оралиғида  $\gamma\text{-Fe}$  ёқлари кубсимон панжарали.  $1394^\circ\text{C}$  юқори температурада  $\delta\text{-Fe}$  ҳажмли – марказлашган кубсимон панжарали кўриниши мавжуддир. Юқори босимда  $\epsilon\text{-Fe}$  гексагональ зич жойлашган панжарали, одатдаги нормал босимда ҳам қатор элементлар билан темирни легирлашда ҳосил бўладиган кўриниши мавжуддир.

Темир  $t_{\text{суюк}}=1538^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=2750^\circ\text{C}$ , зичлиги ( $\text{кг}/\text{см}^3$ ):  $\alpha\text{-Fe}$  7,87 ( $20^\circ\text{C}$ ), 7,67 ( $600^\circ\text{C}$ );  $\gamma\text{-Fe}$  7,59 ( $1000^\circ\text{C}$ );  $\delta\text{-Fe}$  7,409; суюк темирники 7,024 ( $1538^\circ\text{C}$ ), 6,962 ( $1600^\circ\text{C}$ ), 6,76 ( $1800^\circ\text{C}$ );  $\rho = 7,874^{20}$ ;  $c_p = 0,448^{25}$ ;  $0,640^{0-1000}$ ;  $C_p^0 = 25,0$ ;  $S^0 = 27,15$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк.}} = 13,8$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 350$ ;  $p = 0,01^{1425}$ ;  $0,1^{1586}$ ;  $1^{1790}$ ;  $10^{2045}$ ;  $100^{2376}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Темир – ўртача кимёвий фаолликка эга металл. Темир учун +2 ва +3 оксидланиш даражалари характерлидир. +2 оксидланиш даражасига қора рангли FeO оксид ва яшил рангли Fe(OH)<sub>2</sub> гидроксид тўғри келади. Улар асослилик характериға эга. Fe<sup>+2</sup> иони тузларда катион кўринишида бўлади. Fe<sup>+2</sup> – кучсиз қайтарувчи. +3 оксидланиш даражасига қизил қўнғир рангли Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> оксиди ва қўнғир рангли Fe(OH)<sub>3</sub> мос келади. Улар амфотер хусусиятларга эга, кислотали бўлишса ҳам, асослилик хоссалари кучсиз намоён қилинган. Шундай қилиб, Fe<sup>3+</sup> ионлари кислотали муҳитда ҳам мақсадли гидролизланади. Fe(OH)<sub>3</sub> фақатгина концентранган ишқорларда қисман эрийди. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ишқорлар билан



суюклантирилганда таъсирлашиб, ферритларни ҳосил қилади (одатдаги тузлари эркин кислота  $\text{HFeO}_2$  кўринишида мавжуд бўлмайди):



Темир (+3) кўп ҳолларда кучсиз оксидловчилик хоссаларни намоён қилади.

+2 ва +3 оксидланиш даражаси бир-бирига оксидланиш қайтарилиш шароитлари ўзгарганда осонгина ўтади.

Бундан ташқари,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  оксиди ҳам мавжуддир, темирнинг формал оксидланиш даражаси унда +8/3га тенг. Аммо бу оксидни  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  феррити деб қараш мумкин.

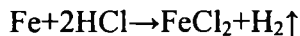
Ҳамда +6 оксидланиш даражаси ҳам мавжуддир. Шунга мос оксиди ва гидроксиди эркин ҳолатда учрамайди, аммо тузлари олинган - ферратлар (масалан,  $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ). Темир (+6) уларда анион кўринишида бўлади. Ферратлар кучли оксидловчилар саналади.

Булардан ташқари, -2 (натрий тетракарбонилферрати), -1, 0 (темир пентакарбонил), +1, +4, +5 ҳам маълумдир.

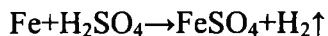
Темир 200 °C гача ҳавода сақланганда оксид кавати билан копланди, у металлни кейинчалик оксидланишига тўсқинлик қилади. Нам ҳавода темир ғовак занг кавати билан копланди, кейинчалик у кислород ва намнинг киришига тўсқинлик қилади ҳамда емирилишдан сақлайди. Занг доимий кимёвий таркибга эга эмас, унинг кимёвий формуласини  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  кўринишида ёзиш мумкин.

Кислоталар билан таъсирлашиб тегишли тузларни ҳосил қилади.

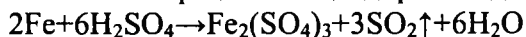
Хлорид кислотаси билан:



Суюлтирилган сульфат кислотаси билан:

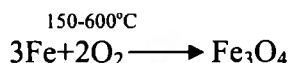


Концентранган нитрат ва сульфат кислоталари темирни пассивлаштиради. Концентранган сульфат кислотаси билан фақатгина қиздирилганда таъсирлашади:

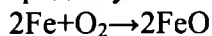


Кислород билан таъсири:

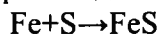
Темир кислородда ёнади, қиздирилганда эса ҳавода ёнади:



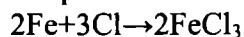
Суюкланган темирдан ҳаво ёки кислородни ўтказиш:



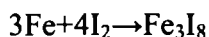
Кукурт билан олтингугурт билан қиздирилганда таъсирлашади:



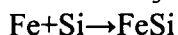
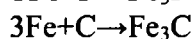
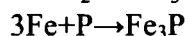
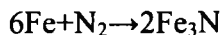
Галогенлар билан қиздирилганда таъсирлашиши: хлорда ёниши:



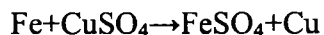
Йод билан таъсирлашиши:



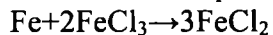
Металлмаслар билан таъсири: азот билан қиздирилганда: фосфор билан қиздирилганда: углерод ва кремний билан:



Темир тузлари эритмаси фаоллик қаторида ундан ўнгда турадиган металлларни қайтаради:



Темир (III) бирикмаларини металл ҳолидаги темир қайтаради:



Юқори босимда металл ҳолидаги темир углерод (II) оксиди CO билан таъсирлашади, бунда суяқ бўлган одатдаги шароитда енгил учувчан темир пентакарбонилни  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  ҳосил қилади. Темирнинг карбониллари куйидаги таркибдагилари  $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$  ва  $\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$  маълумдир. Темир карбониллари темирорганик моддаларни синтез қилишда бошланғич модда сифатида хизмат қилади, шу жумладан, ферроцен таркиби  $(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}$ .

Тоза темир метали сувда ва ишқорларнинг суялтирилган эритмаларида барқарор. Темир совуқ концентрланган сульфат ва нитрат кислоталарда темир юзасини оксид қават ҳосил қилиб пассивлашгани сабабли таъсирлашмайди.

### Темир (II) бирикмалари:

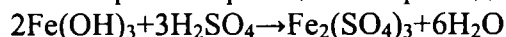
Темир (II) тузлари ёрқин яшил рангда бўлади. Нам ҳавода, одатда, уларни сақлаш жараёнида темир (III) ўзгарганлиги сабабли қўнғирлашади.

Темир (II) тузларидан сувли эритмаларда Мор тузи барқарордир – иккиламчи аммоний ва темир (II) сульфати  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

$\text{Fe}^{2+}$  ионларига реактив сифатида эритмада калий гексацианоферрат (III)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (қизил қон тузи) ишлатилади.  $\text{Fe}^{2+}$  ионлари ва  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  таъсирлашувида калий-темир (II) гексацианоферрати (III) (берлин лазури) ҳосил бўлиб чўкмага тушади.

### Темир (III) бирикмалари:

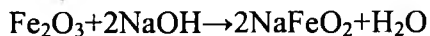
Темир (III) оксиди  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  кучсиз амфотердир, унга  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  нисбатан янада кучсиз бўлган  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  асос тўғри келади, у кислоталар билан реакцияга киришади:



$\text{Fe}^{3+}$  тузлари кристаллогидратлар ҳосил қилишга мойилдирлар. Уларда  $\text{Fe}^{3+}$  иони олтига сув молекулалари билан ўралган. Бундай тузлар оч қизил ёки пуштиранг кўринишда бўлади.

Қисман гидролизда  $\text{Fe}^{3+}$  иони кўп ядроли оксо- ва гидроксокатионларни ҳосил қилади, шунга кўра эритмалар қўнғир рангга ўтади. Темир (III) гидроксидда  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  кислоталик хоссалари кучсиз намоён бўлади.

Ишқорлар билан ва бошқа металл оксидлари билан суяклантирилганда  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  турли ферритларни ҳосил қилади:



Темир (III) катиони бир ядроли катионлар билан кўш сульфатлар ҳосил қилиш қобилиятига эга, масалан,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$  – темир калийли қваслар ва  $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  – темираммонийли ва бошқалар.

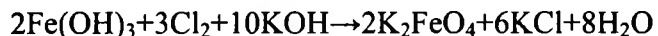
Эритмада темир (III) бирикмаларини сифат анализ қилишда,  $\text{Fe}^{3+}$  ионига сифат реакция сифтида ноорганик роданидлар  $\text{SCN}^-$  ишлатилади. Бунда оч қизил рангли аралашмалар темирнинг роданидли комплекслари  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{SCN})_2]^+$ ,  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ,  $[\text{Fe}(\text{SCN})_4]$  ҳосил бўлади. Эритманинг ранги турли факторларга боғлиқ, шунинг учун темирни сифат анализ қилишда бу усул қўл келмайди.

$\text{Fe}^{3+}$  ионларини сифат анализ қилишда асосий реагент сифатида калий гексацианоферрати (II)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (сарик қон тузи) ишлатилади.  $\text{Fe}^{3+}$  ионлари ва  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  таъсирлашаганда ёрқин кўк рангли калий-темир (III) гексацианоферрат (II) ҳосил бўлиб чўкмага тушади.

### Темир (VI) бирикмалари:

Ферратлар – булар эркин ҳолатда мавжуд бўлмайдиган  $\text{H}_2\text{FeO}_4$  кислотасининг тузлари. Бу бирикма бинафша рангда, оксидловчилик хоссасига кўра перманганатларни,

эрувчанлигига кўра – сульфатларни эслатади. Ферратлар  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  га газ ҳолидаги хлор ёки озон иштирокида ишқорлар таъсир эттириб олинади:



Ферратлар – кучли оксидловчилар. Кислотали мухитда кислород ажратиб парчаланadi. Ферратларнинг оксидловчилик хоссалари сувни зарарсизлантиришда ишлатилади.

#### Темир VII ва VIII бирикмалари:

Электрокимёвий усулда темир (VIII) валентли бирикмалари олинганлиги хақида маълумот бор. Лекин бу натижаларни тасдиқлайдиган алоҳида маълумотлар мавжуд эмас.

**Минераллари.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори 4,65% ни ташкил этади. 300 дан ортиқ минераллари маълум, улар темир рудалари конларида ҳосил бўлади. Темирнинг муҳим минерал рудалари: магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (72,4% Fe), гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (70% Fe), гётит  $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$ , ёки  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , лепидокрокит  $\gamma\text{-FeO}(\text{OH})$  ва гидрогётит (лимонит)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (62% атрофида Fe), сидерит  $\text{FeCO}_3$  (48,2% Fe), ильменит  $\text{FeTiO}_3$  (36,8% Fe).

**Ишлатилиши.** Техник тоза темир электромашиналар якорлари ва электромагнит ўзаклари, аккумуляторлар учун пластинкалар тайёрлашда асосий материал ҳисобланади. Карбонил ҳолатдаги темир катализатор сифатида ишлатилади. Ҳовак темирдан юқори сифатли пўлат эритиб олинади. Темир кукунини пайвандлаш, мисни цементация усулида уни ажратиб олиш учун ишлатилади. Сунъий радиофаол изотоплари  $^{55}\text{Fe}$  ( $T_{1/2} = 2,6$  соат) ва  $^{59}\text{Fe}$  ( $T_{1/2} = 45,6$  сут) – изотопли индикаторлар тайёрлашда ишлатилади.

**Қотишмалари.** Темирнинг углерод билан қотишмалари (легиранмаган ва легиранган чуян ва пўлат) жуда муҳим физик кимёвий хоссаларга ва ферроқотишмалардан иборатдир.

**Олиниши.** Темир рудаларини металлургик ишлаш технологик схемаси ўзида майдалашни, бўлаклашни, магнит сепарацияда бойитиш (Fe 64-68% ташкил этади), концентрат олиш (74-83% Fe), суюлтириш, Fe нинг асосий массаси чўян ва пўлат кўринишида суюқ, эриган ҳолда олишдан иборат. Техник тоза темир ёки армо- Fe (0,02% C, 0,035% Mn, 0,14% Cr, 0,02% S, 0,015% P), чўяндан эритиш печларида ёки кислород конвертерларда пўлат эритиб олинади. Тоза темир куйидагича олинади: қаттиқ темир оксидларини қайтариб (кокс, тошкўмир чанги), газсимон ( $\text{H}_2$ , CO ва уларни аралашмалари, табиий конвертерланган метан газ) ёки комбинирланган қайтарувчилар ёрдамида темир бирикмалари эритмасини ёки суюқланмасини электролиз қилиб; пентакарбонилни  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  парчалаб олинади. Таркибида темири кам бўлган углеродли пўлатни темирли шлак билан унинг аралашмасини 1350°C температурада оксидлаб қайта эритилади ёки қаттиқ углерод ёрдамида унинг бирикмалари қайтариб олинади. Темир оксидларини 750-1200°C температурада қайтариб губкасимон Fe (97-99% Fe) – темирни заррачалари ғовакли агломерати; профорли; иссиқ ҳолатида босим билан қайта ишлашга берилади. Карбонилли темир (0,00016% гача C)  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  ни 300°C температурада  $\text{NH}_3$  мухитида сўнг водород мухитида 500-600°C температурада қайтарувчанлик куйдириш натижасида олинади, ўлчами 1-15 мкм бўлган кукун; кукун металлургияси усуллари билан қайта ишланади. Жуда тоза темирни зонали эритиш ва бошқа усулларда олинади.

Металли окатишлар олиш жараёни. Қора металларнинг асосий миқдорини икки босқичли пўлат – чўян олишнинг аъъанавий технологик схемаси бўйича олинади. Бу схемада темир рудадан, домнали эритиш печида тўлигича чўянга ўтади, пўлат эса чўяндан конверторларда ёки эритиш печларида аниқ миқдордаги скрап билан олинади.

Металли окатишлар саноати – бу, домна печларидан ташқари темир таркибли темир оксидларидан темирни тўғридан-тўғри қайтариш жараёни ҳисобланади. Ҳозирги вақтда

саноатда қора металлнинг 13% хомашёси темирни тўғридан-тўғри қайтариш усули билан олинаяпти.

Металлашган окатиш олиш учун хом-ашё бўлиб темир рудалари материаллари ҳисобланади, улар қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак: имкони борича темир миқдори кўп бўлиб, таркибида олтингургурт, фосфор, ишқорлар ва рангли металллар аралашмалари (мис, никель, хром, рух, кўрғошин ва б.) миқдори кам бўлиши, улар пўлатнинг сифатига ва электр печларида эритишда техник-иктисодий кўрсаткичларига катта салбий таъсир кўрсатади.

Темирли руда конлари кон-геологик шароитидан келиб чиқиб очиқ, ер остида ва комбинацияланган усулларда қазиб олинади.

Қазиб олишнинг очиқ усули – бу конни қазиб олиш ва руда жинсигача бўлган қатламни олиб ташлаш. Конга ишлов беришда руда ёки нокерак тоғ жинсини юмшатиш учун бурғилаб, сўнг портлаш ишлари олиб борилади. Юмшатиш руда экскаваторлар билан автотранспортга юкланади ва бойитиш фабрикасига жўнатилади. Кейинги қайта ишлашлар конда чуқурлик ҳосил бўлади ва йўлақлардан иборат бўлган карьер ён деворларини ҳосил қилади. Қазиб олинган темирли руда қайта ишлашга жўнатилади.

Қазиб олишнинг ер ости усули – конларни қазиб олишнинг ер ости усули жуда оғир ҳисобланади. Конларни очиқ усулда қазиб олишга нисбатан капитал катта ҳажмда сарфланади. Маъданни қазиб олишда бу ерда ҳам жисмларни бўлаклаш учун бурғулаш - портлатиш ишлари олиб борилади ва махсус техника билан ер юзасига чиқарилади ҳамда бойитиш фабрикасига жўнатилади.

Олинган руда бойитиш фабрикасида темирнинг миқдори 69 % дан кам бўлмагунча бир нечта босқичи ва магнитли сперация усуллари ёрдамида бойитилади, майдаланиш даражаси 44 – 47 мкм гача етказилади. Темир маъданли концентрат олингандан сўнг оксидланган окатиш олиш зарур. Оксидланган окатиш қуйидаги технология бўйича олинади:

Концентратларни нормалаш ва боғловчи материаллар билан аралаштириш зарур бўлади.

Хом окатиш шаклланишини барабанли ёки қумоқланиш тарелкаларида қумолоқланиш жараёни олиб борилади.

Унда ўлчами 9 – 16 мм бўлган хом окатишларни олиш учун роликли ғалвирларда хом окатишларни ажратиш ва танлаш олиб борилади.

Сўнг жипслаштирувчи ёки мустаҳкамловчи куйдириш жараёни кечади.

Мустаҳкамловчи куйдириш қуйидагиларни ўз ичига олади: қуриштириш, қиздириш, куйдириш ва хом окатишни совутиш.

Қуриштириш жараёни 260 - 300<sup>0</sup> С температурада амалга ошади, оксидловчи куйдириш эса 1000 – 1150<sup>0</sup> С температурада юз беради.

Кейинчалик совутиш жараёни амалга оширилади. Куйдирилган маҳсулот бункерга юкланади, кейин температура тенглаштирилади, сўнгра элаклаш бўлимига жўнатилади. Тайёр оксидланган окатиш металлшган окатиш олиш учун хомашё ҳисобланади.

Темирни тўғридан-тўғри қайтариш усуллари энг кўп тарқалган усуллардан бири бу Мидрекс технологияси (АҚШ) ҳисобланади унда 62,6 % ва Хилл технологияси (Мексика) унда 19,9 % темир тўғридан-тўғри қайтариб темирни олиш технологияси дунё бўйича саноатда ишлаб келмоқда.

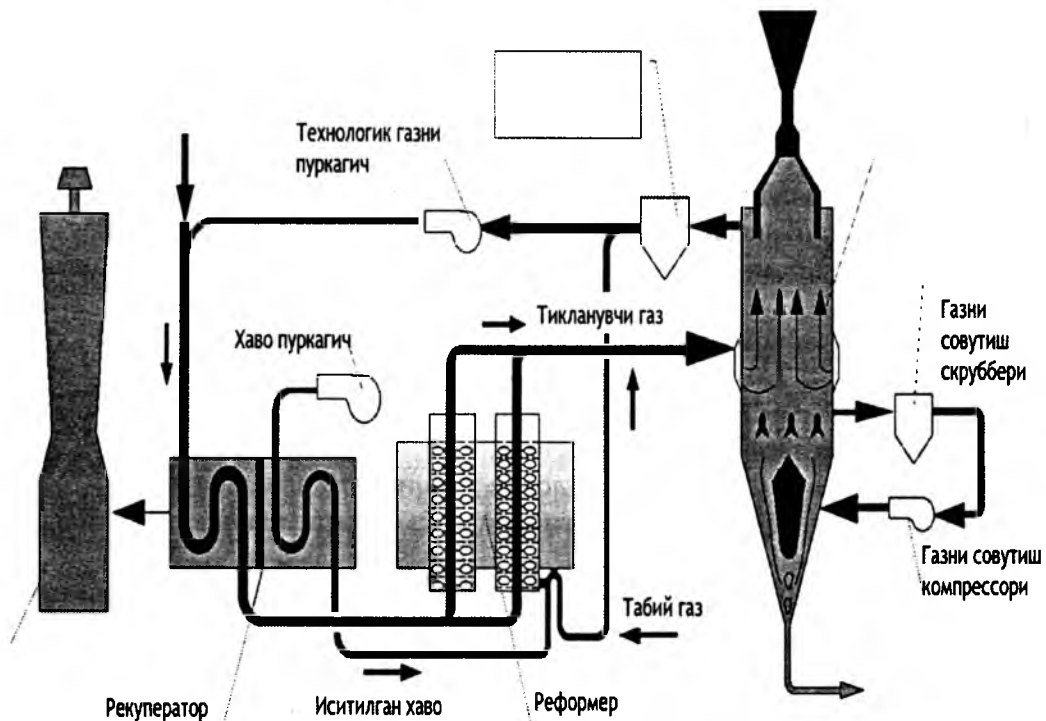
## Мидрекс технологияси

Тўғридан-тўғри қайтариш технологиясида Мидрекс юқори сифатли металлшган маҳсулотни узлуксиз олиш жараёни амалга оширилади. Олдиндан белгиланган чегараларни аниқлик билан назорат қилиш ҳолатида ҳам углеродни, қайтарилган темир таркибли тутган окатишларни ҳам. Ушбу жараён қайта ишлаш имконини беради.

Темир оксидларининг қайтарилиши шахта печларида амалга оширилади. Бошланғич материал юқоридан пастга юкланади ва ўз оғирлиги натижасида шахта бўйлаб пастга тушади, иссиқ қайтарувчи газ қарама-қарши оким билан пастдан юқорига қараб ҳаракат қилади. Оксидланган материал бутун қайтарилиш жараёни давомида қаттиқ ҳолатда қолади ва совутилганда металлшган маҳсулот сифатида чиқариб олинади.

Окатиш шаклидаги оксидланган материал ёки йирик бўлакчи руда шахта печининг қабул бункерига автоматик тарзда туширилади ва унинг миқдори бункернинг ўлчов ускунаси орқали назорат қилинади. Келаётган материал ўзининг оғирлиги билан печга тушади ва унинг тезлиги тайёр маҳсулот тезлиги билан аниқланади. Материалнинг шахта печидаги умумий вақти 10 соат атрофини ташкил этади.

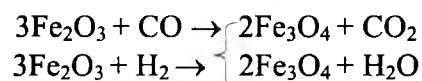
Қайноқ қайтарувчи газлар қарама-қарши окимининг ўзаро таъсирлашиши натижасида, келаётган материал тушишда қизиб темирғача қайтарилади. Бу печнинг қайтарилиш зонаси деб аталувчи юқори қисмида содир бўлади.

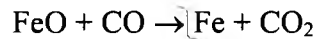
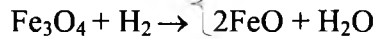
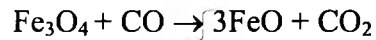


3.2- расм. «Мидрекс» жараёнининг технологик тасвири

Мидрекс қурилмаси иккита асосий қисмдан иборат:

Реформер, бунда табиий газни қайтарувчи газлар, водород ва углерод оксидига айланиши амалга оширилади. Қайтарилиш зонасида содир бўладиган асосий кимёвий реакциялар:

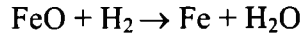




- Шахта печлари, оксидларни қайтарилиши амалга оширилади.

Курилмани доимий равишда узлуксиз ишлашига имкон берадиган қўшимча жиҳозлар ҳам мавжуд.

“Мидрекс” жараёнининг технологик схемаси 3.2-расмда келтирилган.



Қайтарилиш зонасининг конструкцияси қайтарилувчи металлнинг бир текис ҳаракатланишини ва газнинг бир текисда тақсимланишини таъминлайди, натижада, газдан фойдаланганда юқори эффективлигини беради. Мидрекс курилмаси 920 °С температурагача бўлган қайтарилиш температурасида ишлайди ва печдаги газнинг эффективлиги 95% гача қайтарилиши мумкин. Қайтарилиш температураси бошланғич темир рудаси материалининг турига боғлиқ бўлади.

Мидрекс тўғридан-тўғри қайтариш технологиясини юқори ишлатиб фойдаланиш ва энергетик самарадорлигининг асосий омиллари:

- а) таркибида қайтарувчи газ бўлган колошник газининг қайта айланиши;
- б) реформердан чиқадиган газнинг иссиқлигидан фойдаланиш.

Технологик схемада кўрсатилганидек, реформер шахта печини тикловчи газлар билан таъминлайди, кейин эса печдан колошник оқова газ бўлиб чиқиб кетади. Колошникдан чиқаётган оқова газ такрорий циклга келади, сўнг ишлатилмаган СО ва водородларни регенерациялаш мақсадида ишлатилади.

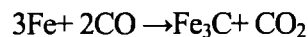
Колошник газни печдан 300-400 °С ҳароратда чиқади ва скрубберга тушади, у ерда тозаланади ва совутилади.

30 % атрофидаги тозаланган колошник газни реформер горелкалари учун ёқилғи сифатида қайта ишлатилади. Қолган 70% колошник газ табиий газ билан аралаштирилиб, технологик газ сифатида қайта айланади, сўнг рекуператорда олдиндан 450-540 °С температурагача қиздирилади. Кейин бу газ ёпик циклда қайта ўтказилиб, ҳам қиздирилади ва аралаштирилиб таркиби гомогенлашади. Шундай қилиб, 45% атрофида СО ва Н<sub>2</sub> қайтарилган газлар колошник газининг қайта айланишидан ҳосил бўлади ва фақат қайтарувчиларнинг 55% и табиий газ углеводородларининг парчалаш йўли билан яна қайта ишлаб чиқарилади.

Қайтарувчи газ шихтани тиклаш функциясидан ташқари, углеродлаш қувватига эга тайёр маҳсулотга углерод таркибни киритиш ва уни тўғирлаш учун қўлланилади.

Металлашган маҳсулотда углерод темир карбиди сифатида иштирок этади, яъни пўлат ишлаб чиқариш жараёнида электр ёй печида бундай кўринишда яхши ишлатилади.

Углеродли бирикма ҳосил қилиш реакцияси:



Печнинг пастки қисмида тикловчи маҳсулот 30-50 °С температурагача совутилади, лентали конвейерга юкланади ва сақлаш бункерига жўнатилади.

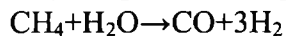
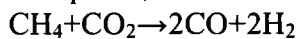
Қайноқ металлашган маҳсулотни тушириш янада самарали замонавий вариант ҳисобланади. Бунда 600-800 °С ҳароратдаги маҳсулот махсус футеровка орқали қопланган идишга юклатилади, улардан кейин қайноқ металлашган маҳсулот ёй печига суяқ холида куйилади.

Шахтали печидан ҳосил бўлган, эриган суюқ металлни қуйиб олишнинг яна бошқа усули мавжуд, унда электр пўлат эритиш цехининг футеровкаланган бункерига қайноқ, суюқ металлшган маҳсулотни пневмотранспортда махсус оловбардош коплама билан қопланган қувур орқали қуйиш кўзда тутилган. Бунда қайноқ металлшган маҳсулот юкланади. Ёйли печда узлуксиз равишда суюқ ҳолда эритилган қотишма олиш жараёни боради.

Электр печига 700°C ҳароратда металл шихтадан ташқари 15-95% миқдорда киздирилган металлшган маҳсулот юкланади, 20-140 кВт·соат/т пўлатга бўлган электрэнергияни солиштирма сарфини камайтиришга олиб келади ва ёйли печнинг 5-15% га самарадорлигини оширади, бу ўз ўрнида нархи қиммат бўлган электродларнинг ва ўтга чидамли печ материалларининг солиштирма сарфини камайтиради.

Қайтарилувчи тикловчи газни олиш жараёни реформерда 900°C температурада махсус қотишмали катализаторлар билан тўлдирилган қувурларда юз беради, метанни оксидлантирувчилар CO<sub>2</sub> ва H<sub>2</sub>O лар билан парчаланишини тезлаштиради. Ушбу технология ўзгарган газ таркибини аниқ назорат қилишни таъминлайди. Ўзгарган газ юқори концентрацияли тикловчи бирикмалар билан H<sub>2</sub>O буғсизлантириб ҳосил бўлади. Шунинг учун қайтарувчи газларни совутиш ва такрорий киздириш зарурияти бўлмайди.

Қайтарувчи газни олишнинг кимёвий реакцияси:



Реформер 80% колошник газидан ташкил топган, ёқилғи ва ёниш учун олдиндан киздирилган ҳаво орқали горелкалар ёрдамида киздирилади. 1100 °C ҳароратда реформердан чиқадиган мўри газларининг физик иссиқлиги, реформерда ҳавони ёниши учун ва технологик газнинг қиздирилиши учун ҳаво рекуператорларидан фойдаланилади. Бу жараёнда реформернинг иситиш системаси ва газ ўзгариш жараёнининг самарадорлиги юқоридир.

Мидрекс тикловчи печи 0,7-0,9 атмосфера ўртача босимида ишлайди, қайтарувчи газ печ системасида печнинг юқори ва пастки қисмида ўрнатилган газодинамик қурилмалар ёрдамида ишлайди.

Ёқилғи газлари ҳисобланадиган зичланган инерт газ реформернинг ёки азот (бор бўлса) зичланган колонкага юқори босим остида берилади. Шахтали печга юқоридан зичланган колонка орқали бериладиган темир рудали материал, зичланган газ босими оқимида қаршилик кўрсатади, ташқи атмосферага чиқиб кетиш хавфини етарлича муҳофаза қилади. Печнинг чиқариш тўйнуғи атмосферадан аналогик усул билан ички томони зичланиб қопланган.

Юқорида таърифланган Мидрекс зичланган шахтали печ қулайликлари (домна печи, Хилл III ва бошқалардан фарқли ўларок), тайёрлашдаги конструкцияси оддий, тез ейилувчи клапанлари ва бошқа ҳаракатланувчи қисмлари йўқ.

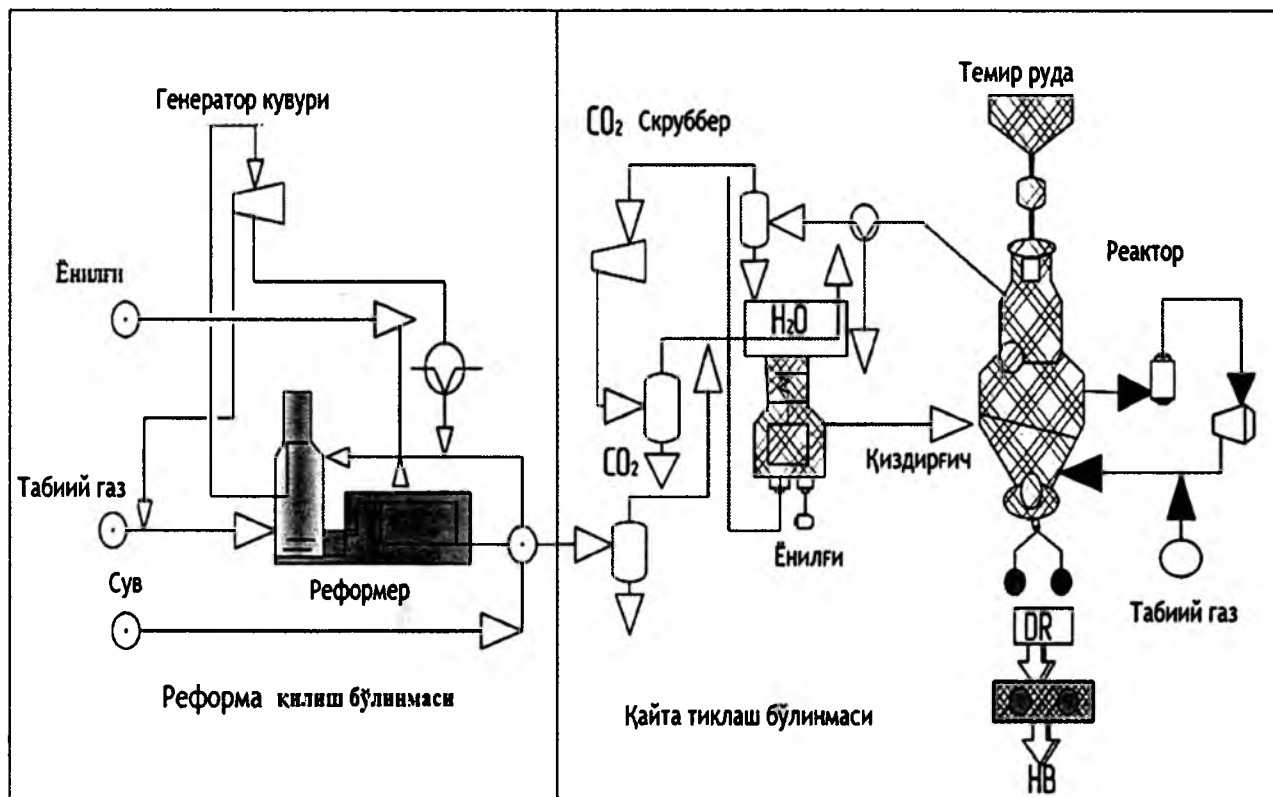
Мидрекс печи шахтасида доимий таъсир остида уч даражали таъминлагичлари мавжуд, у шихтани юмшатиб, уни йирик қуйиндиларини майдалаб, бир текисда кириши, айникса, қайтарилган газнинг юқори ҳароратда (850-900 °C температурадан юқори) ишлаши муҳим аҳамиятга эга. Доимий таъсир остидаги таъминлагичларнинг борлиги шихта сифатида темир рудаларига хос бўлган турли материалларни қўллаш имкониятини беради.

Тегишли конструкциясининг оддийлиги, яхши балансланган ва тез мослашувчан технологияси, «Мидрекс» қурилмасининг ҳақиқий унумдорилигининг ишончли ускунаси туфайли, лойиҳа қувватини оширади. Шунда Хилл III нинг рақобатчи ускуналари лойиҳа қувватига нисбатан паст унумдориликда ишлайди. 3.3 расмда Хилл III жараёни тасвири келтирилган.

Энергирон жараёни темир рудаларини реформерсиз қайтариш жараёнини ўтказишнинг имконини беради, табиий газни реформинглаш учун металллик темирни яхши катализатор сифатида ишлатилишидадир.

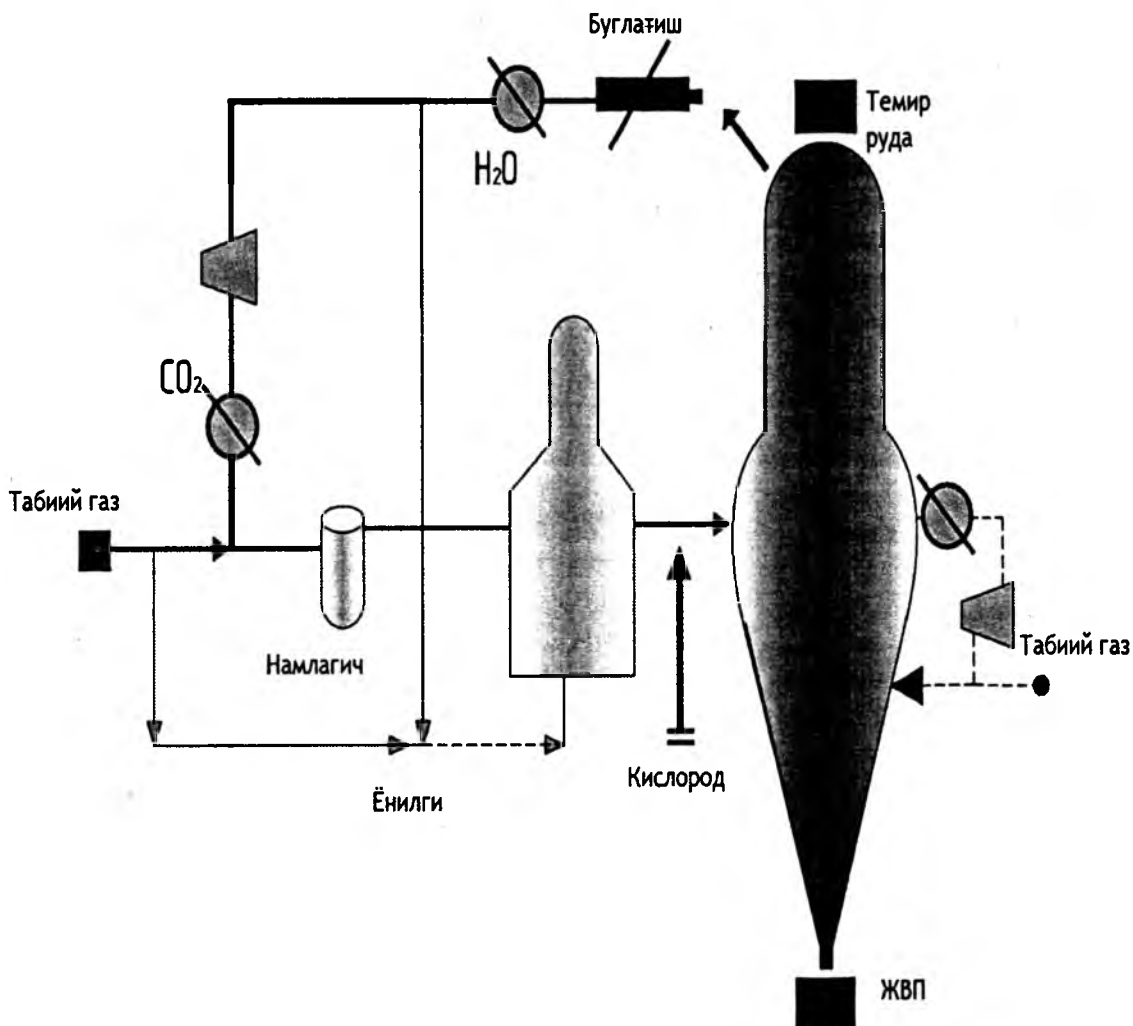
Реакторни тўғридан-тўғри қайтариш зонаси бир вақтнинг ўзида темир рудаларини тиклашда ва табиий газни реформинглашда фойдаланилади.

Бироқ Хилл Энергирон жараёни юкори ҳароратларда ( $>1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) боради, шунинг учун ҳам катта миқдорда кислород ( $50\text{ м}^3/\text{тн}$ ) сарф қилади ва тўғридан-тўғри тиклаш жараёнида окатишларни куйишини йўқотишга ҳам хизмат қилади. Натижада кўп миқдордаги пудра моддаларини ( $6\text{ кг/т}$ ) ишлатишга тўғри келади, яъни тўғридан-тўғри қайтариш жараёнида окатишларнинг бир-бирига ёпишиб қолмаслиги учун жараён тез кетади.



3.3- расм. Хилл III жараёни тасвири





3.4- расм. Хилл технологияси – ZR ёки Хил Энергирон

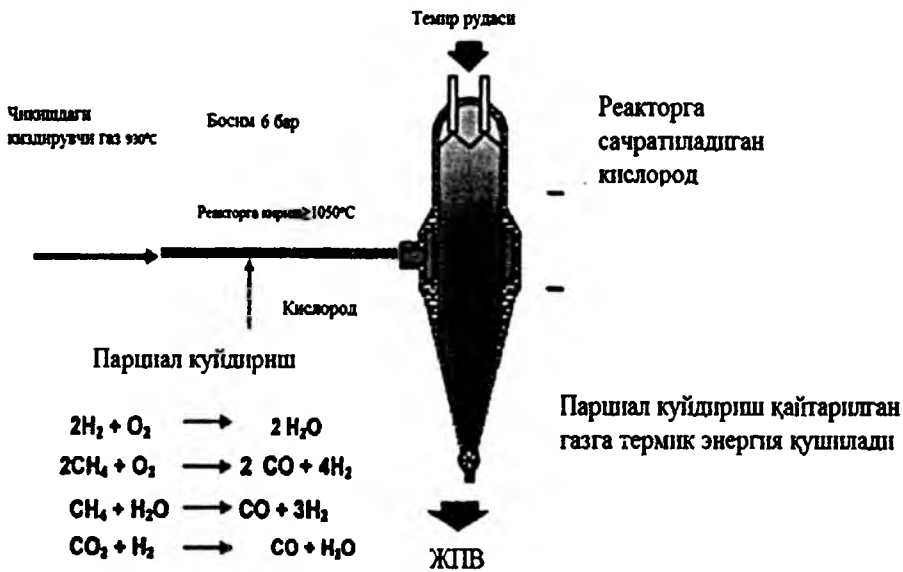
Энергирон жараёни куйидаги қулайликларни ўз ичига олади: қайтарувчи газнинг юқори температураси ( $>1050^{\circ}\text{C}$ ), парциал ёнишда ҳосил бўлади;

Реакторни қайтариш зонасининг пастки қисмида газнинг “жойида (ўрнида)” реформерланиши;

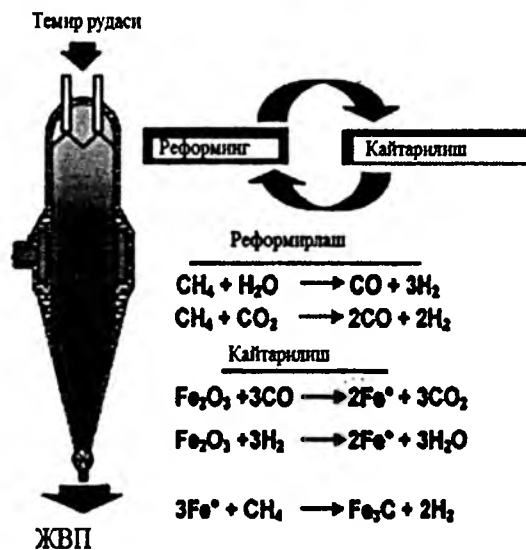
Қайтарувчи газ таркибини бошқариш, “Қайтарилиш маҳсулотлари” ни  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  бирикмаларнинг ҳисобига олинади. Темирни тўғридан-тўғри қайтариш жараёнлари куйидагича:

Темирни тўғридан-тўғри қайтариш жараёни қора металлургияда домна жараёнини ўрнини босадиган жараён ҳисобланади. Уларни куйидаги усул билан таснифлаш мумкин:

Қаттиқ фаза қайтариш жараёни. Қаттиқ фаза қайтариш жараёнлари орасида охириги маҳсулоти ҳисобланган металл окатишлар ажратиб олинади.



### Табиий газни реформирлаш



3.5- расм. Энергирон жараёни афзалликлари

Жараён икки зонада (кайтариш зонаси ва совитиш зонаси), яъни табиий газни конверсиялашда (кайтарувчи газни тайёрлаш ва олиш) шахтали печларда ва реформаларда амалга оширилади.

Печнинг ўзида оксидланган окатишларни реформердан олинган кайтарувчи газ билан кайтарилиш жараёни ҳосил бўлади (бойитишдан ва кумоқлашдан кейин).

Кайтарувчи газ, окатишлар қатламидан қарама-қарши оқим билан ўтиб, таркибидаги темир оксидларини тиклаб, сўнг тайёр металл окатишларни совитиш ва тозалаш зонасига,

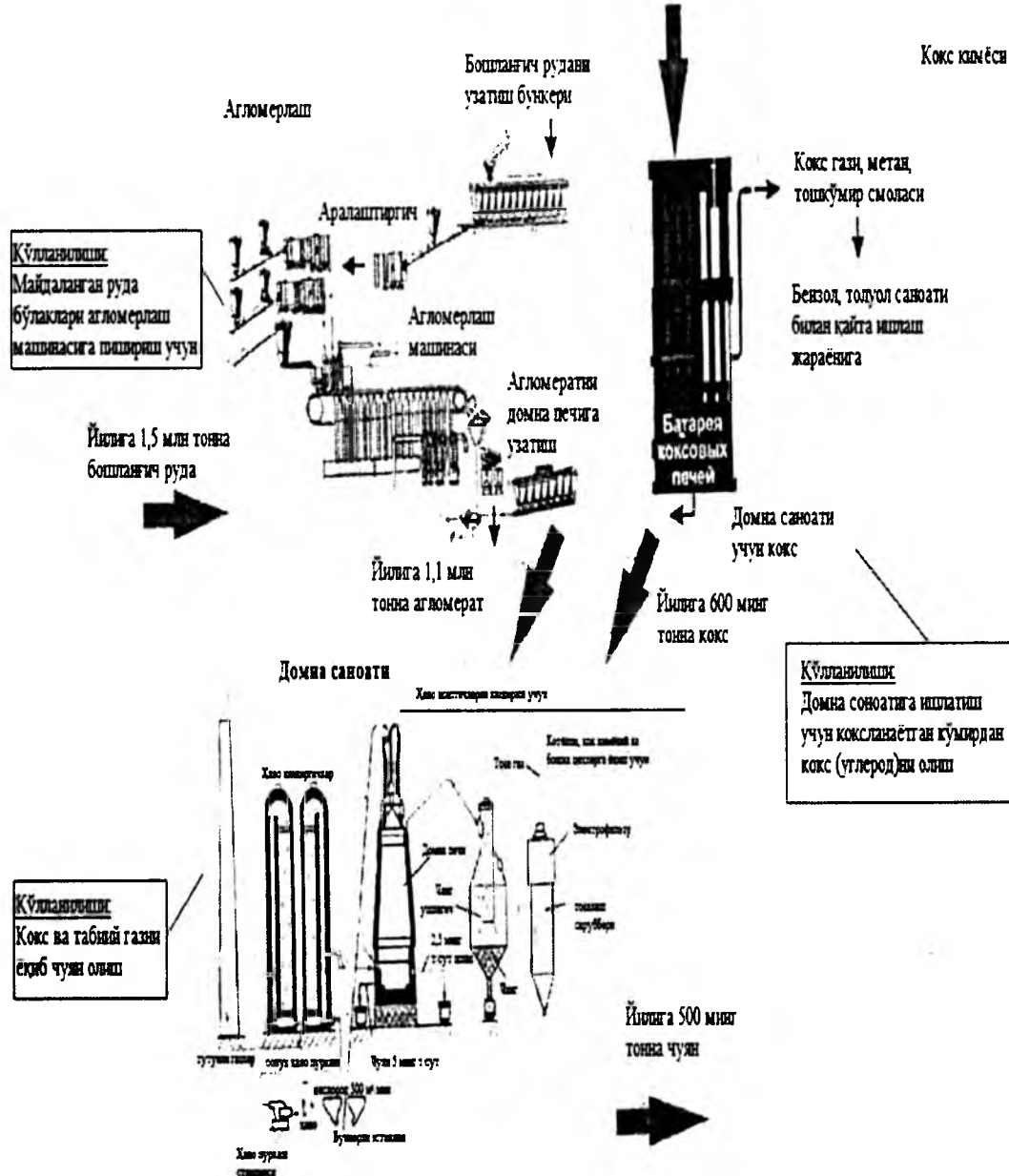
ZR қурилма сири шундан иборатки, жараёнлар параметри оддий, осон бошқариладиган ва бир меъёردа ишлашидадир.

ZR жараёни курилмаси параметрлари хизмат баҳоси паст, чунки катализатор ва юқори температура жиҳозлари – стандарт газ иситгичлар ўрнатилмайди.

Ишлаш шароити бўйича Энергирон ускунаси компрессори центрифугаларни стандарт турлари ҳисобланади. кейин сақлаш ва ишлатиш учун махсус бункерларга бўшатилади.

### Суяқ фазали қайтариш жараёни

Суяқ фазали қайтариш жараёнида охирги маҳсулот бўлиб чўян ажралади. Бу узлуксиз, бир мартали турли темир таркибли хом-ашё ва чиқиндидан, дефицитсиз ва арзон маркали коксланмаган кўмирларни қўллаган ҳолда (темир рудалари, бойитмалари, комплекс материаллар, чанг, шламлар ва шлаклар) чўян олиш жараёнидир.



Темир таркиоли материаллар, флюс олдиндан аралаштирилмасдан конвейер орқали тегишли 3.6- расм. Домна печиларида чўян ишлаб чиқариш тасвири

бункерларга юкланади. Эритилган шлак ваннасига, шлак қатлами орасига унинг остидан, ён фурмалар орқали кислород-ҳаво пуркалади. Темир таркибли материаллар кўмирли шлак қатламида қайтарилади. Қайтаришда олинадиган темир металл томчилари кўринишида углеродлиниб печ остки қисмига чўкади.

Металл ва шлакни алоҳида ажратиб чиқариш учун металл ва шлак чиқариш туйнуклари мавжуд бўлиб, у футеровкаланган чўктириш камералари орқали амалга оширилади. Бундай тизим эриган маҳсулотларни узлуксиз чиқаришни таъминлайди (юқори иш унумдорликда). Паст иш унумдорликда олинган маҳсулотларни печдан чиқариш даврий бўлиши мумкин.

**27. КОБАЛЬТ** (нем. Kobold домовый, гном; лот. Cobaltum) Co, кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 27, атом массаси 58,9332. Табиатдаги Co иккита изотопи мавжуд  $^{59}\text{Co}$  (99,83%) ва  $^{57}\text{Co}$  (0,17%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ .

1735 йилда швед минерологи Георг Брандт авваллари умуман номаълум бўлган металлни минерал таркибидан олишга эришди ва уни кобальт деб номлади. У бундан ташқари шу элемент бирикмалари шишани кўк ранга бўяшини – бу хоссаси билан қадимги Оссурия ва Вавилонда фойдаланилганлигини аниқлади.

**Табиатда тарқалиши.** Кобальтнинг ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $4 \cdot 10^{-3} \%$  ни ташкил этади.

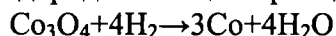
**Физикавий хоссалари.** Кобальт кумушсимон-ок, ним-сарғиш металл.  $T_{\text{суюк}}=1494^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қай}}=2957^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $8,90 \text{ г/см}^3$ .

Кобальт – қаттиқ металл, иккита модификацияда мавжуд. Хона температурасидан  $427^\circ\text{C}$  гача  $\alpha$ -модификацияси барқарор.  $427^\circ\text{C}$  дан суюқланиш температурасига қадар ( $1494^\circ\text{C}$ ) кобальтнинг  $\beta$ -модификацияси (қирра ёқлари марказлашган кубсимон панжарали) барқарордир. Кобальт Кюри нуқтаси  $1121^\circ\text{C}$  да ферромагнит хоссасини намоён қилади. Кобальт гекс.( $\alpha$ ) ёки кб. ( $\beta$ );  $c_p=0,421^{25}$ ;  $0,442^{15-100}$ ;  $C_p^0=24,81$ ;  $S^0=30,04$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}}=15,5$ ;  $\rho=0,1^{1313}$ ;  $1^{1471}$ ;  $10^{1677}$ ;  $100^{1940}$ ;

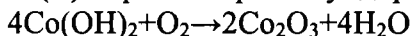
**Кимёвий хоссалари.** Кобальт хона ҳароратида ҳавода барқарор.  $300^\circ\text{C}$  температурадан юқорида юпка оксид қавати билан копланади. Кобальт ҳавода  $300^\circ\text{C}$  температурада оксидланади.

Кобальт оксиди мураккаб таркибли  $\text{Co}_3\text{O}_4$  оксидни намоён қилади, кристалл тузилиши шпинелли кўринишга эга бўлиб, унда кристалл панжара тугунларининг бирида  $\text{Co}^{2+}$  ионлари, бошқасида  $\text{Co}^{3+}$  ионлари жойлашган ва у бирикма  $900^\circ\text{C}$  дан юқори температурада  $\text{CoO}$  ҳосил қилиб парчаланади.

Кобальтнинг барча оксидлари водород билан қайтарилади:



Кобальт (III) оксидини кобальт (II) бирикмаларини куйдириб олиш мумкин, масалан,



Қиздирилганда кобальт галогенлар билан таъсирлашади, бунда кобальт (III) бирикмалари фақатгина фтор ( $\text{CoF}_3$ ,  $\text{CoF}_2$ ) билан бирикмалар ҳосил қилади.

Олтингургурт кобальт билан 2 хил модификациядаги  $\text{CoS}$  ни – кумушсимон кулранг  $\alpha$ -формани (кукунлар эриб суюқлантирганда) ва қора  $\beta$ -формани (эритмалардан чўкмага тушганда) ҳосил қилади.



Георг Брандт  
(1694-1768)

CoS водород сульфид атмосферасида киздирилганда мураккаб сульфид  $Co_9S_8$  ҳосил қилади. У бошқа оксидловчи элементлар углерод, фосфор, азот, селен, кремний, бор кабилар билан кобальт аралашма ҳисобланадиган, мураккаб таркибли бирикмалар ҳосил қилади, бу ерда кобальт 1, 2, 3 оксидланиш даражасида бўлади. Кобальт водород билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилмасдан эритишга қодир. Лекин билвосита усуллар билан иккита  $CoH_2$  ва  $CoH$  кобальт гидридлари синтез қилинган. Кобальт тузлари  $CoSO_4$ ,  $CoCl_2$ ,  $Co(NO_3)_2$  эритмаси кучсиз пушти рангли эритма ҳолида бўлади. Кобальт тузларининг спиртдаги эритмалари қўнғир қўқ рангли бўлади. Кобальтнинг кўп тузлари эримайди.

Кобальт комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Кўп ҳолларда аммиакли комплекс бирикмалари фанда маълум.

Нисбатан барқарор комплекслари (лутеотузлари) (лутеосоли)  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$  сарик рангли ва розеотузлари (розеосоли)  $[Co(NH_3)_5H_2O]^{3+}$  қизил ёки пушти рангли ҳисобланади.

Кобальт сув, ишқорлар эритмаси билан таъсирлашмайди, суюлтирилган кислоталар билан секин-аста таъсирлашади. Конц.  $HNO_3$  кобальтни пасивлаштиради. Кобальт секин-аста  $N_2$  ни эритиб, қаттиқ эритмани ҳосил қилади. У  $NH_3$  билан таъсирлашганда  $250-300^\circ C$  температурада  $Co_3N$  ва  $380-500^\circ C$  температурада  $Co_2N$  таркибли нитридларни ҳосил қилади.

**Минераллари.** Кобальтнинг 30 дан ортиқ минераллари маълум бўлиб, улардан муҳимлари каролит  $CuCo_2S_4$ , линнеит  $Co_3S_4$ , кобальтин  $CoAsS$ , скуттерудит  $CoAs_3$ , шмальтин  $CoAs_2$ , асболан  $Co_3O_4 \cdot mMnO \cdot nH_2O$ , эритрин  $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ , сферо-кобальтит  $CoCo_3$  ҳисобланади. Унинг йўлдошлари Ni, Fe, Cu, Mn саналади.

**Қотишмалари.** Кобальтнинг темир ва никел билан қотишмалари маълум. Кобальтнинг темир билан қотишмаси 49 % Co ва 1 ёки 2% V таркибида бўлади. Кобальтнинг (50-65% Co) темир билан қотишмаси, юқори энергияли ультратовуш қурилмаларида, магнит ўтказгичлар тайёрлашда, босим ўлчовчи (датчиклар) тайёрлашда қўлланилади.

Fe-Co-Ni қотишмаси (23-25% Co, 46-48% Ni) трансформаторларга ўзақлар, доимий индуктивлик ғалтақлари тайёрлашда қўлланилади.

Fe-Ni-Al-Co, Fe-Co-Mo, Fe-Co-V (5-50% Co) қотишмалари электродвигателларда ротор, магнитли ойналар, доимий магнитланувчи системалар тайёрлашда ишлатилади. Ноёб ер элементлари (НЕЭ) лари билан қотишмалари, масалан,  $SmCo_5$ ,  $PrCo_5$ ,  $NdCo_5$  – асбобсозликда кенг ишлатилади.

Доимий магнитлар тайёрлашда 52% Co, 5-14% V ёки Cr таркибли қотишмалар ишлатилади. Юқори мустаҳкамликдаги қотишмалар, одатда, 20-40% Co, 20% Ni, 20% Cr ва Mo, W Ti кўшимчаларидан иборат бўлади. Виталлиум- (62-65% Co, 28% Cr, 3% Ni ва 4% Mo) қотишмаси қуйма ҳолатида  $800-850^\circ C$  температурагача мустаҳкамлигини сақлаб, коррозияга учрамайди.

Стеллит (50% Co, 13% Ni, 25% Cr, 6% Mo, 8% W, 0,4% C) типидagi қотишма кесувчи асбоблар учун эритилиб устини қопловчи (наплавка) сифатида ишлатилади.

**Олиниши.** Кобальт таркибли рудалар (ёки бойитмалар)  $H_2SO_4$  иштирокида гидрометаллургик қайта ишланади, ёки дастлаб аммиак эритмаси билан қайта ишланади. Гидрометаллургия усулида оралик маҳсулот сифатида сульфидли ёки металл қотишмаси кобальтга бой маҳсулот ҳосил бўлади ва сўнгра у эритмага ўтказилади ва яна қайта гидрометаллургия усули билан қайта ишланади. Кобальт бошқа кўшимча элементлардан фракцион оксидлаш, гидролитик чўктириш, цементация ва экстракция усуллари ёрдамда ажратиб олинади. Кобальт ва никелни ажратиб олиш учун одатда ишқорий муҳитда  $NaClO$  ёки  $Cl_2$  ёки бошқа оксидловчилар ёрдамида чўктирилади.

Металл ҳолидаги кобальт  $Co(OH)_3$  куйдириш жараёнида ҳосил бўладиган  $Co_3O_4$  ни

эритиб қайтариш усули;  $\text{CoSO}_4$  ёки  $\text{CoCl}_2$  эритмасини электролиз қилиш усули; аммиакли эритмаларидан босим остида водород билан қайтариш усуллари орқали олинади.

**Ишлатилиши.** Кобальт билан легирилган пўлатларнинг иссиққа бардошлилиги ошади, механик хоссалари яхшиланади. Қотишмалардан кобальтдан кўплаб қайта ишланадиган асбоблар олинади: пармаловчи, кесувчи ва бошқа асбобларнинг мустаҳкам қисми.

Кобальт қотишмаларини магнитли хоссалари юқори бўлганлиги учун магнит ёзув аппаратларида, ҳамда электромотор ва трансформатор ўзакларида кенг қўлланилади.

Кобальт кимёвий реакцияларда катализатор сифатида қўлланилади. Литий кобальтати юқори эффектив мусбат электрод сифатида куйма аккумуляторлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Кобальт силициди ажойиб термоэлектрик материал бўлиб, у юқори ФИК га эга термоэлектрогенераторлар ишлаб чиқариш имконини беради.

Радиофаол кобальт-60 (ярим емирилиш даври 5,271 йил) гамма-дефектоскопия ва тиббиётда қўлланилади.  $^{60}\text{Co}$  радиоизотопи энергия манбаларида ёқилги сифатида ишлатилади. Кобальт қотишмаларга компонент сифатида ишлатилади. Кобальт бирикмалари – катализаторлар, пигментлар, шишалар ва керамика компоненти, микроўғитлар, ҳайвонлар учун озиқ сифатида қўлланилади. Кобальт витамин  $\text{B}_{12}$  таркибига киради. Радиофаолизотопи  $^{60}\text{Co}$  ( $T_{1/2} = 5,27$  йил) -  $\gamma$ - нурлар манбаи саналади.

**28. НИКЕЛЬ** (нем. Nickel – “тоғ жинс рухи”, лот. Niccolum) Ni – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 28, атом массаси 58,69. Табиатда



Жозеф Луи Пруст  
(1754-1826)

никелнинг бешта изотопи мавжуд:  $^{58}\text{Ni}$ (67,88%),  $^{60}\text{Ni}$ (26,23%),  $^{61}\text{Ni}$ (1,19%),  $^{62}\text{Ni}$ (3,66%) ва  $^{64}\text{Ni}$ (1,04%).  
Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ .

1751 й. швед А.Кронштадт элементни очиб, уни никель деб номлаган. XIX аср бошларида француз кимёгарлари Ж.Л.Пруст ва Л.Ж.Тенар соф тоза никель олдилар ва унинг магнитли хоссаларини аниқлади.



Луи Тенер  
(1777-1857)

**Табиатда тарқалиши.** Никель табиатда нисбатан кенг тарқалган унинг ер қобиғидаги масса бўйича миқдори 0,01 % масс.

Ер қобиғида бирикмалар кўринишида, фақатгина темирли метеоритларда эркин ҳолатдаги никель (8% гача) учрайди. У кислотали жинсларга нисбатан ультраасослик жинсларда 200 марта юқори (1,2 кг/т ва 8 г/т). Ультраасосли жинсларда никелнинг кўп миқдори 0,13 – 0,41 % гача Ni таркибли соливинлар билан боғлиқ. У изоморф ҳолда темир ва магнийнинг ўрнини эгаллаши мумкин. Никелнинг оз миқдори сульфидлар кўринишида бўлади. Никель сидерофиль ва халькофиль хоссаларни намоён қилади. Магмада олтингугуртнинг миқдори мўл бўлганда никелнинг сульфидлари мис, кобальт, темир ва платиноидлар билан биргаликда ҳосил бўлади. Гидротермаль жараёнда кобальт билан биргаликда маргимуш ва олтингугурт, айрим ҳолатларда висмут, уран ва кумуш билан юқори концентрацияли никель арсенидлари ва сульфидлари ҳосил бўлади. Никель, одатда, сульфидли ва маргимуш таркибли мисли никел рудалари таркибида учрайди.

- никелин (қизил никелли колчедан, купферникель)  $\text{NiAs}$ ,
- хлоантит (Оқ никелли колчедан)  $(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe})\text{As}_2$ ,
- гарниерит  $(\text{Mg}, \text{Ni})_6(\text{Si}_4\text{O}_{11})(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ва бошқа силикатлар,
- магнитли колчедан  $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cu})\text{S}$ ,
- маргимуш-никелли ялтироғи (герсдорфит)  $\text{NiAsS}$ ,

-пентландит  $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$ .

Ўсимликларда никелнинг оғирлик бўйича ўртача миқдори –  $5 \cdot 10^{-5}\%$ , денгиз ҳайвонларида –  $1,6 \cdot 10^{-4}$ , тупрокда –  $1 \cdot 10^{-6}$ , одам организмида –  $1 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ . Никелнинг организмларда учраши ҳақида етарлича маълумотлар маълум. Масалан, унинг кон таркибидаги миқдори инсон ёшига қараб ўзгариши, ҳайвон организмида никелнинг миқдори юқори эканлиги ва ниҳоят атроф-муҳитдагига нисбатан никелнинг миқдори минг ва ҳатто юз минг марта юқори бўлган никелли “концентраторлар” ўсимлик ва микроорганизмларда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Никель – кумушсимон – оқ рангли металл, ҳавода рангини ўзгартирмайди. Кубсимон кирралари марказлашган даврий панжарага эгадир.  $a = 0,35238$  нм, фазовий гуруҳи  $Fm\bar{3}m$ . Тоза ҳолатда пластиклик хоссага эга ва босим билан ишлашга мойилдир.  $358^\circ\text{C}$  Кюри нуктасида ферромагнит хоссасини намоён қилади.  $t_{\text{суюк}} = 1453^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 2730\text{--}2915^\circ\text{C}$ , зичлиги  $8,90$  г/см<sup>3</sup>. Тоза никель – пластик металл, совук ва қайноқ ҳолатда яхши ишланади, прокатлашга, чўзилишга, болғалашга мойил.

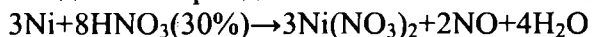
Солиштирама электрик қаршилиги  $0,0684$  мк Ом·м; чизикли иссиқлик кенгайиши коэффициентини  $0^\circ\text{C}$  ҳароратда  $\alpha = 13,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ; ҳажмли иссиқлик кенгайиши коэффициентини  $\beta = 38\text{--}39 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ; эластиклик модули  $196\text{--}210$  ГПа.

**Кимёвий хоссалари.** Никель кимёвий жиҳатдан фаоллиги юқори эмас. Одатдаги температурада, никель ҳавода никель оксиди кўринишидаги юпқа ҳимоя қавати билан қопланади. Сув ва ҳаводаги намлик билан таъсирлашмайди. Қиздирилганда никель юзасининг оксидланиши  $\sim 800^\circ\text{C}$  температурада бошланади. Хлорид, сульфат, фосфат, фторид кислоталари билан жуда секин таъсирлашади. Деярли унга сирка ва бошқа органик кислоталар асосан ҳаво йўқлигида таъсир қилмайди. Суюлтирилган  $\text{HNO}_3$ , концентранган  $\text{HNO}_3$ да яхши эриб эритмага ўтади ва фаоллиги сўнади. Ишқорий металлларнинг карбонатлари ва ишқорий эритмалари ва суюқланмалари ҳамда суюқ  $\text{NH}_3$  никелга таъсир этади.  $\text{NH}_3$  сувли эритмаси ҳаво иштирокида никелни коррозияга учратади. Никел водородни ютади ва у билан қаттиқ эритмаларни ҳосил қилади.  $\text{NiH}_3$  гидридлари ( $0^\circ\text{C}$ дан паст ҳароратда барқарор) ва нисбатан барқарор  $\text{NiH}$  гидриди билвосита йўл билан олинади. Азот никель билан  $1400^\circ\text{C}$  га қадар деярли ютилмайди,  $450^\circ\text{C}$  температурада  $\text{N}_2$  металлдаги эрувчанлиги  $0,07\%$  ташкил этади, холос. Никель  $\text{NH}_3$  билан таъсирлашмайди,  $300\text{--}450^\circ$  да дисперс  $\text{C Ni}_3\text{N}$  ни ҳосил қилади. Суюқланган никель ўзида углеродни эритиб,  $\text{Ni}_3\text{C}$  ҳосил қилади, суюқ эритманинг кристалланишида графитни ажратиб парчалайди. Селен буглари билан никель селенидлар ҳосил қилади:  $\text{NiSe}$ ,  $\text{Ni}_3\text{Se}_2$  ва  $\text{NiSe}_2$ ,  $\text{Ni}_6\text{Se}_5$  ва  $\text{Ni}_{21}\text{Se}_{20}$ . Никелнинг теллур билан эришида теллуридлар олинади:  $\text{NiTe}$  ва  $\text{NiTe}_2$ . Фосфор буглари билан никель фосфидлар ҳосил қилади:  $\text{Ni}_5\text{P}_2$  ва  $\text{Ni}_2\text{P}$ ,  $\text{Ni}_3\text{P}$ . Никель As ва Sb билан бирга эриб қотишма ҳосил қилади.

Никель учун  $\text{Ni}$  (II) оксидланиш ҳолати нисбатан барқарор ҳисобланади.

Никель +1, +2, +3 ва +4 оксидланиш даражали бирикмалар ҳосил қилади. Бунда никель бирикмаларининг +4 оксидланиш даражалилари камёб ва барқарор эмас.  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  оксиди кучли оксидловчи ҳисобланади.

Никель юқори коррозия барқарорлиги билан характерланади – ҳавода, сувда, ишқорда, қатор кислоталарда барқарордир. Кимёвий барқарорлиги унинг сустлашуви билан, яъни ҳимоя қилувчи унинг юзасида оксид пардаси ҳосил қилиши билан боғлиқ. Никель суюлтирилган нитрат кислотасида яхши эрийди:



ва қайноқ концентранган сульфат кислотасида:



Хлорид ва сульфат кислоталар билан реакция секин кечади. Концентрланган нитрат кислотаси никелни сустлаштиради, бироқ киздирилганда реакция барибир амалга ошади (азот қайтарилишининг асосий маҳсулоти –  $\text{NO}_2$ ).

Углерод оксиди  $\text{CO}$  билан никель осонгина учувчан ва жуда захарли карбонилни  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  ҳосил қилади. Майда дисперсланган никель кукуни пирофор ҳисобланади, яъни у ҳавода ўз-ўзидан алангланади.

Никель фақатгина кукун кўринишида ёнади ва иккита оксидни  $\text{NiO}$  ва  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ , кейинчалик тегишли равишда иккита гидроксидни  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  ва  $\text{Ni}(\text{OH})_3$  ҳосил қилади. Никелнинг энг муҳим эрувчан тузлари – ацетат, хлорид, нитрат ва сульфатдир. Тузларининг сувли эритмалари одатда, яшил рангда бўлади, сувсизлари эса сариқ ёки жигар-сариқ рангда бўлади. Эримайдиган тузларига оксалат ва фосфат (яшил), учта сульфид:  $\text{NiS}$  (қора),  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  (сариқ-буғдой ранг) ва  $\text{Ni}_3\text{S}_4$  (кумушсимон-оқ) киради. Никель бундан ташқари кўплаб координацион ва комплекс бирикмаларни ҳосил қилади. Масалан, никель диметилглиоксимати  $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2)_2$ , кислотали муҳитда аниқ қизил ранг берувчи, қайсики никельни аниқлашда сифатий таҳлили сифатида қўлланилади.

**Минераллари.** Никельнинг 50 га яқин минераллари маълумдир, улардан энг муҳимлари: пентландит  $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$ , миллерит  $\text{NiS}$ , гарниерит  $(\text{Ni},\text{Mg})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ревинскит (непуит)  $(\text{Ni},\text{Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , никелин  $\text{NiAs}$ , аннабергит  $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

**Қотишмалари.** Никель кўплаб асосий супер қотишмаларнинг асоси ҳисобланади, иссиқликка бардошли материаллар, аэрокосмик саноатда ишлатиладиган кучли қурилмаларининг деталларини тайёрлашда ишлатилади.

– металл (65 - 67 %  $\text{Ni}$  + 30 - 32 %  $\text{Cu}$  + 1 %  $\text{Mn}$ ) қотишма, 500°C иссиқликка чидамли, ўта коррозия-барқарор;

– оқ олтин (масалан, 585 проба таркибида 58,5 % олтин ва қотишма кумуш ва никелдан (ёки палладийдан) таркиб топган;

– нихром, никельнинг хром (60 %  $\text{Ni}$  + 40 %  $\text{Cr}$ ) билан қотишмаси

– инвар (65 %  $\text{Fe}$  + 35 %  $\text{Ni}$ ), киздирилганда деярли чўзилмайди;

Бундан ташқари, никель қотишмаларига никелли ва хромникелли пўлатлар, нейзилбер ва турли константана, никелин ва манганин кўринишидаги қаршилик қотишмалари, ҳамда никелли зангламайдиган пўлатлар учун компонент сифатида ишлатилади.

**Олиниши.** Силикат оксидли маъданлар учун баъзида қайтарувчанли суюқланма билан ферроникел олинади, баъзида олтингугурт таркибли кўшимчалар ( $\text{FeS}_2$   $\text{CaSO}_4$ ) штейнда эритилади. Олинган штейн темирни йўқотиш учун конвертордан ҳаво ёрдамида пуркаланади, сўнгра олинган маҳсулот совутилиб, майдаланади, сўнг куйдирилади, ҳосил бўлган  $\text{NiO}$  дан қайтарилган металлсимон никель олинади. Таркибида никел сульфидлари бор рудалар аввалига майдаланиб бойитилади ва никелли концентратлар олинади. Кейин штейн ҳосил қилиш учун печда эритилади. Ҳосил бўлган штейн конвейерда ҳаво ёрдамида пуркаланади. Мис – никелли штейн аста-секин совутилиб, кейин флотация усули билан бойитилиб, концентрат  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  мисли бирикмадан ажратилади. Ундан сўнг бойитма юқори ҳароратда куйдирилиб, сўнг қайтарилиш жараёни туфайли никелга тикланади.

Оксидланган никелли рудаларни гидрометаллургия усулида қайта ишлаш йўллари билан бири генератор гази ёки водород, азот аралашмаси билан танлаб эритилади. Эритмадан  $\text{Co}$  аммоний сульфид билан тозаланиб, ажратиб олинади. Эритмани парчалаш мобайнида  $\text{NH}_3$  ни ҳайдалиб, учади, гидроксокарбонат эса чўктирилади, ёки қаттиқ киздирилади ва  $\text{NiO}$  дан қайтарувчи эритмадан суюқланмадан никель олинади ёки қайтадан  $\text{NH}_3$  эритмасида



эритилади ва  $\text{NH}_3$  ни ҳайдаб водород билан қайтариб пульпадан никель олинади. Бошқа усуллар ҳам мавжуд, шулардан бири – автоклавда сульфат кислота билан оксидлаб, руда ишқорланади. Ҳосил бўлган эритма нокерак тоғ жинсларидан тозаланади ва нейтралл муҳитда никел водород сульфид билан босим остида чўктирилади, олинган концентрат  $\text{NiS}$  юқорида қайд этилган технологияга ўхшаш, яъни штейнга ўхшатиб қайта ишланади.

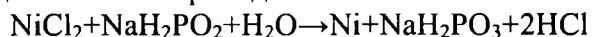
Сульфидли никелли материаллар (концентратлар, штейнлар) ни гидрометаллургия усулида қайта ишлаш автоклавда  $\text{NH}_3$  эритмаси (Со кам миқдорда бўлганда) ёки  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эритмаси билан юқори босимда танлаб эритилади. Аммиакли эритмадан  $\text{CuS}$  ажратилгандан сўнг никелни босим остида водород билан қайтарилади. Аммиакли эритмадан  $\text{Ni}$ ,  $\text{Co}$  ва  $\text{Cu}$  ни ажратиш учун реакцияни тезлатувчи экстрагентдан фойдаланиб, экстракция усули ҳам қўлланилади.

Автоклавда оксидланишли танлаб эритишда сульфатли эритмалар олинади, худди бойитилган материаллар (штейн) каби ишлатилиб, никел ва бошқа металлларни эритмага ўтказади. Шунингдек, ушбу жараёнда пирротинли  $\text{Fe}_7\text{S}_8$  концентратлар ҳам олинади. Никелни рафинация (тозалаш) қилиш учун сульфатли, сульфат – хлоридли эритмаларда электролиз усули қўлланилади ва электролитдаги  $\text{Cu}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Zn}$  кимёвий элементлардан тозаланади. Соф никелни яна (кукун каби бўлакча кўринишида) карбонилни термик парчалаб олинади.

**Ишлатилиши.** Асосан никелни легирловчи пўлатлар, иссиқликка бардошли, юқори қаттиқликдаги, магнетик, коррозион барқарор ва бошқа қотишмаларда компонент сифатида ишлатилади.

Никеллаш – металл буюмлар сиртига уларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун юзасига 1 мкм дан 20 – 30 дан ортиқ мкм гача қалинликда никель билан қоплашдир. Никеллаш асосан гальваник усулда никель (II) сульфат, натрий хлорид, бор гидроксид, сирт фаол моддалар ва эрувчан никелли анод электролитлари ишлатилади. Юзадаги ярқирашнинг сақланишини кейинги хромлаш орқали (хром қаватининг қалинлиги – 0,3 мкм) амалга оширилади.

Токсиз никеллаш никель (II) хлорид ва натрий гипофосфит аралашмасида натрий цитрат эритмаси иштирокида амалга оширилади:



Жараён рН 4-6 ва  $95^\circ\text{C}$  температурада олиб борилади.

Никел бирикмаси темир-никелли, никель-кадмийли, никель-рухли, никель-водородли аккумуляторларни ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Кўплаб кимё-технологик жараёнларда Рений-никелли бирикмалар катализатор сифатида ишлатилади.

$\beta$ -заррачаларни ажратувчи  $^{63}\text{Ni}$  нуклени (мураккаб бирикмаси), 100,1 йил ярим емирилиш даврига эга ва крайтронларда ишлатилади ҳамда газли хроматографияда электрон тутиш детекторлари бўлиб ишлатилади.

Тиббиётда брекет-системалар (титан никелиди) ва протезлашда ишлатилади.

Никель кўп давлатларда танга ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. АҚШда 5 центга тенг қийматдаги танга «никель» деб номланадиган номга эгадир.

Бундан ташқари никель мусиқа асбобларини торларини тайёрлашда ишлатилади.

**29. МИС** (лот. *Cuprum* – Кипр оролининг номидан)  $\text{Cu}$ , кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи,  $\text{Cu}$  (лот. *Cuprum*), тартиб рақами 29, атом массаси 63,546. Табиатдаги мис иккита барқарор изотопнинг аралашмасидан иборат  $^{63}\text{Cu}$  (69,09%) ва  $^{65}\text{Cu}$  (30,91%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ .

Техник мақсадлар учун инсон томонидан қўлланила бошланган биринчи металллардан

биридир. Қадимги Мисрда топилган тоза мисдан тайёрланган буюмлар эрамиздан аввалги бешинчи минг йилликка тегишли эканлиги археолог олимлар томонидан тасдиқланди.

**Табиатда тарқалиши.** Миснинг ер қобиғидаги масса жихатидан ўртача миқдори –  $(4,7-5,5) \cdot 10^{-3}\%$ . Денгиз ва кўл сувларида миснинг миқдори нисбатан паст:  $3 \cdot 10^{-7}\%$  ва  $10^{-7}\%$  (масса бўйича).

Мис табиатда эркин ҳолатда ҳамда бирикмалар кўринишида ҳам учрайди. Саноат аҳамиятига молик бўлганлари халькопирит ҳамда мис колчедани номи билан маълум бўлган  $\text{CuFeS}_2$ , халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$  ва борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ . Булар билан биргаликда, бошқа минераллар ҳам учрайди: ковеллин  $\text{CuS}$ , куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$ , азурит  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ , малахит  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ , хризоколла  $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  айрим ҳолларда мис эркин ҳолатда ҳам учрайди, гоҳан алоҳида бўлакли йиғиндиларнинг массаси 400 тоннагача бўлган массани ҳосил қилиши мумкин. Мис сульфидлари ўрта ҳароратли гидротермал жилаларда ҳосил бўлади. Ҳамда кўп ҳолатларда миснинг қолдиқ жинслар таркибида унинг конлари учрайди – булар мисли кумтош ва сланецлардир. Бундай типларга эга конлар қаторига – Удокан Забайкаль ўлкасида, Жезказган Қозоғистонда, Марказий Африкадаги мисли минтақа ва Германиянинг Мансфельдидаги мисли маконлар киради. Миснинг бошқа бой конлари Чилида (Эскондида ва Кольяуси) ва АҚШда (Моренси) мавжуд.

Ўзбекистонда 900 га яқин мис маъданли конлари мавжуд, бироқ бугунги кунда фақат 3 та кон ишлатилиб келмоқда ва яна 2 та кон Ёшлик-1 ва Ёшлик-2 конлари ишга тушиш арафасида (Тошкент вилоятида), у гидротермал мис-парфиронли формацияга тегишли. Бу формацияни конлар ва маъданлари Марказий Тянь-Шанда, айниқса, Курама тоғ тизмасига тегишлидир. Унинг асосий намоёндалари Олмалик худудида жойлашган, у ерда эксплуатация қилинадиган объектлар жойлашган (Колмаққир, Ёшлик ва Сариа-Чўққи) ва бир қатор кичиклари (Балиқчи, Қорабулоқ ва бошқалар). Бу конларнинг ўзига хос томони шундан иборатки, улар қуйи полеозой Сланецлари, қуйи девонли эффузивлар (кварцли порфирлар) ва карбонатли жинслар девон-карбон флюритлар ҳисобланади, айримлари ўз ўрнида “Гушсой” гранодиорит-порфирал билан боғланган ҳолда жойлашган.

Ўзбекистонда мис маъданли формациядан маълумлари магматик халькопирит-титан-магнетит олтин ва платиноидлар билан габбронда (Шавоз, Оқчасой) постмагматик контактли Скарно-халькопирит-магнетитли (Қораарча, Шабрез) ва Скарно-олтин-борнит-молибденит-халькопиритли (Кушмансой) полигенли олтин-мис-колчеданли ва мис-сфалерит-колчеданли (Олмалик худуди, Ҳисор-Кульдора) гидротермал шинали кварц-халькопиритли, мис-висмутли ва бошқалари мавжуд. Шунингдек, чўкинди мисли кумлар бурли ва неогенли қатламлар (Ғарбий Ўзбекистонда) ва девони (Чотқол) чўкинди-эпигенетик миснинг бошқа элементлари билан намоён бўлган бирикмалари учрайди. Силурийли Силицит-углеродли формацияда, вулканли борнит-халькопирит ва колчедан-мис томирли миснинг формациялари муҳим ролни ўйнайди. Мис-порфирли конлар асосида Олмалик тоғ-кон металлургия комбинати бугунги кунда фаолият юритиб келмоқда.

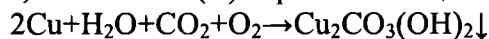
**Физикавий хоссалари.** Мис – пластик, пушти қизил металл, характерли металл ялтирашига эга.  $t_{\text{суюқ}}=1083^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}}=2573^\circ\text{C}$ ; зичлиги:  $8,92 \text{ г/см}^3$ ,  $1100^\circ\text{C}$  температурада суюқ –  $8,36 \text{ г/см}^3$ ,  $200^\circ\text{C}$  температурада –  $8,32 \text{ г/см}^3$ , рентгенли зичлиги  $8,9331 \text{ г/см}^3$ . Мис  $c_p=0,384^{20}$ ;  $c_p^0=24,4$ ;  $S^0=33,15$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=13$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=302$ ;  $\eta=3,33^{1100}$ ;  $3,12^{1200}$ ;  $\sigma=1120^{1140}$ ;  $\rho=1^{1617}$ ;  $10^{1910}$ ;  $100^{2312}$ ;

Миснинг муҳим ва кенг қўлланиладиган хоссалари – унинг юқори иссиқлик ўтказувчанлиги ва паст электр қаршилиги. Мис – юмшоқ, қовушқоқ металл; диамагнит.

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий фаоллиги юқори эмас. Курук ҳавода хона ҳароратида

деярли оксидланмайди. Қиздирилган мис оксид қавати ҳосил бўлиш ҳисобига қораяди. Кислород билан сезиларли таъсирлашуви 200°C температура атрофида бошланади.

Нам ҳавода мис оксидланиб, асосли мис (II) карбонатини ҳосил қилади:



Концентрланган совуқ сульфат кислотаси билан таъсирлашади:



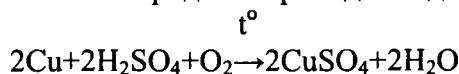
Концентрланган қайноқ сульфат кислота билан ҳам таъсирлашади:



Сувсиз сульфат кислота билан ҳам:



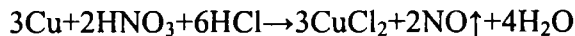
Суюлтирилган сульфат кислота кислород иштирокида қиздирилганда таъсирлашади:



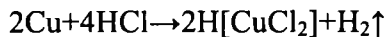
Концентрланган нитрат кислотаси билан:



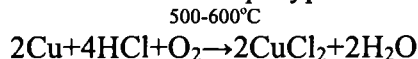
«Зар суви» билан:



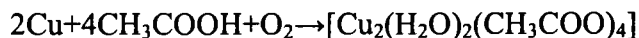
Концентрланган қайноқ хлорид кислотаси билан:



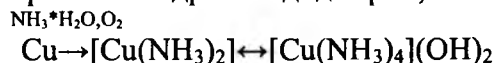
Газли водород хлорид билан 500-600 °C температурада кислород иштирокида:



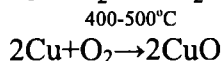
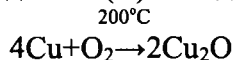
Ҳамда мис концентрланган сирка кислотаси билан кислород иштирокида таъсирлашади:



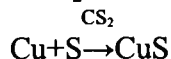
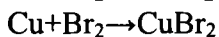
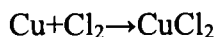
Мис аммонийнинг концентрланган гидрооксидида эриб, аммиакатларни ҳосил қилади:



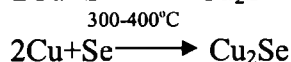
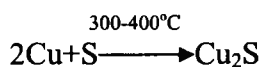
Мис кислород танқислигида 200 °C да мис (I) оксидига қадар ва кислород миқдорда ортиқча бўлганда 400-500°C температурада мис (II) оксидига қадар оксидланади:



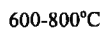
Мис кукуни хлор, олтингугурт (суёқ олтингугуртли углеродда) ва бром (эфирда) билан хона ҳароратида таъсирлашади:

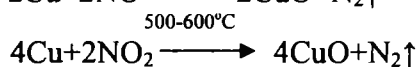
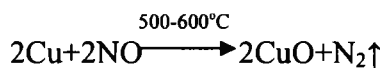
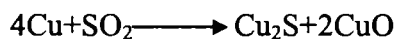


300-400 °C да олтингугурт ва селен билан таъсирлашади:



Металлмас оксидлари билан:

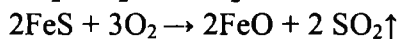
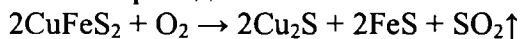




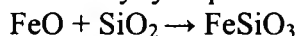
Мис калий цианиди билан таъсирлашиб, калий (I), ишқор ва водородни ҳосил қилади.

Мисни мис таркибли рудалардан ва унинг минералларидан олинади. Мис олишнинг асосий усуллари – пирометаллургия, гидрометаллургия ва электролиз усуллари.

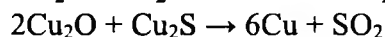
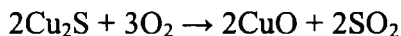
**Пирометаллургия усули.** Пирометаллургия усули мисни бирикма ва бойитмаларидан печларда эритиш орқали олишга асосланган, масалан, халькопиритли хомашё таркибида 0,5 – 2,0 % Cu бўлади. Бошланғич рудани маъданни бойитгандан сўнг концентрат олинади, унинг таркибида ўртача олтингугурт 20-25% кўп бўлса, 800-900<sup>0</sup> С температурада оксидланишли куйдиришни амалга оширилади:



Сўнгра куйдирилган концентратни штейн олиш учун печда эритилади. Эритмадаги темир оксидини ароғида ажратиб олиб боғлаш учун кремнезем қўшилади:

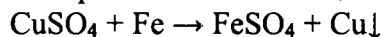


Ҳосил бўлган темир силикати шлак кўринишида эриб, суюқ ҳолда ажратиб алоҳида олинади. Штейн тубида қолган сульфидлар қоришмаси FeS ва Cu<sub>2</sub>S лар иборат бўлиб, бессемерли, яъни ҳаво билан конверторда пуркаш усулига жўнатилади. Бунинг учун эриган суюқ штейн конвертерга қуйилади ва унга ҳаво пуркаланади. Бунда қолдиқ темир сульфидлари оксидгача оксидланади ва кремнезем ёрдамида силикат кўринишида шлакка ўтиб жараёндан суюқ ҳолда чиқарилади. Мис сульфиди қисман оксидгача оксидланади ва сульфид оксид билан ўзаро таъсирлашиб кейин мис металигача қайтарилади.

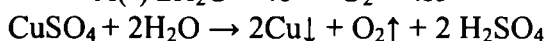
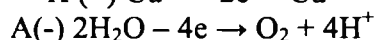
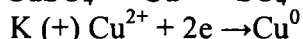


Олинган ҳомаки мис таркибида 96 – 98 % Cu бўлади ва уни анод печи суюқ ҳолда қуяди. Анодли печда дастлаб оловли рафинация, яъни оловли тозалаш олиб борилади, олинган анод қотишмаси кейин электролит тозалаш сифатида сульфат кислотани ишлатиб, электролиз усулида қайта тозаланади. Бу жараён электр ваннада сульфат кислотаси ёрдамида электролиз усули билан олиб борилади. Катодга ёпишган электролитик мис жуда юқори тозалikka эга бўлади 99,99 % ва электр ўтказгич симлари электротехник жиҳозлар ҳамда қотишмалар тайёрлаш учун ишлатилади.

**Гидрометаллургик усул.** Гидрометаллургик усул мисни оксидли ва аралаш минералларини суюлтирилган сульфат кислота ёки аммиак эритмасида эритилишига асосланган; олинган эритмадан мис темир метали билан сиқиб чиқарилади:



**Электролиз усули.** Мис сульфат эритмасини электролизи куйидагича боради:



Асосий хомашё мис – сульфиди, айрим ҳолларда мисли рудалар. Табиатдаги мисли рудалар таркибида мис микдори юқори эмаслиги сабабли (0,5 – 1,2) ва уларни кўп

компонентлиги мисли маъданларни флотация усулида бойитилади. Миснинг миқдори мисли концентратларда 16 – 30 % гача бўлади.

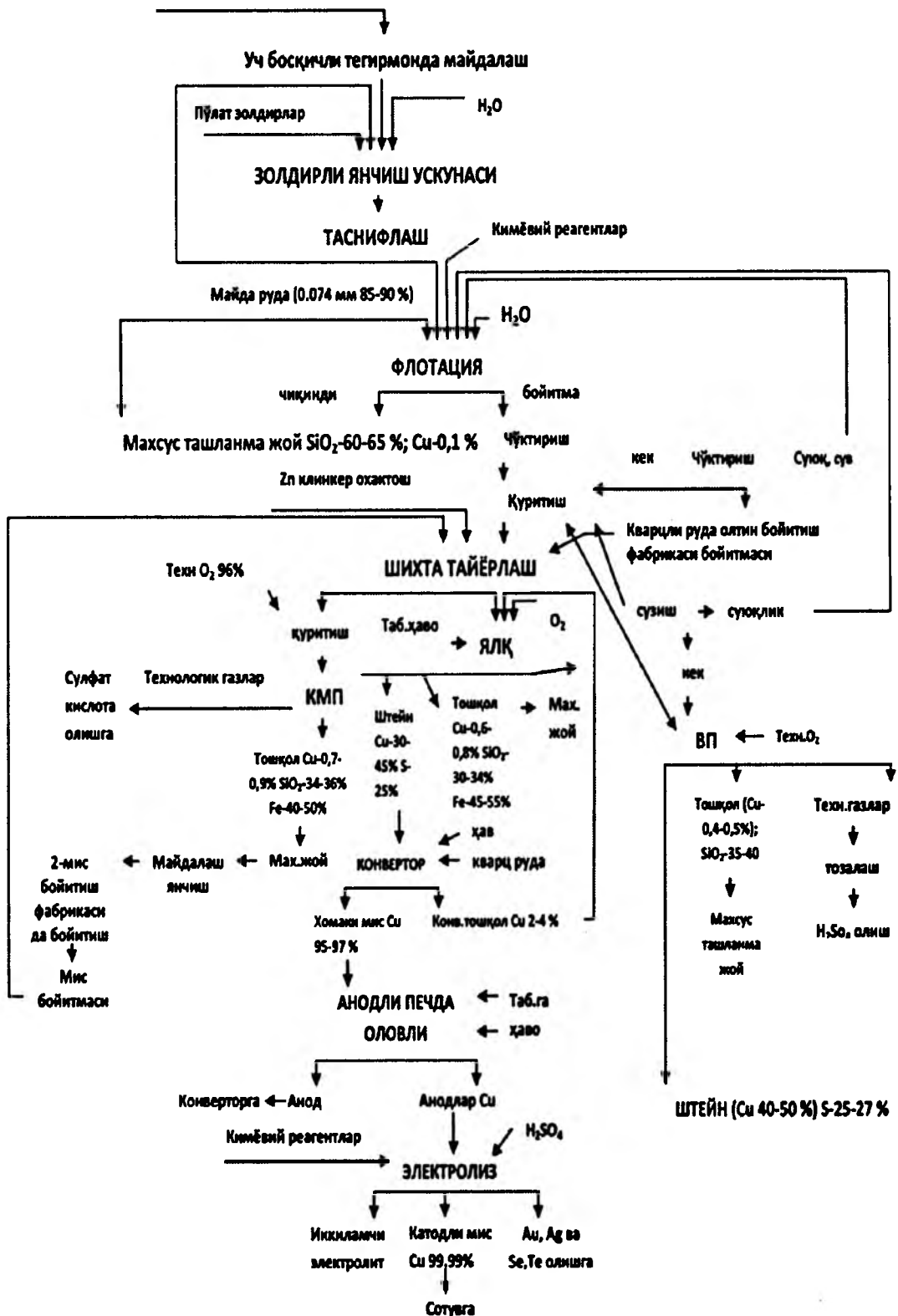
Умумий қазиб, қайта ишлаб олинadиган жами миснинг асосий миқдори (85 – 88%) куйидаги босқичларда олинади: концентратни куйдириш, эритиш, конверторлаш, рафинациялаш. Куйдирилганда олтингургуртнинг ортикча миқдори газ шаклида технологик газ ҳолига ўтказилади, унда 5 – 8 %  $SO_2$  газ таркибида бўлади. Бу газ кейинги босқичда сульфат кислота ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Бойитма таркибидаги қўшимчалар (Fe, Zn, As, Pb ва бошқалар) бир қисми таркибига ўтиб кейинги эритиш ва қайта ишлаш жараёнига ўтказилади. Куйдириш маҳсулоти – бу куюнди, у эритиш печларида эритилади (печлар: КФП, ОП, ПЖВ, Misubishi, Норанда, РТП, Оуткомро). Эритиш жараёнида 2 та суюқ фаза ҳосил бўлади – Cu, Fe, рангли металллар сульфидлар эритмаси (штейн: Cu 26 – 40 %) ва металл оксидлари ва силикат эритмаси (шлак: 0,35 – 0,70 % Cu).

Автоген эритишнинг муҳим аҳамияти – кислородли мангалли, тортмали, акслантиш сўнг эритишдир. Шунингдек, электр токи ёрдамида эритиш, суюқ ваннада эритиш (Ванюков печи), “Норанда”, “Мицубиси” ва Оутакумпо жараёнлари ёрдамида мисли штейн эритмаси олинади. Сўнг бу эритма конвертирлашга йўналтирилади ва FeS нинг миқдорий оксидланиши мақсадида сикилган ҳаво пуркаланади ва кварцли флюс иштирокида уни шлак ҳолига ўтказилади (1-босқич), CuS ни оксидланиши кўпчилик қўшимчалардан олтингургуртни максимал йўқотиш (2-босқич) билан боғлиқдир, у газ ҳолига ўтказилади. Охириги маҳсулот – хомаки мис суюқ ҳолда (98,5 – 99,3% Cu) олинади.

Хомаки мис оловда рафинадланади, унда тозалаш юқори ҳароратда кислородни катта миқдорига мойиллигига асосланган ҳолда тозаланади. Эритмага ҳаво пуркалаганда Fe, S, Zn, Pb ва қисман Ni, As, Sb, Bi оксидлари ва миқдорий шлакга ўтади. Кислородни йўқотиш учун Cu эритмаси қайтарувчи билан тикланади. Тайёр металл (>99,5 % Cu) электролиз учун қулай шаклга анод ҳолида куйилади. Олинган куймалар анод бўлиб электролизга жўнатилади. Электролитик рафинациялаш ўзгармас токда сульфат кислотали эритмада ўтказилади; электролиз жараёнида киздирилган эритмани узлуксиз айланиши амалга ошади, мис катодли асосга ўтади, катод ҳам маҳсус матрич ваннада электролиз қилиб олинади. Катодли мис (99,99% Cu) қайта эритилиб ва маҳсус шаклга қолипда куйилади. Қолмаққир ва Сарик чўкки кони рудалари қисман қаттик мисли шлак билан бирга уч босқичли майдалаш тегирмонларига тушади. Кейинчалик шарли тегирмонга сув ёрдамида майдалашга юборилади ва металл пўлат шарлари ёрдамида янчилади. Майдаланган маҳсулот классификациялашга тушади, у ерда йирик рудалар яна майдалашга юборилади, майдалари эса флотация жараёнига юборилади. Концентрат шихта тайёрлаш жараёнига боришдан олдин куюклаштириш ва қуритиш жараёнларидан ўтади. Шихта ўзига мисли концентрат, рухли клинкер, оҳактош, олтин таркибли бойитма, ЗИФ концентратларидан иборат бўлади.

Кислород маршалли печга юкланаётган шихта намлигининг қолдиқ миқдори 1% дан кичик бўлгунча қуритилади.

Қолмаққир ва сариқ-чўққи конлари рудаси (Cu-0,34-0,6%)



3.7- расм. “Олмалиқ КМК” АЖда мис олишнинг технологик схемаси

КМЭП печига техник кислород берилади, унинг концентрацияси 96% ни ташкил этади, ЯК эритиш печида (ОП) шунингдек, табиий газ ва технологик кислород, ҳаво юборилади. КМЭП нинг окова технологик гази сульфат кислота олиш учун юборилади. Берилган эритма агрегатларида шихтани эритганда иккита суюқ маҳсулот олинади – штейн ва шлак. КМЭП печи шлаки ташланма жойга тўпланади, кейинчалик эса мис бойитиш фабрикасида (МОФ-2) қайта ишланади. ЯКЭП шлаки ҳам ташланма жойга юборилади. Эритиш жараёнларининг оралик маҳсулоти мисли концентратлар (штейн) конвертирлашга юборилиб, хомаки мис конвертор олишидир. Шлаклари суюқ ҳолда айланма материал сифатида ЯКЭП қуйилади.

Анодли печга рафинация (тозалаш) пайтида унга қаттиқ мис таркибли ломлар, скраплар юкланади. Электролитик рафинлашда кимёвий реагентлардан фойдаланилади, шунингдек, сульфат кислота қўшилади ва уч хил кўринишда маҳсулот олинади: ишлатилган электролит мис купороси олишга ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ишлатилади, шламдан олтин, кумуш, селен ва теллур олиш учун махсус цехга йўналтирилади ва катодли мис 99,99 %Cu – тайёр маҳсулот сифатида сотилади

**Қотишмалари.** Қотишмалари таркибида Zn, Sn, Al, Ni, Fe, Mn, Si, Be, Cr, Pb, P ва бошқа легирловчи элементлар бўлади. Мис қотишмалари латун, бронза ва мис-никель қотишмаларга бўлинади. Легирловчи компонентларига кўра мис қотишмалари юқори электр ўтказувчанликка ва иссиқлик ўтказувчанликка эга бўлиши, пластик ва мустаҳкам, антифракцион ва коррозиябардош бўлиши мумкин. Мис кейинги пайтларда таркибида олтини бор қотишма сифатида ҳам кенг қўлланилмоқда. Унда мис 85%, рух 12%, қалай 2% ва олтин 1% бўлиб, кўпгина олтинли қотишмалар халқ хўжалигининг турли тармоқларида ишлатилмоқда. Нейзилбер (65% мис), константан (59% мис), мельхиор (68% мис), оддий бронза (90% мис), оддий латун (60-70% мис) каби қотишмалари кўпчиликка маълум.

**Ишлатилиши.** Мисли қотишма ва турли бирикмалари 50 дан ортиқ маҳсулотларни ўз ичига олади. Жами ишлаб чиқаришда миснинг 40% ли турли қотишмаларидан фойдаланилади. Мис ва рухдан тайёрланган латундан ҳар хил мисли ускуналар, қувур, соатлар механизми ва деталлари тайёрланса, мис ва қалай қотишмаларидан тайёрланган бронзадан эса турли подшипниклар, ҳалкалар ва юқори қувватли транспортларнинг деталлари тайёрланади. Электротехникада электр симлари тайёрлаш учун, металлургияда турли қотишмалар тайёрлаш учун ва катализатор сифатида ҳам ишлатилади; мис бирикмалари кишлоқ хўжалиги зараркунандаларига қарши курашда, минерал бўёқлар ишлаб чиқаришда ва бошқа мақсадларда ишлатилади. Мис электр ва иссиқлик ўтказувчанлигининг юқорилиги, эластиклиги ва коррозиябардошлиги унинг кўп соҳаларда ишлатилишини белгилаб беради. Қазиб олинadиган миснинг тахминан 50%и электротехника саноати эҳтиёжлари учун ишлатилади. Алюминийли мис бронзаларидан асосан юқори зангдан сакловчи хусусиятга эга бўлган авиация двигателларида, қувур ва бошқа соҳаларда қўлланилади. Шунингдек, никель ва рухли мис аралашмасидан тайёрланган мис хлор қотишмаси уй-рўзғор буюмлари тайёрлашда, тиббиётда жарроҳлик асбобларини ясашда кенг қўлланилади. Марганец, никелли мис қотишмалари – никельин ва марганец каби электр қаршилиги юқори бўлган қотишмалари электротехникада ишлатилади.

**30. РУХ** – Ruх, белгиси – Zn. (лот. Zincum), (нем. Zink; XVI-XVII асрда яшаган олимлар асарларида учрайдиган термин), қадимдан маълум кимёвий элемент, кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элемент, тартиб рақами 30, атом массаси 65,37. 5 та барқарор изотопи маълумдир –  $\text{Zn}^{64}$ ,  $\text{Zn}^{66}$ ,  $\text{Zn}^{67}$ ,  $\text{Zn}^{68}$  ва  $\text{Zn}^{70}$ . 9 та радиофаол изотопи орасидан муҳими  $\text{Zn}^{65}$  ( $T_{1/2} = 245$  кун) ҳисобланади. Изотоплари  $\text{Zn}^{72}$  ( $T_{1/2} = 46,5$  соат) ва  $\text{Zn}^{73}$  ( $T_{1/2} = 2$  мин.)

ураннинг секин нейтронлар билан бомбардимон қилиш орқали олинади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$ .

Рух латуннинг таркибий қисми сифатида 2000 йил аввалдан қўлланила бошланган. Латун олишнинг тарихий йўли мис бўлагини каламин (рух карбонати) ва кўмир билан қиздиришга асосланган. Рухни Zn қўйиш санъати Ҳиндистонда пайдо бўлган, кейинчалик Хитойга ўтган ва у ердан Европага португалияликлар томонидан ўзлаштирилган. Саноат миқёсидаги ишлаб чиқариш Европада XVII асрда бошланган.

**Табиатда тарқалиш.** Ер қобигидаги масса бўйича миқдори  $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ . Муҳим минераллари – цинкит (қизил рухли руда)  $ZnO$ , сфалерит (рух алдамаси)  $ZnS$ , виллемит  $Zn_2SiO_4$ , каламин  $H_2Zn_2SiO_4$ , смитсонит  $ZnCO_3$ , франклинит  $ZnFe_2O_4$  (Fe, Zn, Mn).

Стратиформали карбонат металл Zn конлари ( Учкулоч, Сарикон, Қандисайлови, Кулчулак) Марказий Тянь-Шан учун характерли пласто-минзо кўринишли кўрғошин-рухли руда карбонатли жинсларда учрайди. D2 – C1 ички қатламда аниқланади ва вулконли ҳолларда ҳосил бўлган. Рухнинг анчагина қизиқарли кони Учкулочда Нурота тизмалари, Хонабанзитов тизмаларида ва полиметаллик конлари жануби-ғарбий Ҳисорда, Сурхондарё вилоятидаги Хандиза конида намоён бўлган. Асосий маъданли минераллари – галенит, сфалеонит-пирит. Иккиламчи даражали ҳалкопирит, марказит, ковеллин, борнихалькозин, маъданлардир. Маъдансизлари – барит, кальцит, доломит, баъзида кварц, флюоритдир.

**Физикавий хоссалари.** Рух – мовий кумушсимон ярқироқ металл. Ҳавода сақланганда оксид қавати ҳосил бўлиши ҳисобига қораяди, у металлни кейинги оксидланишдан ҳимоя қилади.  $t_{\text{суюқ}} = 419,5^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 907^\circ\text{C}$ , қаттиқ Zn зичлиги-7,133 г/см<sup>3</sup> (20°C), суюқ ҳолатдаги 6,66 г/см<sup>3</sup> (419,5°C); 6,59 г/см<sup>3</sup> (500°C); 6,50 г/см<sup>3</sup> (600°C). гекс;  $\rho = 7,133^{20}$ ; 6,59<sup>500</sup> (ж); 6,40<sup>800</sup> (ж);  $C_p^0 = 25,44$ ;  $S^0 = 41,63$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ; Рух  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 7,24$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 115,3$ ;  $\sigma = 780^{419,5}$ ; 778<sup>500</sup>; 764<sup>600</sup>; 754<sup>670</sup>;  $\rho = 0,01^{345}$ ; 0,1<sup>408</sup>; 1<sup>490</sup>; 10<sup>596</sup>; 100<sup>738</sup>;

Қаттиклиги ва бошқа механик хоссалари металлнинг тозалигига, бундан ташқари намунанинг қайта ишлашга ҳам боғлиқ. Барча кўшимчалар, кўрғошиндан бошқа, рухнинг қаттиклигини оширади. Юқори тозаликдаги металл пластик ва уни юпқа фольгага ва листга прокатка қилиш мумкин. Техник тозаликдаги металл совуқда пластиклик қобилятини йўқотади, аммо 100-250°C температурагача қиздирилганда пластиклик қобилятлари қайта тикланади.

**Кимёвий хоссалари.** Рух темирга нисбатан юқори манфий потенциалга эга бўлса ҳам, икки металлнинг коррозия муҳит контактида рух емирилади. Шунинг учун рухни пўлатни ҳимоя қилишда кенг қўлланилади, масалан қалайга нисбатан (чунки қалайли қаватнинг пардасида тирқиш қолганида коррозия муҳитда пўлат емирилишга учрайди) олинади. Бир неча миллиметрликда емирилган рухли қават ҳам пўлатни ҳимоя қилаверади. Рух минерали кислоталарда эрийди, эриш тезлиги қатор бўйлаб ошиб боради: сульфат, хлорид, нитрат. Нодир аралашмаларда рухнинг миқдори қанча кам бўлса, у шунчалик секинлик билан коррозияга, эришга мойил бўлади. Бундан ташқари, рух кучли ишқорларда ва аммиакда эрийди. Рух хона ҳароратида қуруқ ҳаво таъсирида емирилмайди, бироқ 225°C температурадан бошлаб оксидланиш тезлиги ошиб боради.

Рухли чанг одатда 80-90% Zn, 5-15% ZnO, ўзгарадиган миқдорда Cd, Pb ва Fe, айрим ҳолларда кам миқдорда As, Sb, Cu, SiO<sub>2</sub> сақлайди; ҳар доим 0,4% атрофида рух нитриди Zn<sub>3</sub>N<sub>2</sub> ҳам учраб туради.

Рух нам ҳаво атмосферасида, CO<sub>2</sub> ёки SO<sub>2</sub> иштирокида емирилади. Қуруқ F, Cl ва Br совуқда таъсир қилмайди, аммо сув буғлари иштирокида рух алангаланиб, галогенидларни ҳосил қилади. Рухли ва олтингугуртли кукун аралашмаси қиздирилганда портлаш орқали

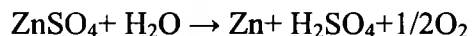


таъсирлашади. Рух тузлари таркибида кўплаб 2 валентли металлар ўрнини олиши мумкин (Mg, Mn, Fe, Ni, Cu, Cd).

**Олиниши.** Ҳозирги вақтда дунёда рух ишлаб чиқариш саноатининг ярми гидрометаллургик, қолган ярми пирометаллургик усулларга асосланган.

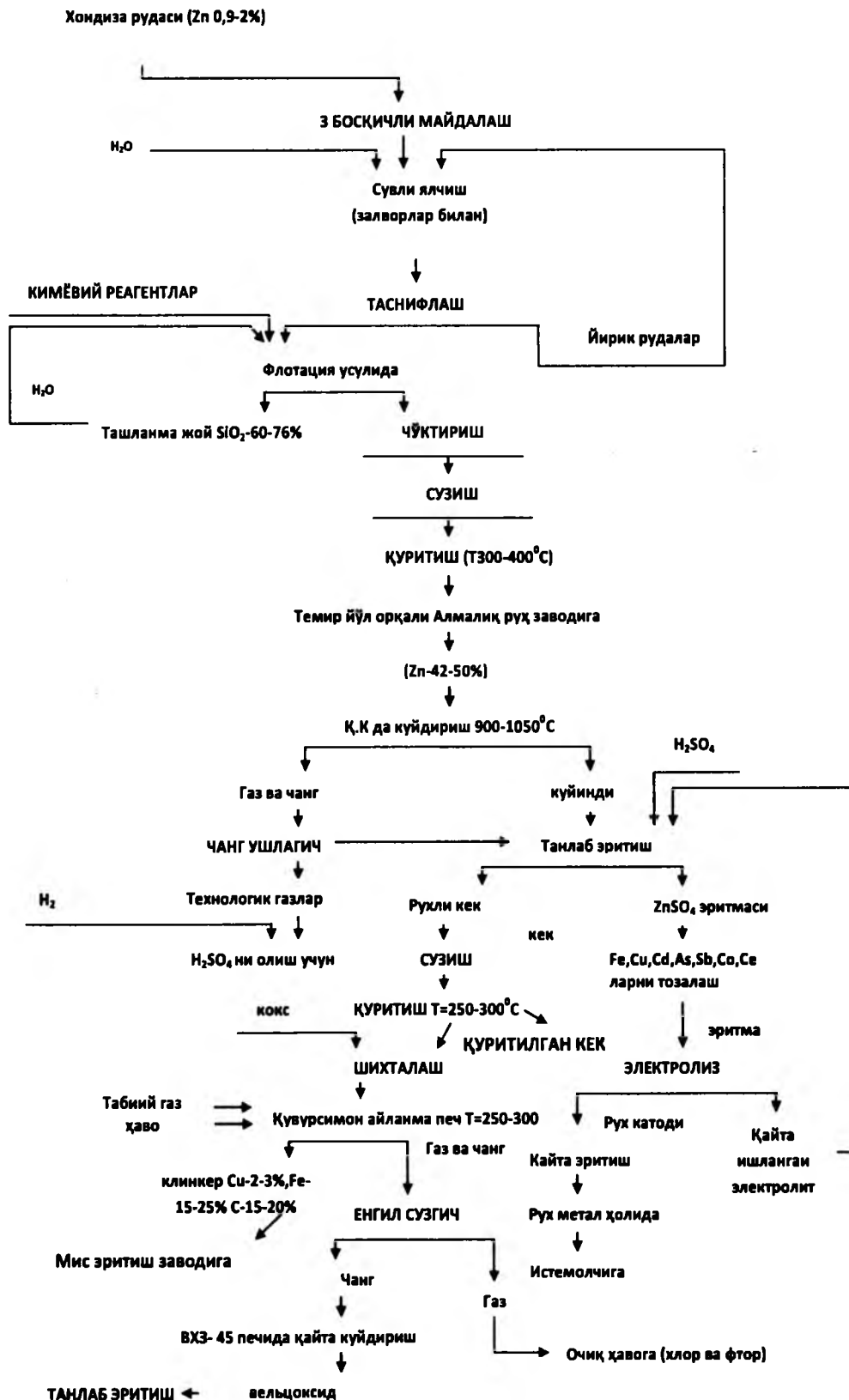
Бойитмаларни қайта ишлаш иккала ҳолатда ҳам куйдириш жараёнидан бошланади. Пирометаллургия заводларида куйдириш, кейинчалик шихта бўлакланган ҳолатда ва газ ўтказиши яхши бўлиши учун агломерация жараёни билан биргаликда, концентрат қатламларига ҳаво пуркаш орқали олиб борилади. Гидрометаллургик ишлаб чиқаришда йирик бўлақлар ҳосил бўлишига имкон даражасида йўл қўймасликка ҳаракат қилинади ва жараён қайнар қатламли печда ёки концентратни муаллақ ҳавода мавҳум ҳолда ўтказилади. Куйдириш жараёнида одатда  $H_2SO_4$  ишлаб чиқаришга йўналтириладиган 4-6%  $SO_2$  таркибли технологик оқова газ ажралиб чиқади. Иккинчи технология бўйича айрим корхоналар пирометаллургия жараёнини қўллайди, яъни унда рух дистилляцияси куйинди концентрат ва кокс аралашмасини  $1250-1350^\circ C$  температурагача қиздириш орқали амалга оширилади унда рух қайтарилади ва буғланади: буғланган рух углерод оксиди билан конденсаторга юборилади ва у совуғач суюқ рух ҳосил бўлади. Ҳозирда янги жараёнлар – вертикал реторта, шахта электропечи, ҳаво бериладиган шахта печи тобора кенг саноатда қўлланилмоқда.

Дистилляция усулида олинган рух аввал рафинацияга (Pb ва Fe дан тозалаш учун), сўнгра Pb, Cd, Cu, As ва бошқа кўшимчалардан тозалаш учун ректификация усулида рафинирлашга жўнатилади. Ректификациядан сўнг металл миқдори 99,995% Zn дан иборат бўлади. Гидрометаллургик ишлаб чиқаришда куйган рух концентратини реактор ёки чанларда иссиқ  $H_2SO_4$  эритмасини пневматик ва механик аралаштириш билан танлаб эритиш орқали қайта ишланади. Сульфат эритмаси рух кукуни оксидланиши билан Fe ва As дан, ксантогенат ёки альфа-нитрозо-бета-нафтол билан қисман гидролизга учраб кобальтдан тозаланadi. Тозаланган эритма электролизга жўнатилиб, куйидаги реакция орқали рух катодга ўтказилади:



Ишчи температура  $30-36^\circ C$  ва бу температурани сақлаб туриш учун электролит совутилади. Катоддаги рухни тозалаш суткада бир марта амалга оширилади. Катодли рух индукцион печларда қайта эритилади ва металл қолипда сушка ҳолига келтириб куйиб олинади. Бу сўнгги жараён бўлиб куйилган 99,99% рух куймаси пакетланиб сотувга чиқарилади. Ушбу технология бўйича таркиби 1-3% рух тутган маъдан Хондиза кон рудаси аввал уч босқичли майдалаш ва шарли тегирмонларда янчиш, йирик зарраларни қайта янчишга, кичик зарраларни сув билан биргаликда кимёвий реагентлар иштирокидаги флотация учун флотомашиналарга жўнатувчи классификация жараёнларидан ўтади.

Флотация чиқиндилари маҳсус уюмларга, флотоконцентрат эса чўктирилади, куйилтирилади ва филтрлагандан сўнг  $300^\circ C$  ҳароратда олиб бориловчи қуритиш жараёнига юборилади. Сўнг қуритилган бойитма (42- 45% Zn) Олмалиқ рух заводига жўнатилади ва  $900-1050^\circ C$  температурада қайновчи қатлам печида куйдирилади. Газлар ва чанлар уларни ушлаб қолиш жараёнидан, яъни циклонлардан ўтказилади ва тозаланган уч ва икки олтингугурт оксидлари ( $SO_2$  ва  $SO_3$ ) сульфат кислота ишлаб чиқаришга йўналтирилади. Куйдирилган маҳсулот сульфат кислотанинг сувли эритмаси билан Fe, Cu, Cd, As, Sb, Co, S каби кўшимчалардан тозаланadi. Тозаланган эритма (электролит) электролизга юборилади, бунда рух катодга чўқади. Катод руҳи катоддан қўлда кириб олинади, катод-эритиш бўлимида  $600^\circ C$  эритилади ва металлсимон рух 20 кг ли қолипларда тайёр маҳсулот сифатида куйилади. Рухли кек қайта ишлаш жараёнининг



чикиндиси фильтрланади, куритилади ва трубкали айланувчан печда  $1000^{\circ}\text{C}$  атрофидаги температурагача қайта ишланади. Халқумли энгли фильтрларда ушлаб қолинган 70 % гача рух таркибли ва ҳайдаб олинган рухнинг велцокендлари танлаб эритиш жараёнига жўнатилади.

**Қотишмалари.** Рух мис билан қотишмалар (латуни) олиш учун ишлатилади, Cu, Sn (бронза), Ni билан (мельхиор), Cu ва Ni билан (нейзильбер), подшипник қотишмаларини тайёрлаш учун, ҳамда легирловчи элемент сифатида юқори мустаҳкамликдаги алюминийли қотишмалари маълум.

**Ишлатилиши.** Нисбатан муҳим ишлатилиш соҳаси сифатида пўлатни коррозиядан химоялаш ҳисобланади (рухлаш). Рух конструкцион материал сифатида листга прокат қилиниши мумкин. Рух кукуни металлургия ва кимё саноатида кенг қўлланилади. У билан сульфатли эритмалардан Cd, Cu ва камёб элементларни, цианидлардан – Au ажратилади. Космик техникада (старт конструкциясидаги қопламаларни, рух сульфидидан тайёрланган бўёқ космик кемаларни бўяшда) ишлатилади. Тиббиётда дорилар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

**31. ГАЛЛИЙ** – Галлий, Gally, белгиси – Ga (юнон. Galliya – Галлия, Франция-нинг эски номи), (лот. Gallium) Ga – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 31, атом массаси 69,72. Табиатдаги галлийнинг изотоплари  $^{69}\text{Ga}$  (61,2%) ва  $^{71}\text{Ga}$  (38,8%) мавжуд. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$ .

Галлийнинг борлигини 1871 йилда Д.И.Менделеев томонидан башорат қилинган. 1875 йилда француз кимёгари Лекок де Буабодран томонидан кашф қилинган ва ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Галлийнинг ер қобиғидаги ўртача масса бўйича миқдори –  $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ . Галлий типик тарқоқ элемент, у иккиламчи геокимёвий табиатга эга. Галлий кристаллокимёвий хоссалари жинс ҳосил қилувчи элементлар (Al, Fe вабошка) га яқин бўлганлиги ва улар билан изоморфизм имконияти кенг ҳамда, кларк қийматининг бирмунча катта бўлишига қарамасдан катта тўплам ҳосил қилмайди. Кўп миқдордаги галлий таркибли минераллар: сфалерит (0-0,1 %), магнетит (0-0,003 %), касситерит (0-0,005 %), гранат (0-0,003 %), берилл (0-0,003 %), турмалин (0-0,01 %), сподумен (0,001-0,07 %), флогопит (0,001-0,005 %), биотит (0-0,1 %), мусковит (0-0,01 %), серицит (0-0,005 %), лепидолит (0,001-0,03 %), хлорит (0-0,001 %), дала шпати (0-0,01 %), нефелин (0-0,1 %), гекманит (0,01-0,07 %), натролит (0-0,1 %). Галлий миқдори денгиз сувида  $3 \cdot 10^{-5}$  мг/л. Табиатда жуда камёб минераллар таркибида учрайди – зенгеита  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ , галлита  $\text{CuGaS}_2$  ва бошқалар.

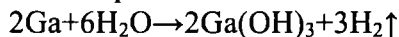


Поль Эмиль Лекок де Буабодран (1838-1912)

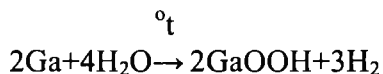
**Физикавий хоссалари.** Галлий – оч кулранг металл. Галлийнинг эриши суюқланиш температурасидан паст ҳароратда бир неча ой мобайнида бўлиши мумкин.  $t_{\text{суюк}}=29,76^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кай}}=2205^{\circ}\text{C}$ ; суюқ ҳолатида зичлиги  $6,0947 \text{ г/см}^3$ . Галлий ромб.  $\rho = 5,904^{29,6}(\text{к}); 6,095^{29,8}(\text{с}); c_p = 0,41^{30-100}$ ;  $c_p^{\circ} = 26,1$ ;  $S^{\circ} = 41,1$ ;  $\Delta H^{\circ} = 0$ ;  $\Delta G^{\circ} = 0$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 256$ ;  $\sigma = 358^{30}$ ;  $p = 0,1^{1180}$ ;  $l^{1350}$ ;  $100^{1870}$ ; Кристалл ҳолатидаги галлий бир нечта полиморф модификацияга эга, аммо термодинамик жиҳатдан фақат биттаси барқарор (I), ва у орторомбик панжарага эга: параметрлари  $a = 4,5186 \text{ \AA}$ ,  $b = 7,6570 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,5256 \text{ \AA}$ . Галлийнинг бошқа модификациялари ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ) қайта совутилган дисперсланган металлдан кристалланади ва бекарор ҳисобланади. Қаттик галлий диамагнит, суюқ ҳолатида кам парамагнит.

**Кимёвий хоссалари.** Галлийнинг кимёвий хоссалари алюминийга ўхшаш, аммо галлий металл реакциялари нисбатан паст кимёвий фаоллиги сабаб секин амалга ошади. Ҳавода металл юзасида ҳосил бўладиган оксид қавати галлийни кейинчалик оксидланишдан сақлайди.

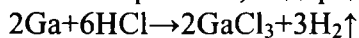
Галлий қайноқ сув билан секин таъсирлашади:



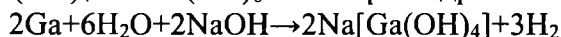
Қиздирилган буг билан реакциясида (350 °C) GaOOH (оксид гидрати ёки метагаллий кислотаси) ҳосил бўлади:



Галлий минерал кислоталар билан таъсирлашиб, водород ва тузни ҳосил қилади:

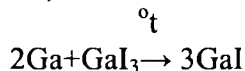


Галлий ишқорлар билан ёки натрий ва калий карбонатлар реакцияга киришиб реакция маҳсулотлари сифатида  $\text{Ga}(\text{OH})_4^-$  ва  $\text{Ga}(\text{OH})_6^{3-}$  ионлари-гидроксогаллатлар ҳосил бўлади:



Галлий галогенлар билан таъсирлашади: хлор ва бром билан реакцияси хона ҳароратида, фтор билан -35 °C температурада (20 °C атрофида - алангаланиш билан), йод билан қиздирилганда таъсирлашади.

Қиздирилганда юқори температурада қовшарланган камерада галлий (I) нинг беқарор галогениларини олиш мумкин – GaCl, GaBr, GaI:



Галлий водород, углерод, азот, кремний ва бор билан таъсирлашмайди. Юқори температурада галлий турли материалларни емириши мумкин ва у бошқа ихтиёрый металл суюқланмасидан кучлидир. Чунки графит ва вольфрам галлий эритмаси таъсирига 800 °C га қадар бардошлидир, алунд ва бериллий оксиди BeO – 1000 °C гача, тантал, молибден ва ниобий 400-450°C гача барқарордир.

Кўплаб металллар билан галлий, висмут ҳамда рух гуруҳчаси металлари скандий, титанлардан ташқари галлидларни ҳосил қилади. Галлий гидрогаллатларни ҳосил қилади ва ионларининг барқарорлиги қатор бўйлаб пасаяди  $\text{BH}_4^- \rightarrow \text{AlH}_4^- \rightarrow \text{GaH}_4^-$ .  $\text{BH}_4^-$  иони сувли эритмаларда барқарор,  $\text{AlH}_4^-$  ва  $\text{GaH}_4^-$  лар тез гидролизланади.

**Олиниши.** Галлий элементининг олинишининг асосий манбаи – алюминат эритмалари бўлиб, у глиноземни қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўлиб, унда Ga миқдори 250 мг/л ташкил этади. Алюминий ажратиб олингандан сўнг галлийли концентрат чўктирилади. Масалан, концентратга карбонат ангидрид ( $\text{CO}_2$ ) юборилади, сўнгра у автоклавда сув ёки  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  қайта ишланади. Шундан сўнг галлийнинг кўп қисми эритмага ўтади. Карбонизация қилинган эритмадан галлийнинг иккиламчи концентранти (1%  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  атрофида) чўктирилади. Чўкма ишқорда эритилади,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  қайта ишланади ва эритмани электролиз қилиб (5-2 г/л  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  ва ~60 г/л  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) металл ҳолидаги галлий ажратиб олинади.

Алюминатли эритмалардан галлийни цементация усулида ажратиб олиш учун галламе сув билан парчаланadi. Алюминатли эритмалардан галлийни экстракция усули билан фенол ёрдамида ажратиб олиш истиқболли усуллардан бири ҳисобланади. Галлий олишининг манбаи сифатида темир, титан ва германий ва бошқа қайта ишлаш маҳсулотлари хизмат қилади. Галлийни рафинациялаш усулида олиш одатда металлни сув ва кислоталар билан ювишдан иборат бўлиб, филтрлаш, 800-1100°C температурада вакуумда ва  $1 \cdot 10^{-3}$  г Па ишлов бериш ҳамда ишқорли (15-20% NaOH) электролитда электролиз қилиб тозалашдан иборат.

Галлийни ўта тоза ҳолатда олиш учун зонали эритиш усулидан фойдаланилади, у кристаллаш ёки эритмадан металл ёмби шаклида чўзилади. Галлийни тозалаш учун яна галлийли органик бирикмалар, хусусан,  $\text{Ga}(\text{C}_2\text{H}_5)$  орқали ўтказиш натижасида амалга оширилади. Юқори тозаликдаги галлий олиш учун  $\text{GaCl}_3$  дан ҳайдаш, ректификация, зонали эритиш ёки колоннада тескари кристалланиши орқали амалга ошириш мумкин. Галлий яна  $\text{GaCl}_3$  сувли эритмасини электролиз қилиш ёки  $600\text{-}700^\circ\text{C}$  температурада водород буғлари ёрдамида қайтариб олиш мумкин.

**Қотишмалари.** Галлий кўплаб металллар билан  $30\text{-}600^\circ\text{C}$  температура оралиғида турли хил қотишмалар ҳосил қилади. Галлийнинг осон эрийдиган қотишмалари маълум, улар In, Sn, Zn, Cd ва Al, буларнинг эриш температураси тоза галлийникидан ҳам пастроқдир. Ясама тишлар ясашда ва даволаш мақсадида қўлланиладиган қотишмалари: қотишма таркиби Ga(40%), Co (60%); қотишма таркиби 35% Ga, 55% Ni ва 10% Co таркибли; 36% Ga, 62% Ni ва 2% Si қотишмалари кенг ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Ишлаб чиқариладиган галлийнинг 97% атрофида юқори ўтказувчанликка эга бўлган бирикмалар олишда ишлатилади. Галлийнинг ўзи радиоэлектроникада «совук пайка» учун керамик ва металл деталларга, легириш учун галлий ва кремний, махсус мақсаддаги оптик ойналарни олиш учун ишлатилади. Галлий ток ростловчи сифатида симобнинг ўрнида ишлатилиши мумкин. Унинг легириш компонент сифатида магний ва унинг қотишмаларига қўшилиши натижасида уларнинг мустаҳкамлигини оширади. Галлий ва унинг эвтетик қотишмаси индий билан реакторларнинг радиацион контурларида ишлатилади. Галлийни иссиқлик ташувчи агент сифатида ядро реакторларида, гидравлик затвор қурилмалари сифатида ишлатиш таклиф қилинган.

Шунингдек, галлий – ажойиб мойловчи материал. Галлий ва никел, галлий ва скандий асосида амалий жиҳатдан муҳим бўлган металллик клейлар ишлаб чиқилган. Юқори температураларни ўлчашда галлий металл билан кварцли термометрлар тўлдирилади (симобнинг ўрнига). Бу ҳолат галлийнинг симобга нисбатан юқори қайнаш температурасига эга эканлиги билан боғлиқдир. Галлий оксиди стратегик муҳим бўлган қатор махсус гуруҳларга мансуб бўлган лазерли материаллар таркибига киради.

**32. ГЕРМАНИЙ** Германий, Germaniy, белгиси – Ge-кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи (лот. Germanium), тартиб рақами 32, атом массаси 72,59. Табиатдаги германий масса сонлари куйидагича бўлган тўртта барқарор изотопдан ташкил топган 70 (20,52%), 72 (27,43%), 73 (7,76%), 74 (36,54%) ва 76 (7,76%). Тарқоқ элементларга тегишли. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2$ . Германий 1886 йилда К.А.Винклер томонидан Фрайберг (Германия) аргиродит минералида кашф қилинган.



Клеменс Александр  
Винклер  
(1838-1901)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида умумий миқдори масса бўйича  $1,5 \cdot 10^{-4}\%$ , яъни сурма, кумуш, висмутнинг миқдоридан кўпроқ. Германий ер қобиғидаги оз миқдори сабаб ва бошқа кенг тарқалган элементлар билан геокимёвий боғлиқлик натижасида, ўзининг кам сонли минераллар ҳосил қилиши, бошқа минераллар кристалл панжарасига кириш орқали аниқланган. Шунинг учун Германий элементининг ўз минераллари деярли кам учрайди. Уларнинг барчаси сулфо тузлардир: германит  $\text{Cu}_2(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Ge}, \text{Zn})_2(\text{S}, \text{As})_4$  (6,2-10,2 % Ge), аргиродит  $\text{Ag}_8\text{GeS}_6$  (3,65-7 % Ge), конфильдит  $\text{Ag}_8(\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_6$  (до 2 % Ge), рениерит  $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge}, \text{Zn})(\text{S}, \text{As})_4$  (5,46-7,80%), плюмбогерманит  $(\text{Pb}, \text{Ge}, \text{Ga})_2\text{SO}_4(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (8,18%) ва бошқалар. Камёб минераллар: ультрабазит, ранерит, франкеитлардир.

Германийнинг асосий массаси ер қобиғида кўп сонли тоғ жинслари ва нокерак глиналар кўринишида тарқалган. Германийнинг денгиз сувидаги концентрацияси  $6 \cdot 10^{-5}$  мг/л.

Германий Ўзбекистонда кўмир конларида, яъни Шаргун ва Ангрен кўмир конлари таркибида мавжуд.

**Физикавий хоссалари.** Компакт германий металлларга хос ярқирашга эга бўлган, кумушсимон рангдаги модда. Зичлиги  $5,33 \text{ г/см}^3$ ,  $t_{\text{суюқ}}=937^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}}=2690^{\circ}\text{C}$ .

Германий кб.;  $c_p = 0,31^{0-100}$ ;  $C_p^{\circ} = 23,4$ ;  $S^{\circ} = 31,1$ ;  $\Delta H^{\circ} = 0$ ;  $\Delta G^{\circ} = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 37,0$ ;  $\sigma = 600^{959}$ ;  $\rho = 0,01^{1414}$ ;  $0,1^{1588}$ ;  $1^{1802}$ ;  $10^{2074}$ ;  $100^{2430}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Германий ярим ўтказгич хоссасига эга, мўрт. У ҳаво, сув,  $\text{O}_2$ , хлорид кислотаси ва суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  таъсирига чидамли, конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан секин таъсирлашади, зарзуви ва  $\text{HNO}_3$  билан таъсирлашиб, юзасида  $\text{GeO}_2$  қаватини ҳосил қилади. Ўювчан ишқорлар эритмалари билан секин таъсирлашади.  $700^{\circ}\text{C}$  температурадан юқорида ҳавода осон  $\text{GeO}_2$  қадар оксидланади. Германий  $\text{O}_2$  ёки  $\text{CO}_2$  иштирокида  $\text{GeO}$  ва  $\text{GeO}_2$  ларга қадар оксидланади.

S билан  $600-700^{\circ}\text{C}$  температурада  $\text{GeS}$ ,  $1000-1100^{\circ}\text{C}$  –  $\text{GeS}_2$ , Se билан  $\sim 500^{\circ}\text{C}$  температурада  $\text{GeSe}$  ҳосил қилади.  $\text{N}_2$ , Si,  $\text{H}_2$  ва C билан таъсирлашмайди. Германий органик бирикмалар ҳосил қилади.

**Қотишмалари.** Алюминий билан германий қотишмаси (74% Al, 21% Ge ва 3% Si) иккиламчи электрон эмиссияси билан характерланади. Олтиннинг германий билан қотишмаси (8% дан кўпроқ Ge) қотиш жараёнида керакли флукли эгаллаши билан характерланади. Олтин ва германийники осон суюкланадиган эвтетик қотишмаси 12% Ge, эриш температураси  $356^{\circ}\text{C}$  эга. Германийнинг бошқа қотишмалари ҳам  $\text{GeAs}$  и  $\text{GeAs}_2$ ,  $\text{Cu}_3\text{Ge}$ ,  $\text{Fe}_2\text{Ge}$ ,  $\text{FeGe}_2$ ,  $\text{Ni}_2\text{Ge}$ ,  $\text{GeTe}$  мавжуд.

**Олиниши.** Германий таркибли хомашёлар флотация, магнит фракцияси ва бошқа усуллар билан бойитилади ва германийли концентрат ажратиб олинади.  $800-1800^{\circ}\text{C}$ да қайтарувчи муҳит атмосферасида ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ) олтингугурт иштирокида пирометаллургик усулда жараён амалга оширилади. Германий қисман ёки тўлиқ газ фазасига  $\text{GeO}$ ,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{GeS}$ ,  $\text{GeS}_2$ , Ge кўринишида ўтиб, улар учувчи компонент ва чанг кўринишида ушлаб қолинади. Эритмадан германий концентрати ажратилади (бошқа элементлар билан чўктириш, масалан,  $\text{pH}=4,8-5,4$  да темир билан  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  кўринишида), сўнгра қуритилади, куйдирилади, конц.  $\text{HCl}$  қайта ишланади ва ҳосил бўлган  $\text{GeCl}_4$  дистилляция усули ёрдамида ажратиб олинади. Германий сульфат кислота билан ҳосил қилган эритмасидан элюент сифатида  $\text{HCl}$  ишлатиб, ион алмашилиш усули ёрдамида ажратиб олинади.

Коксловчи кўмир билан қайта ишланганда германий қисман (5 – 10 %) қатронга ва сув усти қатронига ўтади, ундан таннин билан комплекси кўринишида ажратиб олинади, кейин қуритилади ва куйдирилади ( $400 - 500^{\circ}\text{C}$ ); концентрат (30 – 46 % Ge) олиниб, германий  $\text{GeCl}_4$  кўринишида ажратилади, кўмирни ёки углеродни газификацияларини ёндирилганда германий кули учувчан қисмлари билан биргалиқда ҳайдалади. Кулни қайтарувчи эритиш жараёни туфайли флюс билан ва коллекторда –  $\text{CuO}$  ва  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ҳосил бўлади. Олинган мис ва темирни германий билан қотишмалари  $\text{Cl}_2$  оқимида  $\text{FeCl}_3$  ни сувли эритмасида эритилади,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоталанади ва  $\text{GeCl}_4$  кўринишида германий ажратилади. Бошқача услубда, чанг  $\text{NaOH}$ га қориштирилади, қотишма сув билан ишланади, эритмани аммоний ва кремний қўшимчаларидан тозаланади ва гидролиз натижасида ҳосил бўлган  $\text{GeO}_2$  ажратилади. Германийга бой кулдан (1%дан кўпроқ) уни 31 %ли  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан  $105 - 110^{\circ}\text{C}$  температурада қайта ишлаб олинади.

Германийни олиш учун техник  $\text{GeCl}_4$  кварцли коллоналарда ректификациялаб, сўнг  $\text{HCl}$  экстракциялаб термодиффузиялаб ва яна бошқа усулларда тозаланади. Шундан сўнг  $\text{GeCl}_4$  тоза сув билан  $20 - 30^{\circ}\text{C}$  температурада гидролизланади; олинган  $\text{GeO}_2$  сув билан ювилади,

спирт билан куритилади ёки ўта юқори частота оқидами (СВЧ) ва 600 – 700° С температурада водород билан германийгача қайтарилади. Кукунсимон германий 100 – 1050° С эрийди. Зонали эритиш усулида германий рафинацияланиб тозаланади ва йўналишли кристаллизация билан ҳам монокристаллари Чохральский ва Степанов усулларида ўстирилади, ўстириш жараёнида у ёки бу хоссаларини тўғрилаш мақсадида германий махсус қўшимчалар билан бошқарилади (Sb, Ga, As, Si ва бошқалар).

**Ишлатилиши.** Германий ярим ўтказгичли материал, монокристаллар кўринишида жуда юқори тозаликда диодлар, транзисторлар, фотодиодлар ва фоторезисторлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Ундан Холла датчиклари, ИК қурилмалари учун линзалар, рентгенли спектроскопия ва ионлашувчи детекторлар, қаршилик термометрлари тайёрланади. Айрим қотишмалар кавшарловчи суюқлик сифатида (масалан, Al, Si ва Au), антикоррозион қаватлар (Sn ёки Sb) сифатида ишлатилади. Германий ядро физикасида гамма-нурлар детектори сифатида ишлатилади.

**33. МИШЬЯК** (Arsenicum, Маргимуш, Margimush) As – кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи; тартиб рақами 33, атом массаси 74,9216. Табиатда As битта барқарор изотопдан ташкил топган  $As^{73}$ . Сунъий радиофаол изотоплардан нисбатан муҳимлари:  $As^{73}$  ( $T_{1/2} = 76$  кун),  $As^{74}$  ( $T_{1/2} = 17,5$  кун) ва  $As^{76}$  ( $T_{1/2} = 26,8$  соат). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$ .

Мишьяк инсонга маълум бўлган жуда қадимий кимёвий элементлардан биридир. Мишьяк сульфидлари  $As_2S_3$  ва  $As_4S_4$ , мос равишда аурипигмент («арсеник») ва реальгар деб номланадиган бирикмалар греклар ва римликларга маълум бўлган. Бу моддалар захарлидир. Мишьяк табиатда эркин ҳолатда учрайдиган элементлардан биридир. Уни осонгина бирикмалар таркибидан ажратиш мумкин. Шу сабабли тарих бу элементни ким яратганлигини билмайди. Кўплар бу ҳолатни алхимёгар Буюк Альберт (1250 йил атрофида) номи билан боғлашади. Парацельс асарларида ҳам арсеникнинг тухум пўстлоғи билан таъсирдан олиш реакциялари ёзилган. 1789 йилда А. Лавуазье маргимушни *arsenic* номи билан кимёвий элементлар қаторига қўшади. Кўплаб тарихчилар маргимуш металини анча илгари олинганини таъкидлашади, аммо у табиий симобнинг бошқа тури сифатида маълум бўлган.



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)



Альберт Великий  
(ок. 1200-1280)

**Табиатда тарқалиши.** Мишьяк – тарқок элемент. Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1,7 \cdot 10^{-4}\%$ . Денгиз сувида 0,003 мг/л. Бу элемент табиатда айрим ҳолатларда эркин кўринишда ҳам учрайди. Мишьяк таркибли 200 га яқин минераллар маълум. Оз концентрацияда, кўп ҳолларда кўрғошинли, мисли ва кумушли рудалар таркибида ҳам бўлади. Етарли миқдорда унинг иккита минерали тарқалган сульфидлар кўринишида (олтингургурт билан бинар боғланишли): пушти кизил шаффоф реальгар  $AsS$  ва лимонранг-сарик аурипигмент  $As_2S_3$ . Минераллари ичида: маргимушли колчедан  $FeAsS$  (46,0% As); леллингит  $FeAs_2$  (72,8% As); реальгар  $As_4S_4$  (70,1% As); аурипигмент  $As_2S_3$  (61,0% As), скородит  $FeAsO_4$  (27 - 36 % As) табиатда кенг тарқалган.

Мишьякнинг кўп қисми маргимуш таркибли олтинли, кўрғошин-рухли, мис колчеданли ва бошқа рудаларда учрайди.

Асосий саноатдаги мишьяк минерали – арсенопирит  $FeAsS$ . Улкан мис-маргимушли конлар Грузияда, Марказий Осиёда ва Қозоғистонда, АҚШда, Швецияда, Норвегияда ва Японияда, маргимуш-кобальтли – Канадада, маргимуш-қалайли – Боливияда ва Англияда жойлашган. Бундан ташқари, олтин-маргимушли конлар АҚШ ва Францияда ҳам мавжуд. Россияда эса

маргимушнинг кўп сонли конлари Якутия, Урал, Сибир, Забайкалье ва Чукоткада жойлашган.

**Физикавий хоссалари.** As бир нечта аллотропик модификацияларда мавжуд. Одатдаги шароитда нисбатан барқарор металл ҳолатидаги As; у кулранг-пўлатранг мўрт, тоза майдаланганда металл ялтироқлиги эга кристалл массани ҳосил қилади (кулранг, α-форма); зичлиги  $5,72 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ). As буғлари рангсиз,  $800^\circ\text{C}$  температурагача  $\text{As}_4$  молекулаларидан тузилган,  $800$  дан  $1700^\circ\text{C}$  температурагача  $\text{As}_4$  ва  $\text{As}_2$  аралашмасидан,  $1700^\circ\text{C}$  юқорида – фақатгина  $\text{As}_2$ . Буғларини тезда конденсация қилинганда, суюқ ҳаво билан совутиладиган юзада сариқ As- шаффоф, шамга ўхшаш юмшоқ, кристаллар, зичлиги  $1,97 \text{ г/см}^3$ . Бундан ташқари, аморф тузилишлари ҳам маълум As-β, γ ва δ тегишли зичликлар билан  $4,73$ ,  $4,97$  ва  $5,1 \text{ г/см}^3$ .  $270^\circ\text{C}$  температурадан юқорида барча тузилишлар металл ҳолатидаги As га ўтади.  $615^\circ\text{C}$  температурада As суюқланмасдан ҳайдалади;  $t_{\text{суюқ.}}=817^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=615^\circ\text{C}$ .

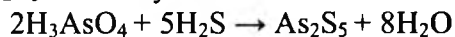
4-жадвал

Мишьякнинг асосий атом характеристикаси

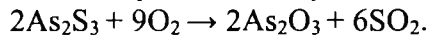
|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Атом радиуси, нм                                    | 139                               |
| Ковалент радиуси, нм                                | 120                               |
| Ион радиуси, нм                                     | (+5e)46 (-3e)222                  |
| Электроманфийлик, Полинг шкаласи бўйича             | 2,18 ()                           |
| Оксидланиш даражаси                                 | 5, 3, -3                          |
| Ионланиш энергияси (биринчи электрон) кДж/моль (эВ) | 946,2(9,81)                       |
| Зичлиги (н.ш.), г/см <sup>3</sup>                   | 5,73)                             |
| Қайнаш температураси, К                             | 886                               |
| Солиштирма суюқланиш иссиқлиги, кДж/моль            | 24,44                             |
| Солиштирма буғланиш иссиқлиги, кДж/моль             | 32,4                              |
| Моляр иссиқлик сифими, Дж/(К·моль                   | 25,05)                            |
| Моляр ҳажм, см <sup>3</sup> /моль                   | 13,1                              |
| Панжара тузилиши                                    | тригональ                         |
| Панжара параметрлари, нм                            | $a=0,4123$ , $\alpha=54,17^\circ$ |
| Дебай температураси, К                              | 285                               |
| Иссиқлик ўтказувчанлик, Вт/(м·К)                    | (300 К) (50,2)                    |



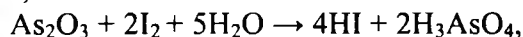
**Кимёвий хоссалари.** Мишьякнинг ташки қаватдаги электрон конфигурацияси  $3d^{10}4s^24p^3$ . Бирикмаларда маргимуш +5, +3 ва -3 оксидланиш даражаларига эга бўлади. Кулранг маргимуш фосфорга нисбатан фаоллиги паст. Ҳавода киздирилганда  $400\text{ }^\circ\text{C}$  дан юқорида мишьяк ёниб,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ни ҳосил қилади. Галогенлар билан маргимуш тўғридан-тўғри бирикади; одатдаги шароитда  $\text{AsF}_5$  - газ;  $\text{AsF}_3$ ,  $\text{AsCl}_3$ ,  $\text{AsBr}_3$  – рангсиз енгил учувчан суюқликлар;  $\text{AsI}_3$  ва  $\text{As}_2\text{I}_4$  – қизил кристаллар. Мишьяк олтингугурт билан қиздирилганда турли сульфидлар ҳосил бўлади: пушти қизил  $\text{As}_4\text{S}_4$  ва лимонранг сариқ  $\text{As}_2\text{S}_3$ . Арсенат кислота ва унинг тузларига буғловчи хлорид кислота иштирокида водород сульфид ўтказилганда оч сариқ рангли  $\text{As}_2\text{S}_5$  ҳосил бўлади:



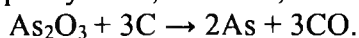
$500\text{ }^\circ\text{C}$  атрофида у  $\text{As}_2\text{S}_3$  ва олтингугуртга парчаланadi. Барча маргимуш сульфидлари сувда ва суюлтирилган кислоталарда эримайди. Кучли оксидловчилар ( $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ ,  $\text{HCl} + \text{KClO}_3$  аралашмалари) уларни аралашмага ўтказadi  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .  $\text{As}_2\text{S}_3$  аммоний ва ишқорий металллар сульфидлари ва полисульфидларида осон эриб, тиоарсенит  $\text{H}_3\text{AsS}_3$  ва тиоарсенат  $\text{H}_3\text{AsS}_4$  кислота тузларини ҳосил қилади. Кислород билан маргимуш оксидлар ҳосил қилади: маргимуш (III) оксиди  $\text{As}_2\text{O}_3$  – арсенит ангидрид ва маргимуш (V) оксиди  $\text{As}_2\text{O}_5$  – арсенат ангидриди. Улардан биринчиси кислороднинг маргимуш билан таъсирлашганда ёки сульфидларининг таъсирида ҳосил бўлади, масалан,



$\text{As}_2\text{O}_3$  буғлари шишасимон рангсиз массага кристалланади, у вақт ўтгандан сўнг кубсимон сингонияга тегишли майда кристаллар ҳосил бўлиши орқали шаффоф бўлиб қолади, зичлиги  $3,865\text{ г/см}^3$ . Буғ таркиби кейинги формулага тўғри келади  $\text{As}_4\text{O}_6$ ;  $1800\text{ }^\circ\text{C}$  дан юқорида буғ  $\text{As}_2\text{O}_3$  дан иборат бўлади.  $100\text{ г}$  сувда  $2,1\text{ г}$   $\text{As}_2\text{O}_3$  ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ ) эрийди. Мишьяк (III) оксиди – амфотер бирикма бўлиб, кислотали хоссалари аниқроқ сезилган. Арсенит  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  ва метаарсенит  $\text{HAsO}_2$  кислота тузлари маълум; кислоталарнинг ўзлари олинмаган. Сувда фақатгина ишқорий металллар ва аммоний арсенитлари эрийди.  $\text{As}_2\text{O}_3$  ва арсенитлар одатда қайтарувчи бўлишади. Масалан,



аммо оксидловчи ҳам бўлишлари мумкин, масалан,



Мишьяк (V) оксидини арсенат кислотани  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  ( $200\text{ }^\circ\text{C}$  атрофида) киздириб олинади. У рангсиз,  $500\text{ }^\circ\text{C}$  атрофида  $\text{As}_2\text{O}_3$  ва  $\text{O}_2$  парчаланadi. Арсенат кислотасини концентранган нитрат кислотаси  $\text{HNO}_3$  ва  $\text{As}$  ёки  $\text{As}_2\text{O}_3$  таъсири натижасида олинади. Арсенат кислота тузлари (арсенатлар) ишқорий металллар ва аммоний тузларидан ташқари сувда эримайди. Арсенат кислотаси  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ , метаарсенат кислотаси  $\text{HAsO}_3$ , пироарсенат  $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$  кислотаси тузлари маълум; сўнгги иккита кислота эркин ҳолатда олинмаган. Металлар билан суюклантирилганда маргимуш кўп ҳолатларда арсенидларни ҳосил қилади.

Тўхтовсиз қаттик эритмаларни у фақатгина (III) валентли сурьма билан ҳосил қилади. Кўп ҳолатларда  $\text{As}$  нинг қаттиқ металлларда эриши (масалан,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Fe}$ ) ёки унинг амалий мавжуд эмаслиги кузатилади.

**Олиниши.** Мишьяк ва унинг бирикмаларини олиш учун бошланғич материал бўлиб  $\text{As}_2\text{O}_3$  хизмат қилади, уни маргимуш маъданларини, ҳамда таркибида маргимушли қўшимчалари мавжуд полиметалли сульфидларни оксидловчи куйдирилганда ҳосил бўлади. Бунда ушлаб қолинган нам  $\text{As}_2\text{O}_3$  маргимушли бирикмаларни ишлаб чиқаришга кетади ва фақатгина жуда кам миқдордаги кулранг (металлсимон) маргимуш олиш учун хизмат қилади. Чанг ( $30\%$   $\text{As}_2\text{O}_3$ ) – полиметалли маъданларни куйдирганда олинган қўшимча

маҳсулот бўлиб, оз миқдордаги пирит  $\text{FeS}_2$  ёки кўрғошин ялтироғи  $\text{PbS}$  билан аралаштирилади ва алангали печларда куйдирилади. Чиқаётган газлар камералар тизими орқали ўтказилади, унда тоза  $\text{As}_2\text{O}_3$  коденсацияланади 90 – 95 %гача уни тозалаш учун ҳайдалади ва тозалиги 99 %дан кам бўлмаган маҳсулот олинади. Металлсимон мишьякни  $\text{As}_2\text{O}_3$  ни писта кўмир ёки кокс билан қайтариб, ҳамда мишьякли колчеданни термик парчалаб олинади. Шунингдек мишьяк таркибли бирикмаларни қайтариш бўтала билан асосий маҳсулотни ажратиб олиш усуллари ҳам таклиф қилинган. Бунда бошланғич бирикма олдиндан  $\text{pH}=8$  кам бўлмаган натрий гидроксид эритмаси билан қайта ишланади. Ишқорий муҳитда 20 – 110<sup>0</sup> С ҳароратда қайтарувчи сифатида тиомочевина диоксидини қўллаб, қайтариш олиб борилади. Мишьяк тутган бирикмалар сифатида мишьяк (III) ёки мишьяк (V) осидлари, мишьяк (III) ёки мишьяк (V) тузлари, ёхуд уларнинг аралашмалари ишлатилади. Унинг техникавий натижаси асосий маҳсулот таркибида мишьяк миқдорини кўпайтириш ҳисобланади. Жараёни экологик хавфсизлигини таъминлаш ва чиқиндиларни тозалашда сарф-харажатларни камайтириш ҳам асосий вазибалардан биридир.

**Қотишмалари.** Металл ҳолатидаги мишьякни фақатгина кўшимча сифатида айрим қотишмалари ишлатилади. Масалан, паровоз ёндиргичларида ишлатиладиган мисга 0,25-0,50% мишьяк қўшилади. Дроб ишлаб чиқаришга йўналтирилган кўрғошинга, унинг сирт таранглигини ошириш учун 0,5-1,6% мишьяк қўшилади, ундан сферик тузилишли дробиклар олинади; бундан ташқари, кўрғошиннинг қаттиқлигини оширади. Мишьяк бир нечта антифрикцион ва типографик бироқ таркибида қалай бўлмаган қотишмалар таркибига кириди.

**Ишлатилиши.** Мишьяк майда бирикмалари тайёрланадиган кўрғошин қотишмаларини легирлаш учун ишлатилади, чунки бу майда бирикмаларни башня усулида куйдиришда кўрғошин ва мишьяк бирикмасини куйишда қатъий сферик тузилишга эга бўлади, бундан ташқари, кўрғошиннинг қаттиқлиги ва мустаҳкамлиги бир неча марта ошади.

Жуда юқори тозаликдаги мишьяк (99,9999 %) қатор зарур ва муҳим ярим ўтказгичли материаллар – арсенидлар (масалан, галлий арсениди) ва бошқа рух алдамаси кристалл панжараси каби ярим ўтказгичли материаллар тайёрлашда ишлатилади.

Мишьяк сульфидли бирикмалари – аурипигмент ва реальгар - ёзувда ранг сифатида ва дерматологик соҳада танадан соч толаларини йўқотишда ишлатилади.

Пиротехникада реальгарнинг олтингугурт ва селитра билан ёнишида ҳосил бўладиган реальгар «грек» ёки «ҳинд» оловини олишда (ёнганда ёрқин-оқ аланга ҳосил бўлади) фойдаланилади.

Мишьякнинг айрим бирикмалари органик бирикма ҳосил қилиб, улар ҳарбий ҳаракат мобайнида заҳарловчи моддалар сифатида ишлатилади, масалан, люизит бирикмаси.

XX асрнинг бошларида какодилнинг айрим маҳсулотлари, масалан, сальварсанни сифилисни даволаш учун ишлатишган, вақт ўтиши билан бу препаратлар тиббиётда мишьяк таркибли эффектив фармацевтик дорилар билан қўлланилишдан чиқарилган.

Кўплаб мишьякли бирикмалардан бири камқонликка ва қатор оғир касалликларга қарши оз миқдорда ишлатилади, чунки клиник таъсир ўтказиб организмнинг қатор специфик функцияларига таъсир этади, шу жумладан, қон пайдо бўлишига. Ноорганик бирикмаларидан арсенат ангидриди тиббиётда тиш техникасида пилюль ва амалиётда паста доривор модда сифатида ишлатилади. Бу препаратни жаргон тилда «мишьяк» деб номлашган ва стоматологияда айнан оғриган тиш нервини ўлдириш учун ишлатишган. Ҳозирги кунда (2015 йилдан) мишьяк препаратлари тиш техникасида токсик таъсири туфайли ниҳоятда кам қўлланилади.

Мишьякнинг бирикмалари элементар нисбатан кенг қўлланилади.  $As_2O_3$  шишага ранг беришда, терининг консервациясида, ҳамда мишьякли препаратлар олиш учун хомашё сифатида ишлатилади. Натрий арсенат, кальций арсенат ва арсенит, швейнфурт яшили  $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$  инсектицид сифатида ишлатилади. Магний арсениди люминофор сифатида люминесцент лампалар тайёрлашда ишлатилади.

**34. СЕЛЕН.** Селен (Se)- (Selenium) кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ элементи, тартиб рақами 34, атом массаси 78,96. Олтига барқарор изотоплари мавжуд:  $Se^{74}$  (0,87%),  $Se^{76}$  (9,02%),  $Se^{77}$  (7,58%),  $Se^{78}$  (23,52%),  $Se^{80}$  (49,82%),  $Se^{82}$  (9,19%). Сунъий йўл билан кўплаб радиофаол изотоплари олинган, улардан амалий аҳамият касб этадиганлари  $Se^{75}$  ( $T_{1/2} = 121$  кун). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$ . 1817 йилда Берцелиус томонидан сульфат кислотаси саноати чиқиндиларидан олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Селеннинг ер қобиғидаги масса бўйича микдори 500 мг/т. Селеннинг асосий геокимёвий хоссалари унинг ион радиусининг олтингугурт ион радиуси билан яқинлиги аниқланади. Селен 37 та минерал ҳосил қилади, уларнинг ичида энг муҳимлари; ашавалит  $FeSe$ , берцелианит  $CuSe$ , халькоменит  $CuSeO_3 \cdot 2H_2O$ , клаусталит  $PbSe$ , тиманнит  $HgSe$ , гуанахуатит  $Bi_2(Se,S)_3$ , хастит  $CoSe_2$ , платинит  $PbBi_2(S,Se)_3$  ва улар турли сульфидлари билан ассоцияланади, айрим ҳолларда касситерит билан ассоцияланади. Селен кам ҳолларда эркин учрайди. Унинг сульфидли конлари саноат микёсидаги аҳамиятга эга. Селен кимёвий элемент сифатида унинг сульфидлардаги микдори 7 дан 110 г/т гача бўлади. Селеннинг концентрацияси денгиз сувида  $4 \cdot 10^{-4}$  мг/л.

Ўзбекистонда йирик конлардан бўлган Қолмақир, Сарик чўкки (Тошкент вилояти) мис ва молибден заҳираларига бой полиметалл рудали конларда селен, теллур ва ренийлар билан бирга учрайди. Бундан ташқари, селен Сурхондарё вилоятининг Хандиза ва Жиззах вилоятининг Учкулач конларида ҳам учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Селен – тўқ кулранг, қўнғир рангга мойил модда.  $t_{суюқ.} = 217^\circ C$ ,  $t_{кайн.} = 657^\circ C$ , зичлиги  $4,807$  г/см<sup>3</sup> (293К да). Селен триг. ( $\alpha$ ), кр. ( $\beta$ ), кр. ам.;  $C_p^\circ = 25,4$  ( $\alpha$ ); 27,2 ( $\beta$ ); 29;  $S^\circ = 42,1$  ( $\alpha$ ); 51,5;  $\Delta H^\circ = 0$  ( $\alpha$ ); 6,3 ( $\beta$ ); 5,4;  $\Delta G^\circ = 0$  ( $\alpha$ ); 2,7;  $\Delta H_{суюқ.} = 6,7$  ( $\beta$ );  $\Delta H_{буғ.} = 29$ ;  $\sigma = 92,5^{217}$ ;  $p = 0,1^{287}$ ;  $1^{350}$ ;  $10^{428}$ ;  $100^{534}$ .

Амалий муҳим хоссаси сифатида унинг ёруғлик таъсирида электр ўтказувчанлик хоссаларининг катталашганидир. Суюқ селен ҳам ярим ўтказгич хоссасини намоён қилади.

Каттиқ селен бир нечта аллотропик модификацияга эга:

- Кулранг селен ( $\gamma$ -Se, «металлселен») – нисбатан барқарор модификация гексагональ кристалл панжарали;
- Қизил кристалл селен - учта моноклиник модификация: тўқ сарик-қизил  $\alpha$ -Se, тўқ қизил  $\beta$ -Se, қизил  $\gamma$ -Se;
- Қизил аморф селен;
- Қора шишасимон селен.

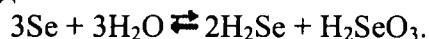
Кулранг селен қиздирилганда кулранг суюклик беради, кейинчалик қиздирилганда буғланиб жигарранг буғларни ҳосил қилади. Бирданига совутилганда селен буғлари конденсацияланади ва яна суюқланиб, қизил аллотропик модификацияга ўхшаб қолади.

**Кимёвий хоссалари.** Селен аморф ва майда дисперс тузилишли кимёвий фаол ҳисобланади. Қиздирилганда ҳавода ёниб (мовий аланга ранги билан)  $SeO_2$  ни ҳосил қилади.  $F_2$ ,  $Cl_2$  ва  $Br_2$  билан хона ҳароратида таъсирлашади. Йод билан биргаликда суюқланади, аммо бунда йодидлар ҳосил бўлмайди.  $200^\circ C$  температурадан юқорида  $H_2$  билан таъсирлашади,

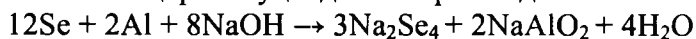


Йёнс Якоб  
Берцелиус  
(1779-1848)

H<sub>2</sub>Se ҳосил қилади. Қиздирилганда барча металллар билан бирикмалар ҳосил қилади. Сув билан киздирилганда таъсирлашади:



Хлорид ва суюлтирилган сульфат кислоталар билан селен таъсирлашмайди. Концентранган H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> да селен совуқда эрийди, яшил эритмани ҳосил қилади, полимер катионлар Se<sub>8</sub><sup>2+</sup> таркибли бирикма ҳосил бўлади, у сақлаб қўйилганда сариқ рангли эритмага Se<sub>4</sub><sup>2+</sup> ўтади. HNO<sub>3</sub> да киздирилганда H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> гача оксидланади, ишқорларнинг концентранган эритмаларида эриб селенид ва селенат (IV) ларни ҳосил қилади, кислород иштирокида полиселенидлар Na<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> га қадар кизил-жигаррангли эритмаларни ҳосил қилади. Селен ишқорий металллар сульфидлари ва полисульфидларида эриб тиоселенидларни ҳосил қилади. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> эритмасида ёки KCN билан киздирилганда тегишли равишда Na<sub>2</sub>SSeO<sub>3</sub> ёки KCNSe ларни ҳосил қилади. Кучли оксидловчилар селенни Se (VI) га қадар оксидлайди. Селен алюминий кукуни билан ишқорий муҳитда таъсирлашади:



**Селен гидриди (водород селенид) H<sub>2</sub>Se** – рангсиз ёқимсиз хидли модда; t<sub>қайн.</sub> = 41,35 °C, t<sub>суюк.</sub> = 65,72 °C; суюқ ҳолатидагининг зичлиги 2,12 г/см<sup>3</sup>; қуруқ ҳавода хона ҳароратида барқарор, нам ҳавода селенга қадар босқичма-босқич оксидланади. Ҳавода қиздирилганда ёниб SeO<sub>2</sub> ҳосил қилади; сувда кам эрийди (15°C ҳароратда 0,096 М), эритмаси кучсиз кислотали муҳитга эга; кучли қайтарувчи; ~500 °C температурада селен ва водороддан олинади; юқори тозаликдаги селен, селенидлар ва селенорганик бирикмалар олишда ишлатилади.

**Селен гексафториди SeF<sub>6</sub>** – рангсиз газ; t<sub>суюк.</sub> = 34,6°C, t<sub>субл.</sub> = 46,6°C; сувда жуда оз миқдорда эрийди, гидролизланмайди. Селен тетрафторид SeF<sub>4</sub> – рангсиз суюқлик; t<sub>суюк.</sub> = 9,5°C, t<sub>қайн.</sub> = 101 °C; зичлиги 2,75 г/см<sup>3</sup>; сув билан жадал таъсирлашади, шишани емиради. Селенни фторлаб унинг фторидлари олинади.

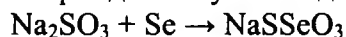
**Селен тетрахлорид SeCl<sub>4</sub>** – рангсиз ёки ёрқин-сарик кристалл модда, t<sub>суюк.</sub> = 305 °C, t<sub>субл.</sub> = 196°C; зичлиги – 2,7 г/см<sup>3</sup>; сув билан гидролизланади, конц. хлорид кислотада H<sub>2</sub>SeCl<sub>6</sub> ҳосил қилади, селенни хлорлаб олинади, тоза селенни ва унинг бирикмаларини олишда ишлатилади. Диселендихлорид Se<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – мойсимон жигарранг ёки қўнғир-кизил рангли суюқлик; t<sub>суюк.</sub> = 85°C, t<sub>қайн.</sub> = 127°C; зичлиги -2,77г/см<sup>3</sup>; сув билан гидролизланади, этанол ва диэтил эфири билан парчаланаяди, селеннинг SeCl<sub>4</sub> билан таъсири натижасида олинади, оралик маҳсулот селен олишда ва уни тозалашда, селенорганик бирикмаларни олиш учун реагент ҳисобланади.

**Оксохлорид (селенилхлорид) SeOCl<sub>2</sub>** – сарғиш суюқлик; t<sub>суюк.</sub> = 10,9°C, t<sub>қайн.</sub> = 179,6°C; зичлиги 2,445 г/см<sup>3</sup>; нам ҳавода тутайди, осон гидролизланади, CCl<sub>4</sub>, CS<sub>2</sub>, CHCl<sub>3</sub>, бензол билан аралашаяди. У 200°C температурада SeO<sub>2</sub> ни SeCl<sub>4</sub> билан таъсирлаштириб олинади, тоза селенни олишда, хлорловчи агент, эритувчи, полимерлар учун пластификатор сифатида ишлатилади.

**Олиниши.** Селен мис саноати шламлари таркибида теллур, оғир ҳамда нодир металллар билан биргаликда бўлади. Мис электролити шламларидан селенни ажратишда ёки куйдириб оксидланишидан, ҳосил бўлган SeO<sub>2</sub> ни ҳайдаб олинади ёки концентранган H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> билан биргаликда киздириш йўли билан SeO<sub>2</sub> ни буғ ҳолатида ҳайдаб олинади. Иккала ҳолатда ҳам ҳосил бўлган TeO<sub>2</sub> учувчан эмас, балки қаттиқ ҳолда шламда қолади. У ёки бу ҳолатда ҳам селенни скрубберларда ва электросузгичларда ушлаб қолинади ва газ тозалаш эритмаларидан сульфидли газ билан чўктирилади. Шламни сода билан қуюқ қилиб, оксидлаш усули ҳам қўлланилади, селенни сувда эрувчан селенитлар ва селенатларга

Ўтказилади. Спек кейинчалик қайноқ сув билан ишланади, олинган эритма буғлантирилади, нейтралланади, эримайдиган  $\text{TeO}_2$  ажратиб олинади ва  $\text{Se}^{6+}$  ни  $\text{Se}^{4+}$  гача қайтариш учун қайнатилади, сўнгра сульфат газлари билан элементар селенгача қайтарилади. Шу тарзда ажратилган селен сузилади ва куритилади.

Яримўтказгич материал сифатида ишлатиш учун тоза селенни кейинги қайта ишлашлар натижасида олинади. У  $\text{SeO}_2$  ни сублимациясига асосланган ёки олдиндан кимёвий тозаланиб, вакуумда селенни ҳайдаб олиш мумкин. Энг кўп тарқалган тозалаш усулларидан бири натрий сульфит эритмасида селен эрийди. Совутилганда эритмадан тоза селен чиқади.



Селен ва теллурнинг ярим маҳсулотлари  $\text{SO}_2$  чўктириш жараёнида қўшилади ва сузиш жараёнида  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ни қўшиб, эритмани нейтраллашга юборилади. Сўнгра эритмани буғлантирилади ва кейинчалик металлургия цехига юборилади ва қайноқ эритмани, нейтраллашга қайтарилади. Кукун сузгандан сўнг ювиш жараёнидан ўтади ва кейин ишқорланиш ва филтрланиш жараёнларига жўнатилади. Шундан сўнг эритма олтин, селен ва теллур ишлаб чиқаришга, кек эса кумуш ишлаб чиқаришга юборилади.

**Қотишмалари.** Металлургияда селен асосан 18-8 типли зангламас пўлатга қўшимча сифатида қўлланилади (0,3-0,35%), қайта ишланишини ва юқори коррозия (зангламаслик) барқарорлик хоссаларини яхшилайти.

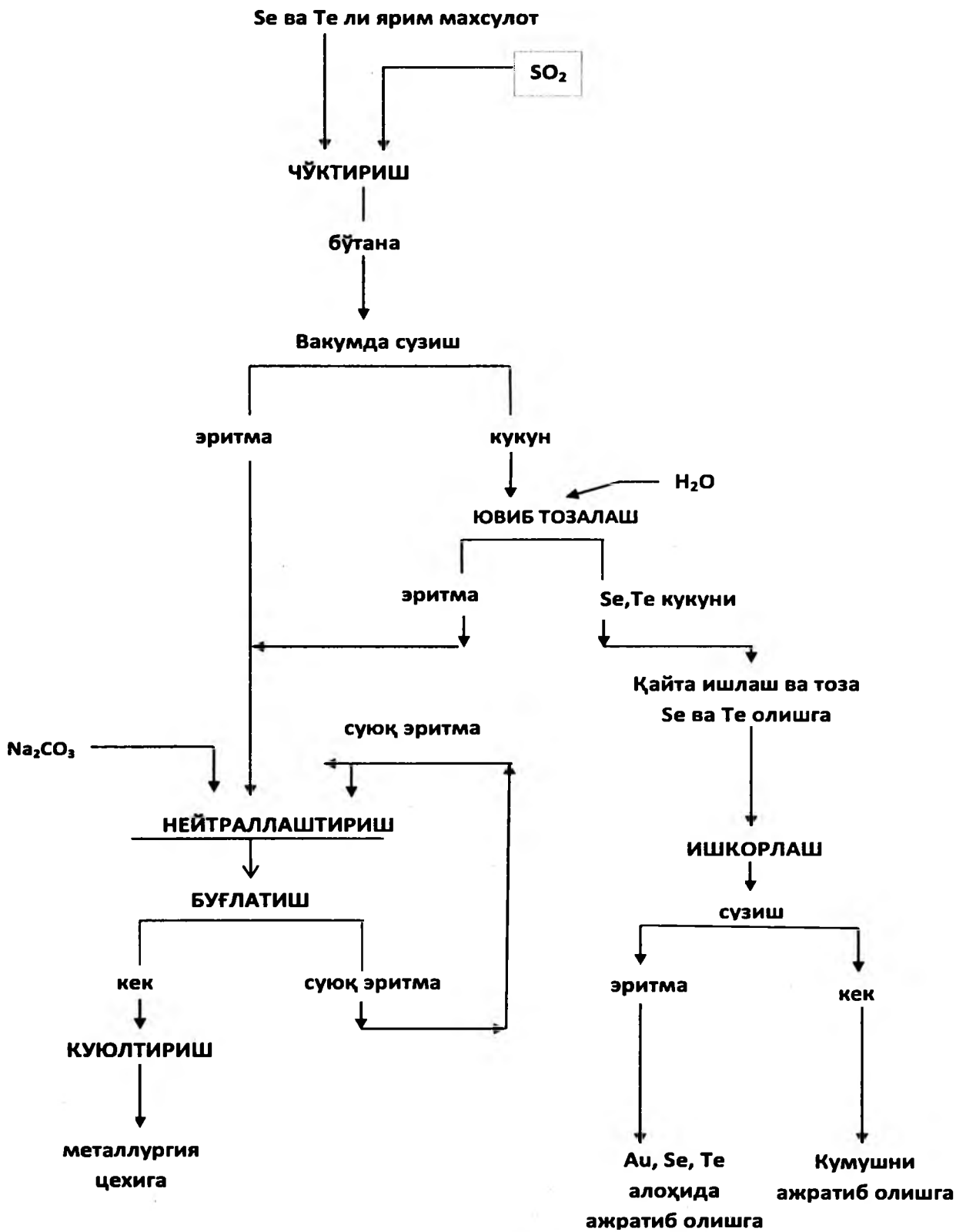
Юқори температурада хром таркибли хромоникелли пўлат эндиликда таркибида селен бўлмаган пўлатга нисбатан камроқ мустаҳкамликка эга бўлади ва пластиклиги паст бўлади.

Энг кўп тарқалган зангламайдиган хромникелли аустенит пўлатида 303 маркали селендан 0,15 - 0,30% таркибида бўлади.

Оз микдордаги селен қўшимчалари мис ва унинг қотишмаларини сезиларли қайта ишланишини оширади. Эвтетик қотишмалар ва уларнинг бирикмаларидан айримлари куйидагича селенли комплексларни ҳосил қилади:  $\text{Ag}_2\text{Se}$ ,  $\text{Cu}_2\text{Se}$ ,  $\text{FeSe}$  и  $\text{FeSe}_2$ ,  $\text{HgSe}$ ,  $\text{PbSe}$ ,  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ,  $\text{Te}_2\text{Se}_2$ ,  $\text{Zn-Se}$ .

**Ишлатилиши.** Селен ва унинг кўп сонли бирикмаларининг (селенидлар), бошқа элементлар билан қотишмалари, асосан яримўтказгичли моддаларнинг қотишмалари учун ишлатилади, унда селен қотишманинг асосий таркиби ҳисобланади. Селеннинг бу соҳадаги аҳамияти секин-аста кўтарилиб унга талаб ва унинг нархи ҳам ортиб бормокда (шунинг ўзи бу элемент танқис эканлигини билдиради).

Яримўтказгичлар замонавий технологияларида кўплаб кимёвий элементлар қаторида селенидлар ҳам ишлатилади, масалан, калай, қўрғошин, висмут, сурьма, ва лантаноидлардир.



3.10-расм. Олмалик кон-металлургия заводи шароитида селен ва теллур олишнинг технологик тасвири

Селен ва унинг селенидди бирикма ва қотишмалари фотоэлектрик ва термоэлектрик хусусиятлари ўта муҳим ҳисобланади. Селен-74 барқарор изотопи ультрабинафша нурлар чиқариши ва уни яна кўп марта кучайтириш имконини берадиган плазмали лазерлар тайёрлаш имкони топилди (миллиард мартага яқин). Селен-75 радиофаол изотопи эса дефектоскопияда гамма-нурларнинг кучли манбаси сифатида ишлатилмоқда. Калий селениди ванадий беш оксиди билан водород ва кислородни сувнинг таркибидан термохимёвий олишда (селен цикли, Лоуренса номидаги Ливермор Миллий лабораторияси, Ливермор, АҚШ) ишлатилади.

Тоза ҳолатдаги селеннинг яримўтказгичли хоссалари XX аср ўрталаридан бошлаб электр ростлагичлар (выпрямителлар) тайёрлашда қўлланила бошлангани кўпчиликка яхши маълум, шунингдек, у ҳарбий техникада ҳам қўлланилади: германий ва кремнийдан фаркли равишда селен радиацияга кам таъсирли ва бундан ташқари, селенли ростлагич диоди ишдан чиққан тақдирда ҳам ана шу жойи бугланиб, қайта тиклаш хусусиятига кўра қисқа туташувга олиб келмайди, бироқ керакли ток диодда бир неча марта пасаяди аммо, қурилма функционал ҳолатда қолаверади. Селенли ростлагичларнинг камчилиги ҳам мавжуд, уларнинг асосийси габаритларининг катталигидир.

Селен саратон касаллигига қарши кучли таъсир этувчи модда сифатида ҳам қўлланилади ҳамда кўп касалликларни профилактик даволашда ҳам ишлатилади. Тадқиқотчиларнинг фикрига кўра, 200 мкг селенни суткада истеъмол қилиш саратон билан касалланиш эҳтимолини пасайтиради ва йўғон ичакда – 58 %, простата шишларида – 63 %, енгил саратонни – 46 %, онкологик касалликлардан ўлимни 39 % гача камайтиради.

Селеннинг кам миқдордаги концентрациялари гистаминни камайтиради ва унинг оқибатида антидистрофик эффект ва аллергияга қарши таъсир кўрсатади.

Йод билан комплекда селен йод етишмовчилик касалликларини даволашда қўлланилади. Селен тузлари шок ва каллапса артериал кон босимининг тикланишига ёрдам беради. Селен сульфидли препаратлари қазғокни даволашда ва бошнинг соч қисмида инфекцияларни даволашда ишлатилади.

Бундан ташқари, шиша саноатида ранг берувчи сифатида, резинани вулканизация қилишда; металлургияда – пўлатнинг майда донадор тузилишини ҳосил қилишда қўлланилади. Гидрогенизация-дегидрогенизация жараёнларида катализатор сифатида ҳам ишлатилади.

**35. БРОМ**, Brom-Br (юнонча «bromos» ёмон хидли – “қўланса”, “бадбўй” демақдир) - галогенлар гуруҳига мансуб, (лот. Bromum), Бром-кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳ элементи, тартиб рақами 35, атом массаси 79,904. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ .

Бром икки кимёгар олим томонидан бир-бирдан хабарсиз ҳолда 1825 йилда К. Я. Лёвих, ва Ж. Балаер томонларидан 1826 йилда кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Бром табиатда кенг тарқалган ва тарқоқ ҳолатда деярли барча ерда учрайди. Табиатдаги бромнинг 2 та барқарор изотоплари мавжуд:  $^{79}\text{Br}$  (50,56%) ва  $^{81}\text{Br}$  (49,44%). Бромнинг барча эритмалари сувда эрийди ва шунинг учун тоғ жинслари таркибидан осонгина ажратилади. Бром юзлаб минераллар таркибига киради. Бироқ сувда эримайдиган кам миқдордаги минераллари ҳам мавжуд – кумуш ва мис галогениди. Улардан энг кўп тарқалгани бу -



Антуан Жером  
Балар  
(1802-1876)

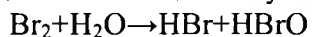
бромаргиритдир  $\text{AgBr}$ . Бошқа минераллари – йодобромит  $\text{Ag}(\text{Br}, \text{Cl}, \text{I})$ , эмболит  $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$  ҳам мавжуд. Бромнинг индивидуал минераллари ҳали жуда оз ва шу сабабли, унинг ион радиуси жуда катта ва бром иони бошқа элементлар кристалл панжараси тугунида ўрта ўлчамдаги катионлар билан учрамайди. Бромнинг ҳосил бўлишида асосий ўринни океан сувларининг буғланиш жараёни эгаллайди, бунинг натижасида у ҳам суюқ, ҳам қаттиқ фазада йиғилади. Оз миқдордаги концентрацияси қолдиқ тузли сувларда ҳосил бўлади. Тоғ жинсларида бром асосан ион кўринишида бўлади, у грунт сувлари билан миграция қилади. Ер қобиғидаги бромнинг бир қисми ўсимликлар танасида кўп ҳолларда эрмайдиган органик бирикмалар кўринишида бўлади. Айрим ўсимликлар фаол ҳолатда ўзида бромни йиғади. Булар биринчи ўринда дуккакли ўсимликлар – нўхат, ловия, ясмиқ дони ҳамда сув ўтларида бўлади. Денгиз сувида бромнинг асосий қисми тўпланган бўлади. Шўрланган кўлларда ҳам, ер ости сув пластларида ҳам, ёнувчан фойдали қазилма конларида ҳам, калийли тузлар ва тош тузларида ҳам бром мавжуддир.

Ўзбекистонда бром ва йод Бухоро вилояти Қоровулбозор туманидаги Умид ва Крук нефт казиб олиш кудукларида ҳам мавжудлиги аниқланиб, Крук конида бром ва йодни ажратиб олиш бўйича қурилма ўрнатилган.

Бундан ташқари, Наманган вилоятининг Гуртпепа, Фарғона вилоятининг Хонқиз, Сурхандарё вилоятининг Хоудак, Кокайти нефт конлари кудукларида ҳам бром ва йод мавжуддир.

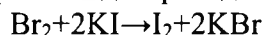
**Физикавий хоссалари.** Одатдаги шароитда бром – қизил қўнғир рангли ёқимсиз ҳидли, захарли суюқлик, нафас олганда нафас йўллари бўғиб, яллиғлайди, инсон терисига текканда куйдиради.  $t_{\text{суюқ.}} = 7,3^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 58,78^\circ\text{C}$ , қаттиқ ҳолатдаги бромнинг зичлиги  $4,073 \text{ г/см}^3$  ( $7,3^\circ\text{C}$ ), суюқлиги  $3,1055 \text{ г/см}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ ). Сунъий равишда кўп сонли радиофаол изотоплари олинган. Бром:  $\rho = 3,102^{25}$ ;  $t_{\text{кр}} = 311$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 10,3$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 1,18$ ;  $C_p^\circ = 75,69$ ;  $S^\circ = 152,2$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 9,44$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 29,5$ ;  $\varepsilon = 3,22^{15}$ ;  $\eta = 1,253^\circ$ ;  $0,942^{25}$ ;  $0,746^{50}$ ;  $\sigma = 44,1^{13}$ ;  $\rho = 10^{-26}$ ;  $100^{8,6}$ ;  $s = 3,58^{20}$ ; Молекуляр бром диамагнит хоссага эга.

**Кимёвий хоссалари.** Эркин ҳолатда икки атомли молекула кўринишда бўлади  $\text{Br}_2$ . Молекуляр бром  $800^\circ\text{C}$  да атомларга диссоцияланади ва бу жараён температура ошиши билан тезлашади. Молекула диаметри  $\text{Br}_2$   $0,323 \text{ нм}$  га тенг, молекулада ядролар орасидаги масофа –  $0,228 \text{ нм}$ . Бром бошқа галогенларга нисбатан сувда яхши эрийди ( $20^\circ\text{C}$  да  $100 \text{ г}$  сувда  $3,58 \text{ г}$  бром), ҳосил бўлган эритма бромли сув деб номланади. Бромли сувда водород бромид ва беқарор бўлган гипобромид кислотаси ҳосил бўлиш реакцияси билан боради:

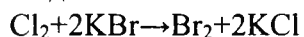


Кўплаб органик эритувчилар билан бром исталган нисбатда аралашади, бундан органик эритувчилар молекуласининг бромланиши кузатилади.

Кимёвий фаоллигига кўра бром оралик ўринда хлор ва йод орасида туради. Бромнинг йодид эритмалари билан реакциясида эркин йод ажралади:



Қарама-қарши ҳолат, хлорнинг эритмада мавжуд бўлган бромидларга таъсири натижасида эркин ҳолатдаги бром ажралади:



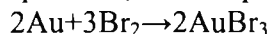
Бром олтингургурт билан реакцияси натижасида  $\text{S}_2\text{Br}_2$  ни, фосфор билан  $\text{PBr}_3$  ва  $\text{PBr}_5$  ни ҳосил қилади. Бром металлмаслар селен ва теллур билан таъсирлашади.

Бромнинг водород билан реакцияси қиздирилганда амалга ошади ва  $\text{HBr}$  ҳосил бўлишига олиб келади.  $\text{HBr}$  нинг сувдаги эритмаси – водород бромид кислотаси, кучлилиги бўйича хлорид кислотага  $\text{HCl}$  яқиндир. Водород бромид кислотаси тузлари – бромидлар



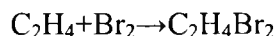
(NaBr, MgBr<sub>2</sub>, AlBr<sub>3</sub> ва бошқалар) эритмадаги бромид ионларига сифат реакция бу – Ag<sup>+</sup> ионлари билан ёркин-сарик деярли сувда эримайдиган AgBr чўкмани ҳосил қилади. Бром кислород ва азот билан тўғридан-тўғри таъсирлашмайди. Бром бошқа галогенлар билан кўп сонли турли бирикмаларни ҳосил қилади. Масалан, фтор билан бекарор BrF<sub>3</sub> ва BrF<sub>5</sub>, йод билан – IBr ни ҳосил қилади. Кўплаб металллар билан таъсирлашиб бромидларни ҳосил қилади, масалан, AlBr<sub>3</sub>, CuBr<sub>2</sub>, MgBr<sub>2</sub> ва бошқалар. Бромнинг таъсирига тантал ва платина чидамли бўлиб, кумуш, титан ва кўргошин нисбатан чидамлилиги пастрок.

Суюқ бром олтин билан осон таъсирлашиб, олтин трибромидни AuBr<sub>3</sub> ҳосил қилади:



Бром – кучли оксидловчи, у сульфит-ионини сульфатга кадар, нитрит-ионини нитратга кадар оксидлайди.

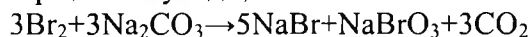
Иккиламчи боғ тутган органик бирикмалар билан таъсирлашиб, бромли ҳосилаларни ҳосил қилади:



Органик молекулаларга ҳам бром таъсир этади, таркибида учламчи боғ сақлайдиган органик бирикмаларга ҳам таъсир қилади. Суюқлик ёки газ устидан бромли сув ўтказилганда эритма рангсизланса, демак, моддаларда тўйинмаган углеводородлар борлигини билдиради.

Катализатор иштирокида қиздирилганда, бром бензол билан таъсирлашиб, бромбензолни ҳосил қилади C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Br.

Ишқор эритмалари ва натрий, калий карбонатлари билан бром таъсирлашганда тегишли бромидлар ва броматлар ҳосил бўлади, масалан:



Кислородсиз водород бромид HBr кислотасидан ташқари, бром катор кислородли кислоталарни ҳосил қилади, яъни пербромат HBrO<sub>4</sub>, бромат HBrO<sub>3</sub>, бромит HBrO<sub>2</sub>, гипобромит HBrO ва бошқалар.

S, Se, Te, P, As ва Sb лар билан таъсирлашганда тегишли бромидларни ҳосил қилади: S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>, PBr<sub>3</sub>, PBr<sub>5</sub>, бекарор: SeBr<sub>4</sub> ва Se<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>, TeBr<sub>4</sub>, AsBr<sub>3</sub>, SbBr<sub>3</sub>. Бор ва кремний бром билан қиздирилганда BBr<sub>3</sub> ва SiBr<sub>4</sub> ларни ҳосил қилади.

Айрим металллар (масалан, K, Al) курук бром билан фаол таъсирлашади, аммо кўп ҳолларда бромиднинг юзасида химоя қавати ҳосил бўлиши ҳисобига, реакция сув иштирокида жадал суръатда бормайди.

**Олиниши.** Бром олиш учун денгиз сувлари, кўл сувлари ва ер ости сувлари ҳамда калий ишқори ишлаб чиқариш маҳсулотларидан (бромни миқдори 4-5 кг/м<sup>3</sup> гача) фойдаланиш мумкин. Бромни ажратиб олиш учун бромли сувга газ ҳолидаги Cl<sub>2</sub> ўтказилади ва керамика, шиша ёки титандан тайёрланган насадкали колонналарда сув буғи ёки ҳаво орқали ҳайдаб олинади. Колоннанинг юқори қисмидан қиздирилган реакцион эритма, пастдан сув буғи ва бир оз юқоридан Cl<sub>2</sub> гази берилади. Колоннадан чиқаётган буғлар конденсирланади. Кейинчалик бром сувдан ва хлор ва органик моддалар кўшимчаларидан ректификация ёрдамида тозаланади. Эритма хлор билан қайта ишлангандан сўнг колоннанинг юқори қисмидан эритма, пастки қисмидан ҳаво берилади. Ҳосил бўлган бром-ҳаво аралашмаси FeBr<sub>2</sub> эритмаси билан ушланиб, бунда ҳосил бўлган FeBr<sub>3</sub> темир қириндиси билан FeBr<sub>2</sub> гача қайтарилади ва бром Cl<sub>2</sub> ёрдамида ажратиб олинади. Бромни юттириш учун NaOH ёки Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> эритмасидан фойдаланиш мумкин:



Бромни ажратиб олиш учун H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таъсир эттирилди. Қолдиқ бром қайта ишланган эритмалардан Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> билан зарарсизлантирилади.

**Бром бирикмалари.**  $\text{Br}_2\text{O}$ ,  $\text{BrO}_2$ ,  $\text{BrO}_3$ ,  $\text{Br}_3\text{O}_8$  – бром оксидлари,  $\text{BrN}_3$  – бромазид,  $\text{S}_2\text{Br}_2$  – олтингугурт бромиди,  $\text{SOBr}_2$  – тионил бромид,  $\text{CBr}_4$  ва  $\text{C}_8\text{Br}$ ,  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{PBr}_5$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{BrCl}$ ,  $\text{IBr}$ .

**Ишлатилиши.** Бром асосидаги кўп бирикмалар асосан органик синтезда кенг қўлланилади.

«Бромли сув» (бромнинг сувли эритмаси) реагент сифатида тўйинмаган углеводородларни аниқлашда ишлатилади.

Кумуш бромиди  $\text{AgBr}$  фотографияда ишлатилади, таркибида бромли бирикмалар антипирен сифатида – пластик, ёғочга, тўқимачилик материалларига ўтга бардошлилигини оширишда ишлатилади. Бром пентафториди ракета ёқилгиси учун кучли оксидловчи сифатида ҳам ишлатилади.

Ҳозирги вақтда антидетонацион қўшимча сифатида мотор ёқилгисига, тетраэтилқўрғошиннинг ўрнига бром пентафториди ишлатилади. Бромидлар эритмалари нефт қазиб олишда қўлланилади. Оғир металллар бромидлари эритмаси «оғир суюқликлар» сифатида фойдали қазилмаларни флотация усулида бойитишда, шунингдек, кўплаб бром органик бирикмалар инсектицид ва пестицидлар сифатида ишлатилади.

Тиббиётда натрий ва калий бромиди тинчлантирувчи дори модда сифатида кўпчиликка яхши таниш.

**36. КРИПТОН** (грек. “kryptos” – “яширин”; лот. Krypton) Криптон ( $\text{Kr}$ ) – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, инерт газларга тегишли; тартиб рақами



Морис Траверс  
(1872-1961)

36, атом массаси 83,80. Табиатдаги криптон ҳаводан ажратилган изотоплардан иборат  $^{78}\text{Kr}$  (0,354% ҳажм бўйича),  $^{80}\text{Kr}$  (2,27%),  $^{82}\text{Kr}$  (11,56%),  $^{83}\text{Kr}$  (11,55%),  $^{84}\text{Kr}$  (56,90%),  $\text{Kr}$  (17,37%).  $^{235}\text{U}$  ва  $^{238}\text{U}$  бўлинишида радиофаол изотоплар ҳосил бўлади, масалан,  $^{85}\text{Kr}$  ( $T_{1/2} = 10,6$  г), у ядро портлашида ҳам ҳосил бўлади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ .

1898 йилда инглиз олими У.Рамзай ва М.Траверс суюқ ҳаво таркибидан аралашмани ажратган (бирламчи кислород, азот ва аргонни ажратиб) ва унинг таркибидан спектраль усул билан иккита газ: криптон («яширин») ва ксенон («бегона») ажратиб олинган.



Уильям Рамзай  
(1852-1916)

**Табиатда тарқалиши.** Атмосфера ҳавосидаги ҳажм бўйича миқдори  $1,14 \cdot 10^{-4}\%$ , умумий захираси  $5,3 \cdot 10^{12}$  м<sup>3</sup> дан иборат. 1 м<sup>3</sup> ҳавода 1 см<sup>3</sup> атрофида криптон бўлади. Ҳаво таркибидан криптонни ажратиш кўп энергия талаб қилади, чунки бир ҳажм криптонни суюқ ҳаводан ректификация қилиб таркибидан ажратиш учун миллион ҳажмдан зиёд ҳавони қайта ишлаш керак.

Ер литосферасида узоқ яшовчи элемент (торий, уран) ядроларини спонтан ядровий бўлинишида (беқарор нуклидларнинг занжирли емирилишида), бу жараён атмосферани криптон билан бойитади.

**Физикавий хоссалари.** Криптон – бир атомли рангсиз ва ҳидсиз газ.  $t_{\text{суюқ}} = -156,45^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = -153,2^\circ\text{C}$ ; газ ҳолатидагини зичлиги  $3,745$  кг/м<sup>3</sup> (273К).

Криптон  $t_{\text{кр}} = -63,77$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 5,50$ ;  $\rho_{\text{кр}} = 0,908$ ;  $C_p = 20,79$ ;  $S^\circ = 163,97$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 1,64$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 9,05$ ;  $\epsilon = 1,000768^{25}$ ;  $\rho = 1^{-198,3}$ ;  $10^{-187,2}$ ;  $100^{-172,4}$ ;  $s$  (мл) =  $11,0^0$ ;  $6,0^{25}$ ;  $4,67^{50}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Криптон кимёвий жиҳатдан инертдир. Қаттиқ шароитда фтор билан таъсирлашиб, криптон дифторидни ҳосил қилади. Олимлар томонидан яқинда криптоннинг биринчи  $\text{Kr-O}$  боғли бирикмаси олинди ( $\text{Kr}(\text{OTeF}_5)_2$ ).

Аввалига 1965 йилда  $KrF_4$ ,  $KrO_3 \cdot H_2O$  ва  $BaKrO_4$  таркибли моддалар олинганлиги ҳақида маълумот берилган эди. Бироқ кейинчалик бу маълумотлар инкор қилинди.

2003 йилда Финляндияда илк бора бирикма  $C-Kr$  ( $HKrC \equiv CH$  – гидрокриптоацетилен), криптон ва ацетиленнинг криптонли матрицада фотолизи натижасида олинганлигини алоҳида қайд этиб ўтиш ўринлидир.

**Олиниши.** Криптон ҳавони ажратиш жараёнида қўшимча маҳсулот сифатида олинади. Газ ҳолидаги кислород, таркибида криптон ва ксенон бўлган газ, кислород олиш учун конденсатор қурилмасидан криптон олиш учун мўлжалланган ректификацион қурилмага берилади. У ерда криптон ва ксенон кислороддан ажратилади. Криптон ва ксенон ажратиб олиш даражаси 0,90 ни ташкил этади. Ажратилган концентрат сиқилади ва иссиқлик алмаштириб берувчи қурилма орқали  $\sim 1000$  К гача қиздирилган  $CuO$  билан тўлдирилган контакт аппаратга берилади. У ерда углеводородлар ёқилади. Газлар аралашмаси сувли совитгич орқали совитилгандан сўнг,  $CO_2$  ва сув қўшимчалардан  $KOH$  ёрдамида дастлаб скрубберларда, кейин эса баллонларда тозаланади. Ёқиш ва тозалаш бир неча марта такрорланади. Тозаланган концентрат совитилади ва узлуксиз равишда босим остида ректификацион колоннага юбориб турилади. Бунда криптон ва ксенон сиғимга уларнинг миқдори 95-98% гача йигилиб боради. Криптон ксенонли газлар аралашмаси газификатор, углеводородларни ёқувчи қурилма ва тозалаш тизими орқали газгольдерга йўналтирилади. Газгольдердан газлар аралашмаси газификаторга тушади ва у ерда улар конденсация бўлади. Бу аралашманинг бир қисми фракцион буғлантирилади. Натижада контакт аппаратда  $CuO$  ёрдамида тозаланиб тоза криптон олинади. Қолган газлар аралашмаси фаолланган кўмир тўлдирилган аппаратда 200-210 К да адсорбция қилинади. Ксенон ва бир қисм криптон кўмирга ютилади ва тоза ҳолдаги криптон олинади. Адсорбланган криптон ва ксенон фракцион десорбция қилиб ажратилади.

**Ишлатилиши.** Криптонни нақалланган лампаларда, газоразрядли ва рентгенли трубкаларни тўлдиришда ишлатилади. Радиофаол изотопи  $^{85}Kr$  Бэтта-нурланиш манбаси сифатида тиббиётда, вакуум қурилмаларда кичик тешикчаларни топишда, деталлар емирилишини коррозияни назорат қилиш учун изотоп индикатор сифатида ишлатилади.

Ўта кучли эксимер лазерлар ( $Kr-F$ ) ишлаб чиқаришда ва криптон фторидлари ракета ёқилғиси оксидловчиси сифатида таклиф қилинган. 1960-1983 йиллар оралиғида  $^{86}Kr$  пушти чизик спектр нурларнинг тўлқин узунлиги ёрдамида узунликни (метрни) аниқлаш учун ишлатилган.

**37. РУБИДИЙ** (Rubidium, лот. Rubidus спектрал чизикларнинг ранги бўйича (қизил, кўнғир-қизил)) Рубидий (Rb) – кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи; тартиб рақами 37, атом массаси 85,47. Табиатда рубидийнинг иккита изотопи мавжуд. 85 (72,15%) ва 87 (27,85%); охиригиси  $\beta$ -радиофаолдир ( $T_{1/2} = 5 \cdot 10^{10}$  йил).

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$ .

1861 йилда Р.Бунзен ва Г.Кирхгоф томонидан Дюркгейма (Германия) сувларини тадқиқ қилиб спектрал анализ ёрдамида кашф қилинган. Металл ҳолатидаги рубидий биринчи бўлиб Бунзен томонидан 1863 йилда рубидий гидратартратини  $RbHC_4H_4O_6$



Густав Роберт  
Кирхгоф  
(1824-1887)

углерод билан қайтариб олинган.



Роберт Вильгельм  
Бунзен  
(1811-1899)

Рубидийнинг табиатдаги радиофаоллиги Кемпбелл ва Вуд томонидан 1906 йилда ионлантириш усули орқали аниқланган ва В.Стронг томонидан 1909 йилда фотоэмульсия ёрдамида тасдиқланган. 1930 йилда Л.В.Мысовский ва Р.А.Эйхельбергер Вильсон камераси ёрдамида радиофаоллик бета-заррачаларни чиқариб амалга ошишини тасдиқлади.

**Табиатда тарқалиши.** Рубидийнинг ер қобиғидаги миқдори  $7,8 \cdot 10^{-3}\%$  ни ташкил этади. Унинг миқдори Ag, Au, Hg, Sn, Pb, As, Sb, Bi каби элементлар миқдоридан кўп. Ер қобиғида тарқалганлиги бўйича рубидий тахминан 20-ўринда туради, бироқ табиатда у тарқоқ ҳолда тақсимланган, рубидий – типик тарқоқ элемент. Рубидийнинг индивидуал минераллари маълум эмас. Рубидий бошқа ишқорий элементлар билан бирга учрайди, у доимо калийга йўлдош бўлади. Жуда кўплаб тоғ жинслари таркибида учрайди, шу жумладан, Шимолий Америкада, Жанубий Африкада ва Россияда, аммо унинг концентрацияси жуда оз миқдорда. Фақатгина лепидолитлар нисбатан кўпроқ рубидий, айрим ҳолларда 0,2 %, камёб ҳолларда  $Rb_2O$  таркибида 1-3 % гача учрайди.

Рубидий тузлари денгиз сувларида, океан ва кўл сувларида эриган бўлади. Уларнинг концентрацияси бу сувларда юқори эмас, ўртача миқдори 100 мкг/л ни ташкил этади. Айрим ҳолатларда рубидийнинг сувдаги миқдори юқори: Одесса ҳафзасида унинг миқдори 670 мкг/л га тенг экан, Каспий денгизида – 5700 мкг/л. Бразилиянинг минерал сувларида рубидийнинг миқдори юқори эканлиги аниқланган.

Денгиз сувидан рубидий калийли туз қолдиқларига ўтади, асосан карналлитларга. Карналлит минерали – мураккаб кимёвий бирикма, калий ва магний хлоридлари ва сув бўлиб, унинг формуласи –  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Рубидий аналог таркибли туз ҳосил қилади  $RbCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , иккала тузи ҳам калийли ва рубидийли бир хил тузилишга эга ва биргаликда кристалланиб, тўхтовсиз қаттик эритмалар каторини ҳосил қилади. Карналлит сувда яхши эрийди, шу сабабли минерални очиш қийинчилик туғдирмайди. Ҳозирги вақтда рубидийни бошқа элементлар билан биргаликда карналлит таркибидан ажратиш учун турли хилдаги рационал ва иктисодий самарадор усуллар адабиётларда келтирилган.

Рубидий таркибли минераллар (лепидолит, биотит, циннвальдит, поллуцит, амазонит, петалит, берилл, лейцит, трифилин ва жуда кам авогадрит) Германия, Чехия, Словакия, Намибия, Зимбабве, Туркменистон ва бошқа давлатлар ҳудудида борлиги аниқланган.

**Физикавий хоссалари.** Рубидий (Rb) – кумушсимон-оқ металл, тоза кесилганда металл каби ярқирашга эга. Вакуумда ёки инерт газ атмосферасида ярқироқ юзасини сақлаб қолади ва ташқи кўриниши бўйича бошқа металллардан фарқ қилмайди.  $t_{\text{суюқ.}} = 39,49^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 686,04^\circ\text{C}$ , зичлиги  $1,532 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ). Ҳаводаги учувчанлиги сезиларли даражада эмас.

Рубидий кб.;  $c_p = 0,360^{25}$ ;  $0,379^{50}$ ;  $C_p^0 = 30,8$ ;  $S^0 = 75,7$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 2,18$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 75,77$ ;  $p = 0,01^{127}$ ;  $0,1^{170}$ ;  $1^{294}$ ;  $10^{387}$ ;  $100^{519}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Рубидий юқори реакцион қобилятга эгадир. Стандарт электрод потенциали – 2,925В. Кислородда ва ҳавода тезда оксидланиб алангаланadi, юқори пероксидли  $RbO_2$  пероксид қўшимчалари билан  $Rb_2O_2$  ҳосил қилади. Кислороднинг кам миқдорида  $Rb_2O$  оксидга қадар оксидланади. Сув билан одатда портлаш билан таъсирлашиб,  $RbOH$  гидроксидни ҳосил қилади ва  $H_2$  ажралиб чиқади. Қурук  $H_2$  билан қиздирилганда 5-10 МПа босим остида катализатор иштирокида таъсирлашиб,  $RbH$  гидридни ҳосил қилади. Галогенлар билан тўғридан-тўғри бирикади ва рубидий галогенидларни ҳосил қилади. Рубидийнинг олтингугурт қуқунлари билан ишқаланиши портлаш жараёни билан кечади ва  $Rb_2S$  сульфид ҳосил бўлади. Рубидий селен ва теллур билан вакуумда суюқлантирилганда тегишли селенид  $Rb_2Se$  ва теллурид  $Rb_2Te$  ни ҳосил қилади.  $N_2$  билан одатдаги шароитда таъсирлашмайди, суюқ азот билан  $N_2$  электр разрядида рубидийдан тайёрланган электродлар

оралиғида таъсирлашиб,  $Rb_3N$  нитридни ҳосил қилади. Рубидий суяқ  $NH_3$ , алкиламин ва айрим полиэфирларда эриб, сольватланган электронлар тутган ва электрон ўтказувчанликка эга бўлган кўк рангли эритма ҳосил қилади. Курук газ ҳолатидаги  $NH_3$  билан рубидий  $200-300^\circ C$  таъсирлашиб  $RbNH_2$  амидни, кизил фосфор билан  $400-430^\circ C$  температурада -  $Rb_2P_5$  фосфидни, гарфит кукуни билан  $200-350^\circ C$  температурада -  $C_8Rb$  карбидни, нисбатан юқори температурада –  $C_{24}Rb$  ни, ацетилен билан ацетиленидни  $Rb_2C_2$ , Si ва Ge билан аргон атмосферасида  $600^\circ C$  температурада – тегишли силицидни  $RbSi$  ва германидни  $RbGe$  ҳосил қилади. Рубидий  $CO_2$ ,  $CCl_4$  ва  $CHCl_3$  таъсирида портлаб,  $300^\circ C$  температурадан юқорида шишани парчалаб,  $SiO_2$  ва силикатларни Si га қадар қайтаради. Рубидий барча кислоталар билан таъсирлашади, шу жумладан, органик кислоталар билан ҳам, тегишли тузларни ҳосил қилади, спиртлар билан эса алкоголятларни ҳосил қилади.

Рубидий ишқорий металллар билан каттиқ эритмалардан тузилган (K ва Cs билан) ёки эвтетик аралашма таркибли (Na билан) қотишмалар ҳосил қилади. Рубидий кўплаб металллар – Au, Hg, Cd, Ga, In, Sn, Pb, Bi ва бошқалари билан, кийин эрийдиган металллардан ташқари интерметаллидлар ҳосил қилади.

**Олиниши.** Металлсимон рубидий  $700 - 800^\circ C$  температурада вакуумда (0,001 мм.сим.уст.) кальций металл билан рубидий галогенидларини (одатда, хлоридлари) тикланиш жараёни туфайли қайтариб олинади. Оз миқдордаги рубидийни  $850^\circ C$  температурада цирконий кукуни билан рубидий хроматни тиклаб қайтариб  $Rb_2CrO_4$  разрядланган қувурга рубидийни киритиш орқали ёки рубидий азидини  $RbN_3$  вакуумда (0,1 мм.сим.уст.)  $390 - 500^\circ C$  температурада секинлик билан термик парчалаб олинади. Бу усул анчагина тоза металлсимон рубидий олишга имкон беради ва у термодинамик ва физикавий константаларни аниқлаш учун муҳим аҳамиятга эга. Шунингдек, ўзлаштирилаётган рубидийнинг каттагина қисмини лепидолит бирикмалардан литийни саноатда қўшимча маҳсулот сифатида олинади. Литийни карбонат ёки гидроксид кўринишида ажратиб олингандан сўнг, бошланғич эритмадан рубидийни бирикма кўринишида алюморубидий  $RbAl(SO_4) \cdot 12H_2O$ , алюмокалийли  $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$  ва алюмоцезийли  $CsAl(SO_4) \cdot 12H_2O$  холида чўктирилади. Ушбу бирикма кўп марталик қайта кристаллаб сўнг ажратилади. Карналитлардан магний олишда ҳосил бўладиган ишланган электролитлардан ҳам рубидий ажратиб олинади. Ундан рубидийни феррорцианид темир ёки никел чўкмаларига сорбциялаб ажратиб олинади ва рубидийни карбонат калий ва цезий қўшимчалари билан бирга ажратиб олади.

Поллуцеллитдан цезийни олишда  $Cs[Sb_2Cl_9]$  чўктирилгандан сўнг эритмадан рубидий ажратиб олинади. Нефилиндан глинозем олишда ҳосил бўладиган технологик эритмадан ҳам рубидийни ажратиб олиш мумкин.

Рубидийни ажратиб олиш учун экстракция ва ион алмашиниш хроматография усулларидан фойдаланилади.

**Қотишмалар.** Ишқорий ва ишқорий ер металлари билан, Hg, Sb, Bi, Au металлари қотишмалар ҳосил қилади, қайд этилганлардан охириги учта металл билан ҳосил қилган қотишмаси ёруғлик нури таъсирида электрон эмиссияни намоён қилади.

**Ишлатилиши.** Рубидий асосан катализ, электроника ва атом саноати, махсус оптика, тиббиёт соҳаларида ишлатилади.

Рубидий нафақат тоза ҳолатда, балки қатор қотишмалар ва кимёвий бирикмалар кўринишида ҳам ишлатилади. Рубидий цезийга нисбатан етарли хомашё базасига эгадир.

$^{86}Rb$  изотопи гамма-дефектоскопияда, ўлчов техникаларида, ҳамда дори-дармонлар ва озик-овқатларни стериллашда ишлатилади. Рубидий ва унинг цезий билан қотишмалари -

истикболли иссиқлик ташувчи ва ишчи муҳит сифатида юқори температурали турбоагрегатларда ишлатилади. Рубидий асосидаги иссиқлик ташувчи системалар сифатида учламчи қотишмалари натрий-калий-рубидий ва натрий-рубидий-цезий кенг қўлланилади.

Катализда рубидий органик ва ноорганик моддалар синтезида кенг ишлатилади. Рубидийнинг каталитик фаоллиги юқори бўлганлиги сабабли нефтни қатор муҳим маҳсулотларга қайта ишлашда ишлатилади. Рубидий ацетати, масалан, сув газидан метанол синтезини ва қатор юқори спиртларни синтез қилишда, кўмирнинг ер ости газификациясида ва автомобиллар учун сунъий суюқ ёқилғи, шунингдек, ракета ёқилғиси ишлаб чиқаришда муҳим катализатор ҳисобланади. Рубидийнинг бир неча теллур билан қотишмалари спектрнинг ультрабинафша нурлари таъсирида цезий бирикмаларига нисбатан юқори сезгирликка эга. Шу сабабли фото ўзгартирувчи материал сифатида цезий билан рақобат қилиши мумкин. Махсус мойловчи композициялар (қотишмалар) таркибида рубидий вакуумда юқори самарадор мойловчи сифатида ракета ва космик техникада ишлатилади.

Рубидий гидроксиди паст ҳароратли ток манбалари сифатида токнинг кимёвий манбаларида электролитлар тайёрлашда ҳамда қўшимча сифатида калий гидроксидига қўшилиб, унинг паст ҳароратдаги ишлаш қобилиятини оширишда ва электролитнинг электр ўтказувчанлигини кўтаришда ишлатилади. Гидридли ёқилғи ва қўшимча элементлар сифатида металл ҳолатидаги рубидий қўлланилади.

Рубидий хлориднинг мис хлориди билан ҳосил қилган қотишмаси юқори температураларни (400 °C гача) ўлчашда ишлатилади.

**38. СТРОНЦИЙ** (Strontium) Sr – кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи, ишқорий ер металллар вакили; тартиб рақами 38; атом массаси 87,62. Табиатда стронцийнинг тўртта барқарор изотопи мавжуд: 84, 86, 87, 88, улардан  $Sr^{88}$  (82,56%) кенг тарқалаган. Сунъий йўл билан радиофаол изотоплари масса сонлари билан 80 дан 97 гача олинган, шу жумладан,  $Sr^{90}$  ( $T_{1/2} = 27,7$  йил).



Гемфри Деви  
(1778-1829)

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$ .

Кимёвий элемент стронцианит минерали номига қўйилган. Ушбу элемент биринчи бўлиб Стронциана шаҳри яқинида (Шотландия) топилган. Стронций металл ҳолида биринчи бўлиб инглиз олими Г.Деви томонидан 1808 йилда стронций гидроксидини симоб катода билан электролиз ёрдамида олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Эркин ҳолатда стронций табиатда учрамайди. Физикавий тарқалганлигига кўра ер қобиғида стронций жуда кам, унинг массавий улуши 0,014 % (литосферада – 0,045 %) ташкил этади. Металлнинг ер қобиғида мол улуши 0,0029 % ташкил этади. Стронций денгиз сувида 8 мг/л микдорда бўлади.

У 40 га яқин минераллар таркибига киради. Ундан энг муҳими – целестин  $SrSO_4$  (51,2 % Sr), саноатда асосан стронцианит  $SrCO_3$  (64,4 % Sr) қазиб олинади. Бу икки минерал саноат аҳамиятига эга. Кўп ҳолларда стронций турли минералларда қўшимча сифатида учрайди.

$SrAl_3(AsO_4)SO_4(OH)_6$  – кеммлицит;  $Sr_2Al(CO_3)F_5$  – стенонит;  $SrAl_2(CO_3)_2(OH)_4 \cdot H_2O$  – стронцийдрессерит;  $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$  – гойясит;  $Sr_2Al(PO_4)_2OH$  – гудкенит;  $SrAl_3(PO_4)SO_4(OH)_6$  – сванбергит;  $Sr(AlSiO_4)_2$  – слосонит;  $Sr(AlSi_3O_8)_2 \cdot 5H_2O$  – брьюстерит;  $Sr_5(AsO_4)_3F$  – ферморит;  $Sr_2(B_{14}O_{23}) \cdot 8H_2O$  – стронцийджинорит;  $Sr_2(B_5O_9)Cl \cdot H_2O$  – стронциохильгардит;  $SrFe_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$  – лясуньит;  $SrMn_2(VO_4)_2 \cdot 4H_2O$  – сантафеит;  $Sr_5(PO_4)_3OH$  – беловит;  $SrV(Si_2O_7)$  – харадаит.

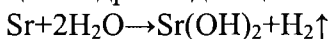
Стронций Калифорния, Аризона (АҚШ), Россия ва бошқа давлатлардаги конларда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Стронций – юмшоқ кумушсимон-оқ, эгиловчан ва болғаланувчи металл, пичок билан осон кесилади.  $t_{\text{суюк}}=768^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{жайн.}}=1390^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $2,63 \text{ г/см}^3$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Стронцийнинг учта модификацияси маълум.  $215^{\circ}\text{C}$  температурагача кубсимон ёнлари марказлашган модификацияси барқарор ( $\alpha\text{-Sr}$ ),  $215$  ва  $605^{\circ}\text{C}$  оралиғида - гексагональ ( $\beta\text{-Sr}$ ),  $605^{\circ}\text{C}$  юқори температурада кубсимон ҳажмлари марказлашган модификацияси ( $\gamma\text{-Sr}$ ) маълум.

Стронций кб. ( $\alpha$  ёки  $\gamma$ ), гекс. ( $\beta$ );  $c_p=0,310^{25}$ ;  $C_p^{\circ}=27,2$ ;  $S^{\circ}=53,1$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$  ( $\alpha$ );  $\Delta G^{\circ}=0$  ( $\alpha$ );  $\Delta H_{\text{суюк}}=9,2$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=141,4$ ;  $p=0,01^{533}$ ;  $0,1^{621}$ ;  $1^{733}$ ;  $10^{877}$ ;  $100^{1097}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Стронций ўзининг бирикмаларида +2 оксидланиш даражасини намён қилади. Стронций хоссаларига кўра кальций ва барийга яқин, уларнинг оралиғида жойлашган.

Кучланишларнинг электрокимёвий қаторида стронций фаол металллар орасида жойлашган (унинг нормаль электрод потенциали –  $2,89 \text{ В}$ ). Сув билан жадал таъсирлашиб, стронций гидроксидни ҳосил қилади:

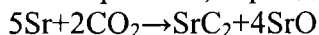


Кислоталар билан таъсирлашади, тузлар таркибидан оғир металлларни сиқиб чиқаради. Концентрланган кислоталар билан ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) кучсиз таъсирлашади.

Металл ҳолатидаги стронций ҳавода тезда оксидланади, сўнг қобик юзасида сарғиш қаватни ҳосил қилади ва у  $\text{SrO}$  оксиддан ташқари  $\text{SrO}_2$  пероксид ва  $\text{Sr}_3\text{N}_2$  нитриди бўлади. Ҳавода қиздирилганда қораяди, кукунсимон стронций ҳавода алангаланишга мойил бўлади.

Металлмаслар – олтингугурт, фосфор, галогенлар билан жадал таъсирлашади. Водород билан ( $200^{\circ}\text{C}$  юқори температурада), азот билан ( $400^{\circ}\text{C}$  юқори температурада) таъсирлашади. Ишқорлар билан деярли таъсирлашмайди.

Юқори температурада  $\text{CO}_2$  билан таъсирлашиб, карбидни ҳосил қилади:



Металл кучли қайтарувчи ҳисобланади. Суюқланган ҳолатда кўплаб металллар ( $\text{Ag}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Sb}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$  ва бош.) билан бир жинсли эритмалар (қаттиқ эритмалар) ҳосил қилади; кальций ва барий билан (охиригиси билан  $600^{\circ}\text{C}$  температурадан юқори температурада) узлуксиз қаттиқ эритмалар қаторини беради.

Қатор металллар билан интерметаллид бирикмаларни (масалан,  $\text{SrAl}$ ,  $\text{SrAl}_4$ ,  $\text{SrMg}_2$ ) ҳосил қилади.

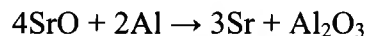
**Олиниши.** Металл ҳолидаги стронцийни олишнинг 3 та усули мавжуд:

- баъзи бирикмаларни термик парчалаш;
- электролиз;
- оксид ёки хлоридларини қайтариш.

Стронций металлани олишнинг асосий саноат усули унинг оксидларини алюминий билан термик қайтариш ҳисобланади.  $\text{SrCl}_2$  ва  $\text{NaCl}$  аралашмаси эритмасини электролиз усулида олинади, унда стронций кам чиққанлиги сабабли ва стронцийни қўшимчалар билан ифлосланиши орқали кенг миқёсда саноатда қўлланилади.

Стронций гидриди ёки нитридини термик парчаланганда осон алангаланишга мойил бўлган майда дисперсли стронций ҳосил бўлади.

Стронций металлани олиш учун асосан вакуумда алюминотермик қайтариш усули қўлланилади, яъни;



Бунинг учун  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  ёки  $\text{SrCO}_3$  ни парчалаб сўнг олинган стронций оксиди алюминий кукуни билан аралаштирилади ва босим остида брикетланади.

Брикетлар пўлат реторталарга юкланади ва уни вакуумли электропечларга жойлаштирилади.

Вакуумда  $1100 - 1150^{\circ}\text{C}$  температурада қайтарилган стронций буғлари, ретортага ўрнатилган конденсатор юзасида совутилиб кристалланади, қайтарилиш жараёни тугагандан сўнг реторта аргон билан тўлдирилади ва конденсат суюқлантирилади ва йиғиб олинади.

**Қотишмалари.** Pb-Sn-Sr қотишмаси аккумулятор батареяларида анодлар тайёрлаш учун, Sr-Cd қотишмаси гальваник элементлар учун ишлатилади. Айрим кучли пирофор хоссали қотишмалар таркибига киради (масалан, Mg-Sr), ҳамда у люминафор ва фотоэлементлар тайёрлашда ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Стронций бирикмалари пиротехникада, электровакуум техникасида, радиоэлектроникада, шиша ишлаб чиқаришда, кимё саноатида ишлатилади.

Стронций мис ва унинг айрим қотишмаларини легирлаш учун, қўрғошинли қотишмалари эса аккумуляторлар тайёрлашда, чўян, мис ва пўлатларни десульфурация қилишда ҳам ишлатилади.

99,99-99,999% тозаликдаги соф стронций уран бирикмасини қайта тиклаш учун ишлатилади.

Стронцийнинг магнитоқаттиқ ферритлари доимий магнитлар ишлаб чиқарувчи материал сифатида ишлатилади.

Пиротехникада стронцийнинг карбонати, нитрати, стронций перхлорати алангани кизил-қизғиш рангга бўйаш учун ишлатилади. Магний-стронций қотишмаси кучли пирофор хоссаларига эга ва пиротехникада ёнадиган, сигналли материаллар тайёрлашда ишлатилади.

Стронций уранати водородни термохимёвий усулда олишда ишлатилади (атом-водород энергетикасида) ва шу жумладан, сувнинг кислород ва водородга ажралиши учун иссиқлик олишда стронций уранат таркибидаги уран ядросининг тўғридан-тўғри бўлиниши амалга оширувчи бирикма сифатида ишлатиш усуллари синовдан ўтказилмоқда.

Стронций оксиди юқори ўтказувчан керамика материалларининг асосий таркибий компоненти ҳисобланади.

Стронций оксиди, бошқа қаттиқ ишқорий ер металлари – барий ва кальций (BaO, CaO) аралашмаси таркибида бўлган ҳолда вакуум электрон қурилмаларда ишлатилади.

Стронций фториди юқори энергосиғими ва энергосиқлигига эга бўлган қаттиқ жинсли фторионли аккумулятор батареяларида компонент сифатида ишлатилади.

$^{89}\text{Sr}$  масса сонли изотопи, ярим емирилиш даврига эга 50,55 кун, у саратон касалликларини даволашда ишлатилади.



**39. ИТТРИЙ** (Иттербю кишлоғи номидан, Ytterbuv Швеция; лот. Yttrium) Иттрий (Y) - кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи; тартиб рақами 39, атом массаси 88,905; сийрак ер элементлар (СЕЭ) вакилларидан бири. Табиатдаги иттрийнинг ягона барқарор  $^{89}\text{Y}$  изотопи мавжуд.



Фредрих Вёлер  
(1800-1882)

Элементнинг электрон конфигурацияси  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^1$ .

1794 йилда Ю.Гадолин иттербит минерали таркибидан ушбу элемент оксидини ажратиб олган ва уни иттрий деб номлаган. Бироқ 1843 йилда К.Мосандер бу оксид Y, Er ва Tb оксидлари аралашмаси эканлигини исботлаб берди ва унинг таркибидан  $\text{Y}_2\text{O}_3$  ажратиб олди. Металл ҳолатидаги (тоза) иттрийни 1828 йилда Ф.Вёлер биринчи бўлиб ажратиб олган.



Юхан Гадолин  
(1760-1852)

**Табиатда тарқалиши.** Иттрийнинг ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-3}\%$ . Иттрий – лантанинг кимёвий аналогидир. Кларкдаги миқдори 26 г/т, денгиз сувидаги миқдори 0,0003 мг/л. Иттрий лантаноидлар билан биргаликда минерал хомашё таркибида бўлади. Тантало-ниобатлар иттрий гуруҳчасининг, титанатлар ва титано-тантало-ниобатлар – церий гуруҳчаси таркибида учрайди. Бошқа СЕЭ лар билан ксенотим  $\text{YPO}_4$ , гадолинит  $\text{Y}_2\text{FeBe}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ , фергюсонит, эвксенит, браннерит, иттропаризит, иттрофлюорит, таленит, иттриалит ва бошқа минералларда учрайди.

Иттрийнинг асосий конлари Хитой, Австралия, Канада, АҚШ, Индия, Бразилия, Малайзияда жойлашган.

**Физикавий хоссалари.** Иттрий оч кулранг рангли металл. Иттрийнинг иккита кристалл модификацияси мавжуд:  $\alpha$ -Y магний типидagi гексагонал панжарали ( $a=3,6474 \text{ \AA}$ ;  $c=5,7306 \text{ \AA}$ ;  $z=2$ ; фазовий гуруҳи  $R\bar{6}_3/mmc$ ),  $\beta$ -Y кубсимон хажмли марказлашган  $\alpha$ -Fe панжара типидagi ( $a=4,08 \text{ \AA}$ ;  $z=2$ ; фазовий гуруҳи  $Im\bar{3}m$ ), ўтиш температураси  $\alpha \leftrightarrow \beta$  1482 °C,  $\Delta H$  ўтиш – 4,98 кДж/моль.  $t_{\text{суюқ.}}$  = 1528 °C,  $t_{\text{қайн.}}$  = 3320 °C, зичлиги 4,45 г/см<sup>3</sup>. Иттрий гекс.;  $\rho=4,48^{20}$ ;  $c_p=0,31^{50}$ ;  $0,34^{400}$ ;  $c_p^{\circ}=25,1$ ;  $S^{\circ}=46,0$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $p=0,01^{1652}$ ;  $0,1^{1847}$ ;  $1^{2080}$ ;  $10^{2470}$ ;  $100^{2830}$ .

Иттрийни механик қайта ишлаш бошқа шунга ўхшаш сийрак металлларга нисбатан осон.

**Кимёвий хоссалари.** Иттрий ҳавода оксидларнинг юпқа қавати билан қопланади. Унинг интенсив оксидланиши 760°C температурадан юқорида бошланади. Металл қайнаётган сувда ҳаводаги кислород билан секин оксидланади, минерал кислоталар билан осон ва сирка кислотаси билан секин таъсирлашади. У водород фторид кислотаси таъсирига нисбатан чидамли. Водород билан 315-1540°C температурада таъсирлашади. 760°C температурада азот билан бирикиб, нитридни ҳосил қилади, киздирилганда галогенлар, С, S, P лар билан таъсирлашади.

**Олиниши.** Ҳозирги кунда, металл иттрий олиш учун концентратдан иттрийни эритмага ўтказишнинг бир неча кислотали усуллари мавжуд. Бунда эритмага 90 % гача иттрий ўтади.

Иттрий бирикмалари ажралиши учун, ноёб ер минерали сульфат кислота ёрдамида парчланади ва 10-40°C ҳароратда сульфат ва хлорид натрийнинг сувли эритмалари билан экстракция қилинади. Суюқ фаза аввалига қаттиқ фазадан ажратилади, суюқ фазага ноёб ер минералларидан 4-7 марта катта ҳажмдаги сульфат ёки хлорид натрий эритмаси 60°C температурадан юқори ҳароратда берилади ва ҳосил бўлган қаттиқ фаза ажратиб олинади. Сульфат кислота иштирокидаги жараённинг асосий камчиликлари жараённинг юқори ҳароратда бориши, кўп меҳнат талаб қилиши ва энергия кўп сарф бўлиши ҳисобланади.

Шунингдек, кўп тубли печдан чиққан маҳсулот 30% хлорид кислота билан 2,7 диаметри, 3 м баландликдаги каналларда аралаштириб ажратиб олинади. Газ ҳолидаги хлорни зарарсизлантириш учун каналлар ҳаво сўриш тизими билан жиҳозланган. Иттрий бунда эритма таркибига ўтади. Ушбу жараённинг камчилиги олдиндан маҳсулот бойитилган бўлиши шартлиги, кўп тубли печдаги жараёнларда борадиган реакцияларда кўп газ ҳолидаги хлорнинг ажралиб чиқишидан иборат.

Келтирилган барча усулларда дастлабки маҳсулот сифатида таркибида 30-50% иттрий бўлган ксенотим, эвксенит ва гадолинит минераллари, таркибидан 4% гача иттрий мавжуд бўлган монацит, апатит ва 0,2% гача иттрий саклаган бастнезит минераллари ишлатилади. Ушбу иттрийга бой минераллар камёб бўлиб, ксенотим ва эвксенит минераллари бир неча юз тонна, бастнезит ва монацит минераллари бир неча минг тоннагача қайта ишланади. Уларнинг аниқланган захиралари ҳам табиатда кўп эмас. Шу ўринда алоҳида қайд этиш керакки, иттрий бошқа минераллар таркибида ҳам учрайди, масалан, боксит таркибида тахминан 0,001% мавжуд, йиллик қазиб олиш ҳажми миллионлаб тоннани ташкил қилади. Боксит минераллари ҳозирда алюминий ишлаб чиқариш саноатида глинозем олиш учун ҳам қайта ишланади. Бокситдан глинозем олишда мавжуд иттрийнинг 90 фоизи қизил чиқинди шламларига ўтади. Натижада, мазкур шлам таркибида 0,003 гача иттрий ҳосил бўлади, ушбу қиймат хомашё сифатида ишлаб чиқариш шароитлари учун етарли ҳисобланади. Бироқ бугунги кунда қизил шламлар амалиётда қайта ишланмайди ва ўнлаб миллион тоннадан ортиқ чиқинди уюмларида тўпланиб ётмоқда.

Шундай қилиб, иттрий ишлаб чиқаришнинг барча усуллари таркиби бой минераллар ва концентратлар учун мўлжалланган ҳамда бошқа қўшимча макрокомпонентларга эга рудалар учун яроқсиздир.

Бундан ташқари, иттрий баъзи уран, тербий, ниобий ва тантал рудаларини қайта ишлашда йўлдош элемент сифатида ҳам олиниши мумкин.

**Қотишмалари.** Ni, Co, Cr, Nb ва бошқа металллар асосида қотишмалари иссиқликка ва ўтга бардошлилигини оширади, W, Hf, Zr, Mo, Ta асосидаги қотишмалари ва қийин эрийдиган металлларнинг мустаҳкамлигини ва пластиклик қобилятини оширади, титанли, мисли қотишмалари мустаҳкамликни оширади ва улар авиация техникасида ишлатиладиган Mg ва Al асосли қотишмалар таркибига киради. Электроникада ва радиотехникада иттрийнинг La, Al, Zr лар билан қотишмалари геттерлар сифатида ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Иттрий қатор ғаройиб хоссаларга эга бўлган металл бўлиб, бу хоссалар ҳозирги кунда саноатда кенг қўлланилиш имконини берса, шу билан бирга, келажакдаги истиқболлини ҳам белгилайди. Лигерланмаган тоза иттрий учун ўз мустаҳкамлик чегараси – 300 МПа (30 кг/мм<sup>2</sup>) га яқин.

Иттрий хромити – юқори температурали қаршилик киздиргичлари учун материалдир, оксидланиш муҳитида ҳам қўлланилиши мумкин (ҳаво, кислород ёрдамида).

«Иттралокс» (Yttralox) – торий диоксидининг иттрий оксидидаги қаттиқ эритмаси. Кўринадиган ёруғликда бу материал шиша сингари шаффофдир, аммо инфрақизил нурларни яхши ўтказди, шу сабабли махсус аппаратура ва ракеталар учун ундан инфрақизил «дизалар» тайёрлашда фойдаланилади, ҳамда юқори температурали печларнинг кузатиш «кўзгуси» сифатида ишлатилади. «Иттралокс» 2207 °С температура атрофида эрийди.

Иттрий оксиди – киздиришга ўта чидамли, ҳавода ёнмас, температура кўтарилган сари мустаҳкамланади (максимум 900-1000 °С). Иттрий-мис-барийли қотишмаси керамиканинг  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  асосий компоненти юқори температурали ўта ўтказгич ҳолатига 90 К атрофида ўтади.

Иттрий қотишмасининг истиқболли қўлланилиш соҳаси авиакосмик саноат, атом

техникаси, автомобилсозлик ҳисобланади. Иттрий ва унинг айрим қотишмалари суюқланган уран ва плутоний билан таъсирлашмайди, унинг бу хоссаси ядровий газфазали ракета двигателларида ишлатиш имиконини беради.

Алюминийни иттрий билан легирлаш ундан тайёрланган симларнинг электр ўтказувчанлигини 7,5 % га оширади.

Иттрий юқори мустаҳкамлик ва суюқланиш температураси чегарасига эга, шу сабабли титан билан барча қўлланилиш соҳаларига рақобат қилиш имконига эга. Бундан ташқари, иттрий қотишмалари юк таъсири остида силжисмайди («ползучесть»), бу хусусият титан қотишмаларида мавжуд бўлмаганлиги сабабли ишлатилиш соҳасини чеклайди.

Ички ёнув двигателларини иттрий билан коплаш натижасида деталларнинг ейилишга чидамлилиги хромлашга караганда 400-500 марта ортади.

Европий билан легирланган иттрий оксиди ва иттрий ванадати, рангли телевизорларнинг кинескопларини ишлаб чиқаришда ишлатилади. Иттрий оксосульфиди европий билан фаоллаштирилгани рангли телевиденияда люминифорлар ишлаб чиқаришда, тербий билан фаоллангани, ок-кора телевидение учун ишлатилади. Иттрий-алюминийли гранат (ИАГ), уч валентли церий билан легирлангани, сарик ранг соҳасида максимум нурланиши люминофор оқ светодиоли конструкциялар тайёрлашда ишлатилади.

Вольфрамга иттрийнинг қўшилиши электроннинг чиқишини тезда тўхтатади (тоза иттрийда 3,3 эВ), у аргон кутбли пайвандлашда иттрийланган вольфрамли электродлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Иттрий бериллиди (скандий бериллиди каби) авиакосмик саноатда ажойиб конструкцион материал ҳисобланади ва 1920°C атрофида суюқланиб, ҳавода 1670 °C оксидлана бошлайди. Бундай материалнинг солиштирма мустаҳкамлиги анча юқори ва толасимон кристалларни тўлдириш учун унинг матрица сифатида ишлатилиши “фантастик” мустаҳкамликка ва эгилувчанликка эга материаллар тайёрлашда фойдаланилади.

Иттрий тетрабориди атом реакторларида бошқариш стерженлар учун материал сифатида қўлланилишга эга. Иттрий ортотанталати ренгеноконтрастли катламлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Қимматли физик-кимёвий хоссага эга бўлган иттрий-алюминийли гранатлар синтез қилинади, шунинг учун ҳам улар заргарлик соҳасида кенг қўлланилади. Улар азалдан технологик ва нисбатан арзон материал сифатида каттик жисмли лазерларда ишлатилиб келган. Муҳим лазерли материал иттрий-скандий-галлийли гранат ҳисобланади.

**40. ЦИРКОНИЙ** (Zirconium, араб. “zerk” – “қимматбаҳо тош”, ёки форс. “Zargun” – “олтин тош”) Zr – кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи; тартиб

рақами 40; атом массаси 91,224. Табиатда цирконийнинг қуйидаги изотоплари мавжуд: Zr<sup>90</sup>(51,46%), Zr<sup>91</sup>(11,23%), Zr<sup>92</sup>(17,11%), Zr<sup>94</sup> (17,40%) ва Zr<sup>96</sup> (2,80%). Сунъий олинган изотоплар Zr<sup>93</sup>(T<sub>1/2</sub>=1,1·10<sup>6</sup> йил) ва Zr<sup>95</sup> (T<sub>1/2</sub> = 65 кун).

Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>6</sup>5s<sup>2</sup>4d<sup>2</sup>.

Цирконий диоксид кўринишида биринчи бўлиб 1789 йилда немис ким-ёғари М.Г.Клапрот томонидан циркон минералини анализ қилиш натижасида



Йёнс Якоб Берцелиус (1779-1848)



Мартин Генрих Клапрот (1743-1817)

аниқланган. Цирконийни биринчи марта эркин ҳолатда швед кимёғари Берцелиус томонидан 1824 йилда олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-2}$  %. Литосферада цирконий бирикмалари кенг тарқалган. Турли маълумотларга кўра, цирконий кларки 170 дан 250 г/т гача. Денгиз сувидаги концентрацияси  $5 \cdot 10^{-5}$  мг/л. Табиатда унинг фақатгина кислородли бирикмалари, оксидлар ва силикатлари мавжуд. Цирконий тарқок элемент бўлишига қарамасдан, 40 га яқин минераллари маълум, улар цирконий оксидлар ва тузлар кўринишида бўлади. Асосан циркон ( $ZrSiO_4$ ) (67,1 %  $ZrO_2$ ), бадделеит ( $ZrO_2$ ) ва турли мураккаб минераллар (эвдиалит  $(Na, Ca)_5(Zr, Fe, Mn)[O, OH, Cl][Si_6O_{17}]$  ва бош.). Ердаги барча конларига цирконийга Hf йўлдошлик қилади.

Барча тоғ жинсларида учрайди, асосан, гранит ва сиенитда. Гиндерсон графлигида (Шимолий Каролина штати) пегматитларда узунлиги бир неча сантиметр бўлган цирконий кристаллари топилган, Мадагаскарда оғирлиги бир неча килограммгача бўлган кристаллари аниқланган.

Нисбатан катта конлари АҚШ, Австралия, Бразилия, Ҳиндистон давлатлари ҳудудида учрайди.

Россияда, цирконийнинг ер қобиғидаги миқдорининг 10% тўрғи келишини ҳисобга олсак (дунёда, Австралия ва ЖАРдан кейин 3 ўринда туради), асосий конлари: Мурманск, Томск, Тамбов, Нижегород ва Чита вилоятларида жойлашган.

**Физикавий хоссалари.** Цирконий кумушсимон оқ рангли металл, кимёвий тоза ҳолатда болғаланишга мойил. Бирикмалардан ажратилган цирконий олиниш усулига қараб, ғовак-кўкимтир ёки кўкимтир қора кукун ҳолида бўлади. Иккита кристалл модификацияси мавжуд:  $\alpha$ -Zr – магний типидagi гексагональ панжарали ( $a = 3,231 \text{ \AA}$ ;  $c = 5,146 \text{ \AA}$ ;  $z = 2$ ; фазовий гуруҳи  $P6_3/mmc$ );  $\beta$ -Zr – кубсимон ҳажмлари марказлашган панжарали  $\alpha$ -Fe типидagi ( $a = 3,61 \text{ \AA}$ ;  $z = 2$ ; фазовий гуруҳи  $Im3m$ ).  $\alpha \leftrightarrow \beta$  ўзгариши  $863 \text{ }^\circ\text{C}$  да амалга ошади, ўзгаришнинг  $\Delta H = 3,89 \text{ кДж/моль}$  га тенг. Зичлиги  $\alpha$ -цирконийники  $20^\circ\text{C}$  та  $6,5107 \text{ г/см}^3$ ;  $t_{\text{суюк}} = 1855 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{кайн.}} = 4409^\circ\text{C}$ ; солиштирма иссиқлик сиғими ( $25\text{-}100^\circ\text{C}$ )  $0,291 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$  ёки  $0,0693 \text{ кал/(г}\cdot\text{C)}$ , иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти ( $50^\circ\text{C}$ )  $20,96 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$  ёки  $0,050 \text{ кал/(см}\cdot\text{сек}\cdot\text{C)}$ ; чизикли кенгайишнинг температура коэффиценти ( $20\text{-}400^\circ\text{C}$ )  $6,9 \cdot 10^{-6}$ ; юқори тозаликдаги цирконийнинг солиштирма электр қаршилиги ( $20^\circ\text{C}$ )  $44,1 \text{ мкОм}\cdot\text{см}$ , юқори ўтказувчанлик ҳолатида ўзгариш температураси  $0,7 \text{ K}$ .

Цирконий парамагнит хоссали металл; солиштирма магнитликка мойиллиги киздирилганда ошади ва  $+73 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада  $1,28 \cdot 10^{-6}$ ,  $327^\circ\text{C}$  температурада  $-1,41 \cdot 10^{-6}$ . Иссиқлик нейтронларининг қамраш кесими  $0,18 \cdot 10^{-28} \text{ м}^2$  ( $0,18 \text{ барн}$ ), гафний кўшимчаси бу кўрсаткични оширади, шу сабабли ТВЭ лар тайёрлашда гафнийдан яхши тозаланган цирконий ишлатилади. Эгилувчанлик модули ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $97 \text{ ГН/м}^2$  ( $9700 \text{ кгс/мм}^2$ ); чўзилгандаги мутаҳкамлик чегараси  $253 \text{ МН/м}^2$  ( $25,3 \text{ кгс/мм}^2$ ); Бринелл бўйича мустаҳкамлиги  $640\text{-}670 \text{ МН/м}^2$  ( $64\text{-}67 \text{ кгс/мм}^2$ );

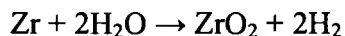
Цирконий гекс. ( $\alpha$ ) ёки кб. ( $\beta$ );  $S^\circ_p = 25,36$  ( $\alpha$ );  $S^\circ = 39,0$  ( $\alpha$ );  $\Delta H^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta G^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta H_{\text{суюк}} = 14,6$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 557,7$ ;  $p = 0,01^{2390}$ ;  $0,1^{2645}$ ;  $1^{2955}$ ;  $10^{3335}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Цирконий учун +4 оксидланиш даражаси характерли. Нисбатан паст оксидланиш даражалари +2 ва +3 ҳам маълум.

Цирконий  $200\text{-}400^\circ\text{C}$  температура оралиғида секин оксидлана бошлайди,  $ZrO_2$  оксид қавати билан қопланади;  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  температурадан юқорида ҳаводаги кислород билан жадал таъсирлашади. Кукунсимон металл пирофордир – одатдаги температурада ҳавода алангаланиши мумкин. Цирконий водородни  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада фаол ютади,  $ZrH$  ва  $ZrH_2$  каттик гидридларини ҳосил қилади;  $1200\text{-}1300 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада вакуумда гидридлари диссоцияланади ва барча водород металлдан чиқариб юборилиши мумкин. Азот билан

цирконий 700-800 °С температурада нитридни ZrN ҳосил қилади. Цирконий углерод билан 900°С температурада карбид ZrCни ҳосил қилади. Карбид ва нитрид – қаттиқ қийин суюқланувчан бирикмалар; цирконий карбиди – ZrCl<sub>4</sub> олиш учун ярим маҳсулот ҳисобланади. Цирконий фтор билан одатдаги температурада таъсирлашади, хлор, бром ва йод 200 °С дан юқори температурада, юқори галогенидларни ҳосил қилади ZrHal<sub>4</sub> ( бу ерда Hal – галоген).

Цирконий сувда ва сув буғларига 300 °С гача температурада бардошли, нисбатан юқори температурада (700°С юқорида) куйидаги реакция боради ва сув буғи билан таъсирлашади:



У ядро реакторларида муҳим аҳамиятга эга бўлиб, авария ҳолатида сувли иссиқлик ташувчи ёки секинлаштиргич сифатида қўлланилиши мумкин.

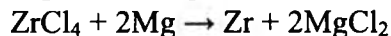
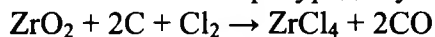
Хлорид ва сульфат (50 % гача) кислоталари билан, ҳамда ишқорлар эритмалари билан (цирконий – ягона металл, аммиак таркибли ишқорларга бардошли) таъсирлашмайди. Нитрат кислотаси билан ва зар суви билан 100°Сдан юқори температурада таъсирлашади. Фторид кислотада ва қайноқ концентранган сульфат кислоталарда (50 % юқори) эрийди. Кислотали эритмалардан тегишли кислоталарнинг турли таркибли тузларини кислота концентрациясига боғлиқ ҳолда ажратиш олиш мумкин. Шундай қилиб, цирконийнинг концентранган сульфат кислотали эритмаларда цирконий кристаллогидрати чўқади Zr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O; суюлтирилган эритмалардан асосий сульфатлар умумий формуласи xZrO<sub>2</sub>·ySO<sub>3</sub>·zH<sub>2</sub>O ( бу ерда x: y > 1). Цирконий сульфатлари 800-900°С температурада цирконий икки оксидини ҳосил қилиб тўлиқ парчаланади. Нитрат кислотали эритмалардан Zr(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O ёки ZrO(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O (бу ерда, x = 2 - 6) кристалланади, хлорид кислотали эритмаларидан -ZrOCl<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O, 180-200 °С температурада сувсизланади.

**Олиниши.** Цирконийли маъдан гравитацион усулда бойитилади, магнитли ва электрик сепарациялаб обдон тозаланади. Цирконий ишлаб чиқариш учун саноатда бошланғич хомашё цирконий концентрати ҳисобланади, у цирконийли маъдандан бойитиб олинади, цирконий диоксиди масса миқдори 60 – 65 % дан кам бўлмаган ҳолда бойитмага ўтади.

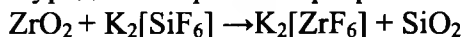
Концентратлардан цирконий металлени олишнинг асосий усуллари:

- 1.Хлоридли жараён;
- 2.Фторидли жараён;
- 3.Ишқорий жараёнлар.

Хлоридли жараён цирконийни учувчан тетрахлоридга айлантиришга асосланган ZnCl<sub>4</sub> (Т<sub>буғ</sub>=331°С) кейинчалик тозаланади ва цирконийли масса магний металлотермик қайтарилади. Концентратларни хлорлашнинг иккита усули қўлланилади: цирконийли концентрат кокс билан аралашмаси 900 – 1000° С температурада тўғридан-тўғри хлорланади ва олдиндан олинган концентратнинг кокс билан суюқланмасини цирконий карбиди ва карбонитридлари аралашмасини 400 – 900° С температурада куйидагича хлорлайди:



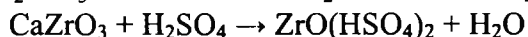
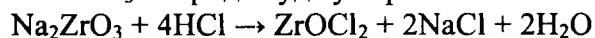
Фторидли усулда эса биринчи босқичда цирконийли концентрат гексафторсиликат калий билан 600 – 700° С температурада таъсирлашиб фторидли бирикмаси олинади:



Ҳосил бўлган калий гексафтор цирконат иссиқ сув билан қайта ишланади ва гексафторгафнат K<sub>2</sub>HfF<sub>6</sub> қўшимчаларидан фракцион қайта кристаллаб тозаланади.

Шундан сўнг цирконий метали калий гексафторцирконат ва калий хлорид натрий хлорид аралаш бирикмаси электролиз қилиб олинади.

Ишқорий жараён техник тоза цирконий диоксидни олиш усули ҳисобланади. Ундан цирконий металл хлоридли ёки фторли усулда олинади. Бу жараёнда цирконий учувчан шаклга ўтказилади, концентратни 600 – 650<sup>0</sup> С температурада натрий гидроксид билан, 900 – 1100<sup>0</sup> С температурада натрий карбонат билан, ёки 1000 – 1300<sup>0</sup> С температурада кальций карбонат ва хлорид аралашмаси билан бирикмалари олинади, шундан сўнг ҳосил бўлган натрий цирконат Na<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> ёки CaZrO<sub>3</sub> хлорид ёхуд сульфат кислота билан қайта ишланади.



Цирконий хлорид ёки сульфат сувли эритмалари кейинчалик тозаланади ва гидролизланади, чўкма ZrO(OH)<sub>2</sub> қиздириб тобланади ва техник цирконий диоксид ZrO<sub>2</sub> олинади.

**Қотишмалари.** Магний, алюминий, титан, мис, никел, қўрғошин ва бошқа рангли қотишмалар таркибига цирконий қўшилади. Уларнинг таркибига механик ва бошқа махсус хоссаларини яхшилаш учун қўшилади.

**Ишлатилиши.** Металл ҳолатидаги цирконий конструкцион материал сифатида ядро энергетикасида қўлланилади. Цирконийни электровакуум техникасида геттер сифатида, металлургияда легирловчи элемент, кимё саноатида, машинасозликда, пиротехникада ҳам ишлатилади. Цирконийнинг диоксиди ва элементар цирконий оловбардош керамика, эмал ва махсус шишанинг турли навларини тайёрлашда қўлланилади.

Саноатда цирконий XX асрнинг 30-йилларида қўлланила бошланди. Юқори таннархи унинг ишлатилиш имкониятларини чеклаб қўйган. Шунинг учун ҳам цирконли ликобча, чойнак пиёлалар нархи ниҳоятда қиммат.

Металлургияда легирловчи элемент сифатида ишлатилади. Яхши нордонлаштирувчи ва деазотатор, эффективлигига кўра Mn, Si, Ti ларни ортда қолдиради. Пўлатни цирконий билан легирлаш (0,8 % гача) уларнинг механик хоссаларини ва қайта ишланишини оширади. Бундан ташқари, оз миқдордаги электрўтказувчанлик йўқотилганда мис ва унинг қотишмаларини мустаҳкам ва иссиқликка бардошли қилади.

Цирконий ҳаводаги кислород билан деярли тутун ҳосил қилмасдан юқори тезликда ёниш қобилиятига эга (ўз-ўзидан алангаланиш температураси 250 °С). Бунда, металл ёқилғилари учун энг юқори температура ҳосил бўлади (4650°С). Юқори температура ҳисобига ҳосил бўладиган цирконий тўрт оксиди сезиларли миқдордаги ёруғликни қайтаради, бу ҳолат пиротехникада кенг қўлланилади (мушакбозликда, фейрверклар ишлаб чиқаришда), инсон фаолиятининг турли соҳаларида қўлланиладиган ёруғликнинг кимёвий манбаларини ишлаб чиқаришда (факеллар, ёритгич ракеталар, ёруғлик бомбалари, бир марталик чакнаш лампалари сифатида фотографияда ишлатилган). Кукусимон цирконий оксидловчилар билан аралашмада (бертолий тузи) пиротехникада сигналли олов сифатида тутунсиз модда, қалдирак симобнинг ва қўрғошин азиднинг ўрнида ишлатилади.

Ўта ўтказувчанликдаги қотишмаси 75% Nb ва 25% Zr (4,2 К температурадаги юқори ўтказувчанлик) 100 000 А/см<sup>2</sup> қадар бўлган зўриқиш юкига бардош бера олади.

Конструкцион материал сифатида кислотага чидамли бўлиб, кимёвий реакторлар, арматуралар, насослар тайёрлашда қўлланилади.

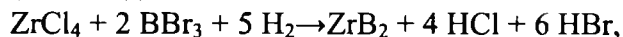
Цирконий биологик муҳитларнинг таъсирига ўта барқарор ва ҳатто титаннинг аъло даражадаги биокелишувли ҳолатидан ҳам яхши, шу сабабли суякли, бўғимли ва тишли протезларни, ҳамда хирургик инструментларни тайёрлашда ишлатилади.

Стоматологияда цирконий тўрт оксиди асосидаги керамикали тиш протезли буюмларни тайёрлашда материал ҳисобланади. Бундан ташқари, биоинертлиги ҳисобига бу материал денталь имплантантлар тайёрлашда титанга альтернатив сифатида хизмат қилади.

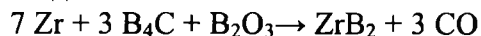
Цирконий юқори кимёвий барқарорлиги ҳисобига жуда ажойиб гигиеник хоссаларга эга бўлган турли турдаги идишларни тайёрлашда ишлатилади.

Цирконий тўрт оксидининг  $t_{\text{суюқ}} = 2700^{\circ}\text{C}$  температурага тенг. Шунинг учун айнан цирконий 4 оксидидан оловга бардошли материаллар ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Барқарорлашган тўрт оксиди асосидаги оловга бардошли материаллар металлургия саноатида навлар, пўлатни қуйишдаги тўхтовсиз стаканлар, камёб, тарқоқ элементларни эритишга мослашган тигел тайёрлашда ишлатилади. Бундан ташқари, керметларда ишлатилади – керамика металл қаватлар, у юқори қаттиқлик ва кўплаб кимёвий реагентларга чидамли, қисқа муддатли қиздирилишга  $2750^{\circ}\text{C}$  температурагача барқарордир. Циркон тўрт оксид – эмалларни сингдирувчи, уларга ок ва шаффоф ранг беради. Кубсимон модификация ҳисобига, скандий, иттрий, сийрак ер элементлари билан барқарор бўлган цирконий тўрт оксидидан материал олинади. Улардан бири фианит, фианит улкан синдириш коэффициентига эга бўлган оптик материал сифатида (ясси линза) тиббиётда (хирургик инструментлар), синтетик заргарлик тошлари сифатида, синтетик толалар олишда ва айрим турдаги симлар олишда ишлатилади. Қиздирилганда цирконий тўрт оксиди ток ўтказади, бу ҳолат жуда юқори температурада ҳавода барқарор бўлиб, қиздириладиган элементларни олишда ишлатилади. Қиздирилган цирконий қаттиқ электролит сифатида кислород ионларини ўтказиш хусусиятига эга. Бу хосса саноатдаги кислород анализаторларида ишлатиш имконини беради.

Цирконий дибориди  $\text{ZrB}_2$  – кийин суюқландиган бирикма. Цирконий тетрахлоридидан саноатда цирконий дибориди олинади:



Шунингдек, цирконий металидан:



Турли аралашмаларда тантал нитриди ва кремний карбиди билан бирга кескичлар ишлаб чиқаришда материал сифатида ишлатилади. Цирконий карбиди (суюқланиш температураси  $3530^{\circ}\text{C}$ ).

Цирконий гидриди атом техникасида нейтронларни самарадор секинлаштиргич сифатида ишлатилади. Цирконий нитриди-керамик қаватлар учун материал, суюқланиш температураси  $2990^{\circ}\text{C}$  атрофида, зар сувида гидролизланади. Стоматологияда ва заргарлик ишларида керамик қаватлар сифатида ҳам қўлланилиши мумкин.

**41. НИОБИЙ** (Ниоби номидан – Танталанинг қизи, қадимги Юнонлар мифологиясидан олинган. Лот “Ниобиум”.) Ниобий Nb кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи, тартиб рақами 41, атом массаси 92,9064. Табиатда ягона барқарор изотопи мавжуд  $^{93}\text{Nb}$ . Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^4$ .

Ниобий 1801 йилда инглиз олими Чарлз Ҳетчет томонидан 1734-йилда Массачусетс штатидаги Британия музейи Жон Уинтроп аниқланган минералда кашф қилинган. Минерал аввалига колумбит деб ном олди, кимёвий элемент бўлса – намунанинг қазиб олинган жойи, мамлакат шарафига “колумбий” деб аталди.

1802-йилда Экеберг ниобий хусусиятларига кўра яқин бўлган тантални кашф қилди ва узоқ вақт давомида бу икки элемент битта кимёвий элемент деб ҳисобланган. Фақатгина 1844 йилга келиб, немис кимёгари Ҳейнрич Росе тантал элементидан фаркли бўлишини аниқлади. Тантало Ниобининг қизи шарафига “ниобий” деб номлаган, уларнинг

ўхшашлигини тасдиқлаб берди. Бирок айрим давлатларда (АҚШ, Буюк Британия) узоқ вақт давомида элементнинг асл бирламчи номи сакланиб қолинган – колумбий ва фақатгина 1950 йилда назарий ва амалий кимё халқаро иттифоқи (ИЮПАК, IUPAC) қарори билан элементни ниҳоят ниобий номи берилди.

Биринчи соф ниобий XIX асрда француз кимёгари Анри Муассан томонидан электротермик усулда, ниобий оксидини углерод билан электрпечда қайтариш усули билан олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-3}\%$ . Ниобий кларки – 18 г/т. Ниобийнинг миқдори ультра асосли (0,2 г / т Nb) кислотали жинсларга нисбатан ортиб боради (24 г / т Nb). Табиатда ниобийга доимо тантал йўлдошлик қилади. Ниобий ва Танталнинг кимёвий хоссаларининг яқинлиги, уларнинг умумий минераллар таркибида топилганлиги ва умумий геологик жараёнларда иштирок этиши билан асосланади. Ниобий қатор титан сакловчи минералларда титаннинг ўрнини олиши мумкин. Ниобийнинг табиатда учраши турли хил бўлиши мумкин: тарқоқ (магматик жинсларнинг жинс ҳосил қилувчи ва аксессуар минералларида) ва минерал. Ниобий таркибли 100 дан зиёд минераллари мавжуд. Улардан фақатгина баъзилари саноат аҳамиятига эгадирлар: колумбит-танталит  $(\text{Fe, Mn})(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_6$ , пироклор  $(\text{Na, Ca, TR, U})_2(\text{Nb, Ta, Ti})_2\text{O}_6(\text{OH, F})$  ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$  0 - 63 %), лопарит  $(\text{Na, Ca, Ce})(\text{Ti, Nb})\text{O}_3$  ( $(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_5$  8 - 10 %), айрим ҳолларда эвксенит, торолит, ильменорутил, ҳамда ниобийнинг кўшимча таркибли минераллари: ильменит, касситерит, вольфрамит. Ишқорий – ультра асосли жинсларда ниобий перовскит ва эвдиалит минерали типиде тарқалади.

Ниобий конлари АҚШ, Япония, Россия, Бразилия, Канада давлат ҳудудларида жойлашган.

**Физикавий хоссалари.** Ниобий – яркироқ кумушсимон кулранг металл.  $t_{\text{суюқ}} = 2469^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 4842^\circ\text{C}$  атрофида; зичлиги  $8,57 \text{ г/см}^3$ . Ниобий кб;  $\rho = 8,57$ ;  $c_p = 0,265^{25}$ ;  $0,322^{1000}$ ;  $C_p^\circ = 24,6$ ;  $S^\circ = 36,6$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 28$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 662$ ;  $p = 0,1^{2980}$ ;  $1^{3300}$ ;  $10^{3780}$ ;  $100^{4240}$ .

Тоза ниобий совуқда босим билан қайта ишланади, иссиқликка чидамли. Водород, азот, углерод ва кислород кўшимчалари унинг пластиклигини пасайтириб, қаттиқлигини оширади. Ниобий мўрт ҳолатига  $100\text{-}200^\circ\text{C}$  температура оралиғида ўтади.

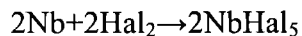
Ниобийнинг кристалл панжараси ҳажмли марказлашган кубсимон бўлиб, параметрлари  $a = 3,294 \text{ \AA}$ . Зичлиги  $8,57 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ); буғ босими (в мм сим. ус.; 1 мм сим. ус. =  $133,3 \text{ н/м}^2$ )  $1 \cdot 10^{-5}$  ( $2194^\circ\text{C}$ ),  $1 \cdot 10^{-4}$  ( $2355^\circ\text{C}$ ),  $6 \cdot 10^{-4}$  ( $t_{\text{суюқ}}$ ),  $1 \cdot 10^{-3}$  ( $2539^\circ\text{C}$ ). Иссиқлик ўтказувчанлик  $0^\circ\text{C}$  -  $600^\circ\text{C}$  тегишли равишда 51,4 ва  $56,2 \text{ вт/(м}\cdot\text{К)}$ , 0,125 ва  $0,156 \text{ кал/(см}\cdot\text{сек}\cdot^\circ\text{C)}$ . Солиштирма ҳажмий электр қаршилиги  $0^\circ\text{C}$  ҳароратда  $15,22 \cdot 10^{-8} \text{ ом}\cdot\text{м}$  ( $15,22 \cdot 10^{-6} \text{ ом}\cdot\text{см}$ ), юқори ўтказувчанлик ҳолатига ўтиш ҳарорати  $9,25 \text{ К}$ . Ниобий парамагнит элементдир. Электронлар чиқиш даражаси 4,01 эв.

Тоза ниобий босим билан совуқда осон оксидланади ва юқори температурада ажойиб механик хоссаларини саклайди. Унинг мустаҳкамлик чегараси 20 ва  $800^\circ\text{C}$  температурада мос равишда 342 ва  $312 \text{ Мн/м}^2$ , 34,2 ва  $31,2 \text{ кгс/мм}^2$ ; нисбий чўзилиши 20 ва  $800^\circ\text{C}$  температурада мос равишда 19,2 ва 20,7%. Тоза ниобийнинг Бринелл бўйича қаттиқлиги 450, техник ҳолатдагиси  $750\text{-}1800 \text{ Мн/м}^2$ .

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий нуктаи назарга кўра, ниобийни нисбатан паст фаолликка эга бўлган элементлар қаторига киритиш ёки ўта юқори кимёвий реагентлар таъсирига чидамли металллар қаторига киритиш мумкин. Одатдаги ҳароратда, ниобий металл ҳолатда ҳавода ёки сув билан таъсирлашганда бузилмайди, бироқ майда дисперс кукун юқори температурада сув билан жадал таъсирлашади ва водородни ажратиб чиқаради.



Қиздирилганда металл ҳолатидаги ниобий галогенлар билан таъсирлашиб,  $NbHal_5$  таркибли бирикмани ҳосил қилади:



Ҳавода куйдирилганда оксидланиб  $Nb_2O_5$  ни ҳосил қилади. Бу оксид учун 10 га яқин кристалл модификациялар мавжуд. Одатдаги босимда  $Nb_2O_5$  нинг  $\beta$ -формаси барқарордир.

$Nb_2O_5$ нинг турли оксидлар билан суюқланишида ниобатлар олинади:  $Ti_2Nb_{10}O_{29}$ ,  $FeNb_{49}O_{124}$ . Ниобатларни гипотетик қарашлар асосида ниобий кислотаси тузлари сифатида қараш мумкин. Улар метаниобатларга  $MNbO_3$ , ортониобатларга  $M_3NbO_4$ , пирониобатларга  $M_4Nb_2O_7$  ёки полиниобатларга  $M_2O \cdot nNb_2O_5$  бўлинади.

Ниобатлар  $HF$ , суюқланган аммоний ва ишқорий металлларнинг гидрофторидлари ( $KHF_2$ ) билан таъсирлашади.  $M_2O/Nb_2O_5$  юқори нисбатга эга бўлган ниобатлар гидролизланади :



Ниобий  $NbO_2$ ,  $NbO$ , қатор оксидларини, оралик оксидларини  $NbO_{2,42}$  ва  $NbO_{2,50}$  ва структураси  $\beta$ -формасига  $Nb_2O_5$  га яқин бўлганларни ҳосил қилади.

Галогенлар билан ниобий пентагалогенидларни  $NbHal_5$ , тетрагалогенидларни  $NbHal_4$  ва фазаларни  $NbHal_{2,67}$  -  $NbHal_{3+x}$  ҳосил қилади. Ниобий пентагалогенидлари сув билан осон гидролизланади.

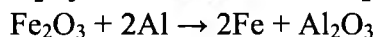
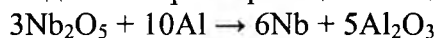
Сув буғлари ва кислород иштирокида,  $NbCl_5$  ва  $NbBr_5$  оксигалогенидларни,  $NbOCl_3$  ва  $NbOBr_3$  юмшоқ пахтасимон моддаларни ҳосил қилади.

Ниобий ва графитнинг таъсирлашувида  $Nb_2C$  ва  $NbC$  қаттик иссиқликка бардошли бирикмалар ҳосил бўлади.  $Nb - N$  системасида ўзгарувчан бир неча таркиблар ва нитридлар  $Nb_2N$  ва  $NbN$  мавжуддир. Шунга ўхшаш тарзда ниобий фосфор ва мышьяклар билан реакцияга киришади. Ниобийнинг олтингугурт билан таъсирлашувида:  $NbS$ ,  $NbS_2$  ва  $NbS_3$  таркибли сульфидлар ҳосил бўлади. Иккиламчи фторидлар  $Nb$  ва калийнинг (натрий) тузлари билан  $K_2[NbF_7]$  синтез қилинади.

Ниобий  $Li$ ,  $Na$ ,  $K$ ,  $Sn$ ,  $Pb$ ,  $Bi$  ҳамда  $Hg$  суюқланишига чидамли. Водород фторид кислотасида, унинг  $NH_3$  билан аралашмасида  $NH_4HF_2$  ва  $NaOH$  суюқланмаларида эрийди.

**Олиниши.** Ниобийнинг 95% пирохлорли, танталит колумбитли ва лопаритли маъданлардан олинади. Маъданлар гравитацион ва флотацион усулларда ҳамда электромагнитли ва радиометрик сепарацияланади, таркибида 60% гача  $Nb_2O_5$  тутган пирохлорли ва колумбитли концентратлар ажратилади.

Концентратлар феррониобий ёки техник  $Nb_2O_5$  баъзида  $NbCl_5$  ва  $K_2NbF_7$  гача қайта ишланади. Ниобий металлани  $Nb_2O_5$ ,  $K_2NbF_7$  ёки  $NbCl_5$  бирикмаларидан олинади. Феррониобий ишлаб чиқаришда пирохлор концентрати гематит  $Fe_2O_3$ , кукунсимон  $Al$  аралашмасига флюс қўшиб сув билан совутиладиган вертикал пўлат ёки мисли реакторга юкланади ва махсус курилма ёрдамида экзотермик реакция иницирланади:



Кейин шлак куйиб олинади, совутилади ва олинган қотишма майдаланади. Концентратни 18 т гача юкланган массасига ниобий куймаларини чиқиши 98 % гача етади.

Техник  $Nb_2O_5$   $Nb$  ва  $Ta$  концентрат ва шлаклардан фторид кислота таъсирида эритма тайёрлаб қайта ишланади, кейин тозаланади ва  $Nb$  ва  $Ta$  200 % ли трибутилфосфат, циклогексанон, метил изобутил кетонлар билан экстракциялаб ажратилади, кейин  $NH_4F$  сувли эритмасида ниобийни реэкстракцияланади, реэкстракциядан ниобий гидроксиди чўктирилади, у курииб ва қиздириб тобланади.

Сульфатли усул бўйича концентратлар  $H_2SO_4$  ёки уларнинг  $(NH_4)_2SO_4$  билан аралашмаси  $150 - 300^{\circ}C$  температурада қайта ишланади, сув билан эрувчан тузлари қайта ишланади, Nb ва Ta, Ti дан ажратилади, Nb ва Ta ни фторидли ёки оксофторидли комплекслари экстракцияланиб ажратилади ва тозаланади сўнгра  $Nb_2O_5$  ажратилади. Хлоридли усулда концентрат билан коксни аралаштирилади, брикетланади ва брикет  $700 - 800^{\circ}C$  температурада шахта печида хлорланади ёки бевосита кукунсимон концентрат ва коксни тузли хлоридли эритмада NaCl ва KCl асосида хлорланади. Кейинчалик Nb ва Ta учувчан хлоридларини ушланиб ажратилади, уларни ажратиш ва ректификациялаб тозалаш ва сув билан алоҳида гидролизлаш, ниобий гидроксиднинг чўкмасини қиздириб тоблаш туфайли жараён тугалланади. Баъзида феррониобий ёки металл чикиндилари ҳам хлорланади.

$Nb_2O_5$  металлгача алюмино ёки карбо термик қайтариледи ёхуд  $Nb_2O_5$  ва NbC аралашмаси вакуумда  $1800 - 1900^{\circ}C$  температурада қиздирилади. Шунингдек,  $K_2NbF_7$  ни қайта ишлаш мобайнида термик қайтариш ҳам қўлланилади.  $Nb_2O_5$  ёки  $K_2NbF_7$  эритмаси  $K_2NbF_7$  ва ишқорий металллар эритмаси электролитик қайтариледи. Энг тоза металл ёки ниобийли қопламалар  $NbCl_5$  водород билан  $100^{\circ}C$  температурадан юқорида олинади. Кукунсимон ниобий брикетланади, сўнг штабик ҳолида қуйилади ва уларни вакуумда электроёйли ёки электроннурли печларда қайта эритилади. Тозалашнинг бошлангич босқичида KCl – NaCl эритмасини сарфланувчи электрод билан электролиз усули ҳам қўлланилади.

**Қотишмалари.** Ниобий ва унинг асосдаги қаттиқ қотишмалар чекланган миқдорда ракета ёндиргич соплolariда ва ядро реакторларида ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Ишлаб чиқарилган ниобийнинг 40-50% и пўлатларни микролегирлаш учун (0,05-0,10% массадаги концентрацияси), 20-30 % - зангламайдиган ва иссиққа чидамли пўлатларини олишда (0,2-1,2 %), 20-25% – Ni ёки Fe асосидаги иссиқликка бардошли қотишмалар олишда (1-5 %), 1-3 % – металл ва қотишма кўринишида ишлатилади. Электроникада кукунсимон ниобий – электролитик кондиционерларда тантал ўрнини босувчи металл сифатида ҳам ишлатилади.

Тоза ниобийдан ёки унинг қотишмаларидан учувчи аппаратларнинг деталлари тайёрлашда, уран ва плутоний учун иссиқлик чиқарувчи элементлар қобикларини ва суяк металллар учун контейнерлар ва қувурлар тайёрлашда, электролитик конденсаторлар деталлари ва кимё саноатида коррозия барқарор қурилмалар тайёрлашда ишлатилади.

Ниобий билан бошқа рангли металллар легириланади, шу жумладан, уран, масалан, алюминий, агарда унинг таркибига 0,05 % ниобий қўшилса, у ишқорлар билан умуман таъсирлашмайди, лекин эркин ҳолатда уларда эрийди. Ниобийнинг 20 % мис билан қотишмаси ўта электр ўтказувчанлигига эга, шу ҳолатда у мисдан икки марта қаттиқ ва мустақкам бўлади.

Ниобий ҳисоблаш машиналарининг ўта ўтказувчан элементлари криотронлар тайёрлашда ишлатилади. Ниобийнинг тезлатувчи структураларда ишлатилиши ҳам маълум.

Ниобий ва тантал юқори солиштирма сигимга эга бўлганлиги сабабли электролитик конденсаторлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Тантал нисбатан сифатли конденсаторлар ишлаб чиқариш имконини беради. Бироқ ниобий асосидаги конденсаторлари ишончли ва ёнишга чидамли (германий, итрий, ниобий), NbN нитрид ва ниобийнинг титан билан (ниобий-титан) ва цирконий билан қотишмалари ўта юқори ўтказувчан соленоидлар тайёрлашда ишлатилади. Ниобий ва унинг танталнинг билан қотишмалари кўп ҳолларда юқори иқтисодий самара берганлиги учун тантални ўрнини босади.

Феррониобийни (0,6 % гача ниобий) зангламайдиган хромникелли пўлатларга уларнинг кристаллараро коррозиясининг олдини олиш учун ишлатилади (шу жумладан, зангламайдиган пўлатларда пайвандлашдан кейин бошланадиган) ва бошқа типдаги пўлатда бузилишни, хоссаларини яхшилашда ишлатилади.

Ниобий коллекцион тангалар чеканкасида ҳам ишлатилади. Бундай ҳолат, Латвия Банки тасдиқлайди, қайсики қиймати 1 лат. га тенг бўлган коллекцион тангаларда кумуш билан бир қаторда ниобий ишлатилган.

$Nb_2O_5$  – кимёвий саноатда катализатор; керметлар, махсус шишаларни, нитрид, карбид, ниобатларни ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Ниобий карбиди ( $t_{\text{суюқ.}} = 3480^\circ\text{C}$ ) цирконий карбиди билан ва уран-235( $^{235}\text{U}$ ) карбиди билан қотишмада каттиқ фазали ядро реактив двигателларида муҳим конструкцион материал сифатида ишлатилади

**42. МОЛИБДЕН** (грек. “molybdos” – “кўрғошин”; лот. Molybdaenum) Мо-кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ элементи, тартиб рақами 42, атом массаси 95,94. Табиатда еттига барқарор изотопи мавжуд: масса сонлари билан: 92 (15,86%), 94 (9,12%), 95 (15,70%), 96 (16,50%), 97 (9,45%), 98 (23,75%), 100 (9,62%). Оксидланиш

даражаси +2 дан +6 гача (охиргиси нисбатан характерли). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^5$ . Молибденни 1778 йилда швед кимёғари К.Шееле кашф қилган. Шунингдек, у молибден кислотасини ва унинг айрим тузларини ҳам олган. Швед кимёғари П.Гьельм 1790 йилда биринчи марта металл ҳолатидаги молибденни олишга муваффақ бўлган. Тоза металлни И.Берцелиус 1817 йилда олди.



Карл Вильгельм Шееле  
(1742–1786)



Йенс Якоб Берцелиус  
(1779–1848)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобигидаги масса бўйича миқдори  $3 \cdot 10^{-4}\%$ . Эркин ҳолатда молибден табиатда учрамайди. Ер қобиғида молибден деярли бир хил тақсимланган. Энг кам миқдорда молибден ультраасосли ва карбонатли жинсларда (0,4 - 0,5 г/т) учрайди. Молибден денгиз ва дарё сувларида, ўсимликлар золида, кўмир ва нефтда ҳам учрайди. Денгиз сувида молибденнинг миқдори 8,9 дан 12,2 мкг/л гача бўлади.

Табиатга 20 га яқин молибден минераллари маълум. Улардан муҳимлари: молибденит  $\text{MoS}_2$  (60 % Мо), повеллит  $\text{CaMoO}_4$  (48 % Мо), молибдит  $\text{Fe}(\text{MoO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (60 % Мо) ва вульфенит  $\text{PbMoO}_4$  дир.

Молибден таркибли рудаларнинг катта конлари АҚШ, Мексика, Чили, Канада, Австралия, Норвегия, Россия давлатлари ҳудудида жойлашган.

Ўзбекистонда бир қатор молибден ташувчи формациялар аниқланган ва улар гидротермал типдаги турли хил кўринишларга эга: грейзен-кварцит-серицит молибденатлари ва кварц-молибденитли (Ҳисор қирларининг ғарбий тугалланишидаги Обизаранг, Чотқолдаги Ойгаинч маъданли кўринишлар), кварц-серицит-шеелит-молибденитли (Чотқолдаги Чавата, Ункуртош, Кураминқирларида Шаугаз ва бошқалар), скарнова-молибденитли (Чотқолда Чимён) скарнова-шеелитли молибден билан, кварц-серицит-молибденит-халькопиритли (Олмалиқ тумани). Ўзбекистон ҳозир молибден мис ишлаб чиқаришда қўшимча равишда Тошкент вилоятининг Кальмакыр ва Сары-чеку конларидан олинмоқда.

**Физикавий хоссалари.** Молибден – ёрқин-кулранг металл.  $t_{\text{суюқ}}=2620^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=4630^{\circ}\text{C}$ ; зичлиги  $10,2 \text{ г/см}^3$ .

Молибден кб.;  $\rho=10,22^{20}$ ;  $c_p=0,251^{25}$ ;  $0,272^{0-100}$ ;  $C_p^{\circ}=24,1$ ;  $S^{\circ}=28,6$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=36,4$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=582,4$ ;  $\rho=0,01^{2525}$ ;  $0,1^{2775}$ ;  $1^{3107}$ ;  $10^{3540}$ ;  $100^{4115}$ ;

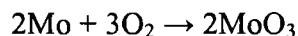
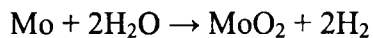
3.5-жадвал

Молибден атомининг асосий тавсифи

| Хоссалари  | Кўрсаткичлари |
|--|---------------|
| Элементар ячейка параметрлари, нм                          | 0,31470       |
| Атом диаметри, нм  | 0,272         |
| 20°C температурадаги зичлиги, г/см <sup>3</sup>            | 10,2          |
| Суюқланиш температураси, °C                                | 2620          |
| Қайнаш температураси, °C                                   | 4630          |
| Суюқланиш иссиқлиги, кдж/моль:                             | 28            |
| Буғланиш иссиқлиги, кдж/моль:                              | 590           |
| Моляр ҳажм, см <sup>3</sup> /моль:                         | 9,4           |
| Солиштира иссиқлик сиғими, Дж/(г·К)                        | 0,256         |
| Иссиқлик ўтказувчанлик, Вт/(м·К)                           | 142           |
| Чизикли кенгайиш коэффициентлари, $10^{-6} \text{ К}^{-1}$ | 4,9           |
| Электр қаршилиги, мком·см                                  | 5,70          |
| Силжиш модули, гпа   | 122           |
| Пуассон коэффициентлари                                    | 0,30          |
| Қаттиқлиги, НВ   | 125           |

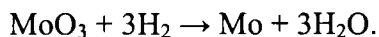
**Кимёвий хоссалари.** Ҳавода одатдаги ҳароратда молибден барқарор. Оксидланишининг бошланиши  $400^{\circ}\text{C}$  температура атрофида кузатилади.  $600^{\circ}\text{C}$  температурадан бошлаб металл тезда оксидланиб,  $\text{MoO}_3$ ни ҳосил қилади. Сув буғлари  $700^{\circ}\text{C}$  температурадан юқорида молибденни жадал равишда  $\text{MoO}_2$  қадар оксидлайди. Водород билан молибден кимёвий жиҳатдан суюқланиш температурасига қадар таъсирлашмайди. Фтор одатдаги ҳароратда молибденга таъсир қилади, хлор  $250^{\circ}\text{C}$  температурада, тегишли  $\text{MoF}_6$  ва  $\text{MoCl}_6$  ҳосил бўлади. Олтингургурт буғлари ва водород сульфиди таъсир қилганда  $440$  ва  $800^{\circ}\text{C}$  температурада  $\text{MoS}_2$  дисульфид ҳосил бўлади.

Молибденнинг сув буғи билан жадал таъсирлашуви  $700^{\circ}\text{C}$  температурада бошланади,  $500^{\circ}\text{C}$  температурада кислород билан таъсирлашади:



Суюлтирилган ва концентрланган минерал кислоталар қиздирилганда молибденни эритади, аммо концентрланган  $\text{HNO}_3$  уни пассивлаштиради. Нисбатан юқори температурада молибден билан олтингургурт, селен, мышьяк, азот, углерод ва кўплаб бошқа металлмаслар билан таъсирлашади.

Металл ҳолидаги молибденни саноат миқёсида олиниш усули асосан  $\text{MoO}_3$  ни водород билан қайтариш реакцияси ҳисобланади:



Mo молибдатларни, кучсиз молибден кислотасининг тузлари эркин ҳолатда,  $x\text{H}_2\text{O} \cdot y\text{MoO}_3$  (аммоний парамолибдати  $3(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 7\text{MoO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaMoO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$  – табиатда учрайди). I ва III гуруҳ металлари молибдатлари тетраэдрик гуруҳчани ўз таркибида киритади  $[\text{MoO}_4]$ .

Ўрта молибдатларнинг сувли эритмаларини қайта оксидланишида  $\text{MoO}_3\text{OH}$  ионлари ҳосил бўлади, кейинчалик ионлар полимолибдат ионлари: гепта-, (пара-)  $\text{Mo}_7\text{O}_{26}^{6-}$ , тетра- (мета-)  $\text{Mo}_4\text{O}_{13}^{2-}$ , окта-  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$  ва бошқаларга ўтади. Сувсиз полимолибдатлар  $\text{MoO}_3$  ни металл оксидлари билан пишириш орқали синтез қилинади.

Иккиламчи молибдатлар таркибига бир вақтнинг ўзида иккита катион киради, масалан,  $\text{M}^{+1}\text{M}^{+3}(\text{MoO}_4)_2$ ,  $\text{M}^{+1}_5\text{M}^{+3}(\text{MoO}_4)_4$ . Паст оксидланиш даражали оксидли – молибденли бронзалар, масалан, қизил  $\text{K}_{0,26}\text{MoO}_3$  ва кўк  $\text{K}_{0,28}\text{MoO}_3$  бирикмалардир. Бу бирикмалар металл ўтказувчанлигига ва ярим ўтказгич хоссаларига эга.

**Олиниши.** Молибденли концентратларни флотация усули орқали таркибида 85-90%  $\text{MoS}_2$  бўлган (47-50% Mo, 28-32% S, 3-5%  $\text{SiO}_2$ , шунингдек, Fe, Cu, Ca каби элементларнинг минераллари бор) олинади. Молибденли рудалар флотация усули билан бойитилиб, таркибида 45-55% молибденли бойитма олинади. У аввалига куйдириш печларида 500-600<sup>0</sup>С температурада куйдирилиб, молибден сульфиди молибден оксидига  $\text{MoO}_3$  га айлантирилади, сўнг аммиак эритмаси билан танлаб эритилади. Тозаланган эритма  $\text{HCl}$  билан қайта ишланиб, кристалланади. Ҳосил бўлган аммоний парамолибдат термик парчаланаяди ва 90-100<sup>0</sup>С температурада бошланган жараён 280-380<sup>0</sup>С температурада  $\text{MoO}_3$  олиш билан яқунланади. Уч оксидли молибден тайёр маҳсулот бўлиб, қора металлургияда кенг қўлланилади. Тоза ҳолда молибден кукунини олиш учун у водород билан уч босқичда 620-900<sup>0</sup>С температурада қайтарилади.

Баъзида куйдириш ўрнига молибден концентрати  $\text{HNO}_3$  да эритилади, бунда  $\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  таркибли молибден кислотаси чўктирилади, бу эса аммиак эритмасида эрийди ва юқорида кўрсатилгандек аммоний парамолибдат олинади. Молибденнинг бир қисми асосий эритмада қолади, кейинчалик уни экстракция ёки ион алмашиш усуллари билан олиш мумкин. Паст навли концентратларни қайта ишлашда (10-20% молибден) куйдирилган маҳсулот  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  да танлаб эритилади, олинган  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  эритмадан эса  $\text{CaMoO}_4$  чўктириб олинади ва қора металлургияда ишлатилади. Бошқача усулда ион алмашиниш ёки эритма экстракцияси ёрдамида  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  эритмаси ҳолидан  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  эритмаси ҳолатига ўтказилади, ундан кейинчалик аммоний парамолибдат ажратиб олинади.

Молибден метали бошланишида кукун кўринишида кувурсимон печларда дастлаб 550 – 700<sup>0</sup> С температурада, кейин 900 – 1000<sup>0</sup> С температурада курук Н<sub>2</sub> оқимида МоО<sub>3</sub> қайтариб олинади. Компакт металлдан кесими 2 – 9 см<sup>2</sup> ва узунлиги 450 – 600 мм тахланмани кукунсимон металлургия усулида ишлаб чиқилади. Молибден кукуни пўлат прессформаларда 0,2 – 0,3 МПа босим остида прессланади, сўнгра дастлаб 1000 – 1200<sup>0</sup>С температурада Н<sub>2</sub> атмосферасида кейин 2000 – 2400<sup>0</sup> С температурада пиширилади. Олинган тахлама – пиширилган штабиклар босим остида қайта ишланади (болгалаб, чўзиб, ўрамалар). 100 – 200 кг массали тахламаларни эластик пўстлоқларда гидростатик прессланишни қўллаб олинishi мумкин.

500 – 2000 кг массали тахламаларни ёйли суюқлантиришда (совутиладиган мисли тигел печларда ва емириладиган электродларда, пиширилган штабиклар пакети кўринишидаги) ёхуд электрон нурли эритма орқали ишлаб чиқарилади. МоО<sub>3</sub> ни алюминотермик қайтариб молибден ишлаб чиқариш усули истиқболли бу усул бўйича олинган қуйма ёйли печларда вакуумли суюқланма орқали рафинацияланади. Молибденни МоF<sub>6</sub> ёки МоCl<sub>5</sub> ларни водород билан қайтариб, шунингдек, тузли суюқланмалардан электролитик йўл билан ишлаб чиқариш мумкин.

Ферромолибден (таркибида 50 – 70% Мо бўлган Fe билан қотишмаси) куйинди қайтариб олинади, молибденитли концентратни Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> иштирокида ферролиций билан куйдириб олинади.

**Қотишмалари.** Молибден асосидаги қотишмалар 50% кам бўлмаган Мо нинг таркибида бўлади. Легирловчи элементларнинг 50% дан зиёд бўлганда, қотишмаларнинг мустақкамлиги ва қаттиқлиги пасаяди.

Молибден асосидаги қотишмалар, Ti, V, Ta, Nb ёки W, бир фазали қаттиқ эритмалардир.

Молибденга бой бинар қотишмалар системаси 3 гуруҳга бўлинади:

1. Қаттиқ эритмалар (Мо-Сг, Мо-Та, Мо-Ti, Мо-W);
2. Эвтектик қотишмалар (Мо-Be, Мо-B, Мо-C);
3. Перитектик қотишмалар (Мо-Al, Мо-Co, Мо-Fe, Мо-Ni, Мо-U, Мо-Zr).

**Ишлатилиши.** Молибден пўлатларни легирлашда, исикликка бардошли ва коррозия турғун қотишмаларда компонент сифатида ишлатилади. Молибденли симлар юқори температурали печларни тайёрлашда, электр лампочкаларида ишлатилади. Молибден бирикмалари – сульфид, оксид, молибдатлар – кимёвий реакциялар катализаторлари, пигментлар, бўёқлар ҳисобланади. Молибден гексафторида металл ҳолатидаги молибденни бошқа материаллар устига қоплашда, МоS<sub>2</sub> юқори температурали қаттиқ мойловчи материал сифатида ишлатилади. Шунингдек, Мо микроўғитлар таркибига ҳам киради.

Молибден-99 технеций-99 ни олишда ишлатилади, у тиббиётда онкологик ва бошқа турли касалликлар диагностикасида ишлатилади. Молибден теллуриди жуда яхши термоэлектрик материал ҳисобланади ва термоэлектро генераторлар ишлаб чиқаришда ишлатилади (термо-э.ю.к. 780 мкВ/К), молибден уч оксиди литийли ток манбаларида мусбат катод сифатида ишлатилади.

Молибден юқори температурали вакуумли қаршилик печларида киздирувчи элемент ва исикликдан химояловчи сифатида ишлатилади. Молибден дисилициди оксидловчи атмосфера печларида киздирувчи сифатида 1800 °С температурагача ишлатилади.

**43. ТЕХНЕЦИЙ** (Technetium, грек. «техникос» – сунъий) Tc – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳ радиофаол элементи; тартиб рақами 43, атом массаси 97,9072. 15 зиёд изотоплари маълум, масса сонлари Tc 92-105 ва 107. Мухим изотопларидан бири  $Tc^{99}$  ( $T_{1/2}=2,12 \cdot 10^5$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^5$ .



СЕГРЕ (Segre),  
Эмилио Джинно  
(1905-1989)

Технеций биринчи марта К. Перье ва О. Сегре томонидан 1937 йилда молибден ядросини дейтерий билан бомбардимон қилиш орқали олинган:  $Mo^{92}(d, 2n) Tc^{92}$ .

**Табиатда тарқалиши.** Радиофаоллиги сабаб табиатда учрамайди. Ерда уран рудаларининг қолдиқлари  $5 \cdot 10^{-10}$  г/кг миқдорда учрайди. Спектроскопик усуллар орқали айрим юлдузлар туркумида Андромеды ва Кита (технецийли юлдузлар) спектрида технеций борлиги аниқланган. Жуда оз миқдордаги Tc табиатда минералларда бўлиши қўшни элементлар (Mo, Nb ва Ru) фаоллашуви, уларга космик



Карло Перье  
(1886-1948)

нурлар таъсир пайти билан боғлиқ, ҳамда ураннынг спонтан бўлиниш жараёни орқали ҳам пайдо бўлиши мумкин.

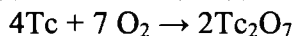
**Физикавий хоссалари.** Технеций метали кукун ҳолатида рангли кулранг бўлади. Технеций кристалл ҳолатида зич қаватли гексагонал панжарага ( $a = 2,735 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,391 \text{ \AA}$ ) эга; юпқа қаватларда ( $150 \text{ \AA}$  дан камроқ) – кубсимон ёнлари марказлашган панжара ( $a = 3,68 \text{ \AA}$ ); Технеций зичлиги (гексагонал панжарали)  $11,487 \text{ г/см}^3$ ;  $t_{\text{суюқ.}}=2200^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{қайн.}}=4700^\circ\text{C}$ ; солиштирма электр қаршилиги  $69 \cdot 10^{-6} \text{ ом} \cdot \text{см}$  ( $100^\circ\text{C}$ ); юқори ўтказувчанлик ҳолатига ўтиш температураси Tc 8,24 К. Технеций парамагнитдир; магнитга мойиллиги  $25^\circ\text{C}$  температурада  $2,7 \cdot 10^{-4}$ .  $Tc -C_p^\circ=24,3$ ;  $S^\circ=33,5$ ;  $\Delta H^\circ=0$ ;  $\Delta G^\circ=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}}=24$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}}=593$ ;  $p=1^{3100}$ ;  $10^{3500}$ ;  $1000^{4100}$ ;  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $H_2O_2$  эримайди;  $HNO_3$  реаг. ц. в.

**Кимёвий хоссалари.** Технеций рений ва марганец орасига даврий жадвалда бир гуруҳда жойлаштирилган. Даврий қонунга кўра унинг кимёвий хоссалари шу икки элемент учун оралиқ хоссани намоён қилади. Бу иккаласидан технеций кўпроқ ренийнинг хоссасини кимёвий инертлиги бўйича ва ковалент боғлар ҳосил қилишида тенденциясига кўра намоён қилади. Марганецдан фарқли равишда, технеций катионлар ҳосил қилмайди. Технеций тўққизта оксидланиш даражасини -1 дан +7 кадар кўрсатади, бу ерда +4, +5, ва +7 оксидланиш даражалари кенг тарқалган. Технеций зар сувида, нитрат кислотада ва концентранган сульфат кислотада эрийди, бироқ хлорид кислотасида умуман эримайди.

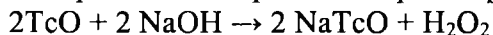
Унинг турли валентликларни намоён қилиш нитрат кислотасида гидразиннинг бузилишини катализлаши орқали асосланади.

Технецийнинг водород билан реакцияси қарама-қарши зарядланган гидрид иони ҳосил бўлишига олиб келади, унда ҳам кристалл структуранинг ўша тури мавжуд. Бу структура учбурчакли призма бўлиб, марказда технеций атоми ва олти та водород атомлари билан бурчакларда жойлашади. Яна учта водород атоми параллел жойлашган ва призмани марказдан кесиб ўтувчи учбурчакни ҳосил қилади. Бироқ водород атомлари геометрик жиҳатдан эквивалент эмас, лекин уларнинг электрон структураси - деярли бир хил. Бундай комплексининг 9 та координацион сони мавжуд, бу технеций комплекси учун энг катта ҳисобланади.

Технеций метали курук ҳавода секин оксидланади ва кукун ҳолатида эса кислородда ёнади. Табиатда иккита оксиди кузатилган:  $TcO$  ва  $TcO_2$ .  $400 - 450^\circ C$  температураларда технеций оксидланиб, ғира-сарик оксидни намоён қилади:

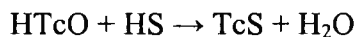


Технеций оксиди ишқор билан реакцияга киришиб натрий пертехнат ҳосил қилади:



Пертехнат кислотаси ( $HTcO$ )  $TcO$  нинг сув ёки кислота оксиди билан, нитрат кислотаси, концентрланган сульфат кислотаси, зар суви ёки хлорид ва нитрат кислоталар аралашмаси таъсирлашуви натижасида олинади. Ҳосил бўлган модда қўнғир-қизил рангли гигроскопик модда – кучли кислотадир.

Технеций турли сульфидларни ҳосил қилади.  $TcS$  технеций сульфиди ва элементар олтингургуртнинг реакцияси натижасида олинган, лекин ( $TcS$ ) ни пертехнат кислотадан куйидаги усулда ҳам олиш мумкин:



Углероднинг кўпроқ миқдори ( $15-17\%$  дан бошлаб) технеций металлининг тўлик кубсимон таркибли технеций карбидига ( $TcC$ ) айланишига асос бўлади. Кейинчалик жараён мобайнида углероднинг миқдорини оширилиши технеций карбидининг структурасини ўзгаришига олиб келмайди.

Технеций жуда кўплаб органик комплексларни ҳосил қилади, улар тиббиёт радиологияси талаблари асосида яхши тадқиқ қилинган. Технеций карбонил [ $(Tc(CO))$ ] ок танача ҳисобланади. Бу молекулада технецийнинг иккита атоми бир-бири билан кучсиз боғланган; ҳар бир атом бешта карбонил лиганди октаэдри билан ўралган. Атомлар орасидаги боғ узунлиги, ( $15,03$ ), у металл ҳолатидаги технеций атомлари орасида масофадан анча катта.

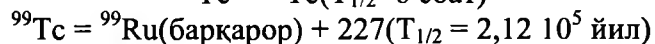
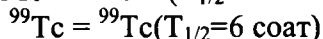
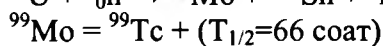
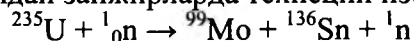
Фтор билан  $400^\circ C$  температурада таъсирлашувида гексафторид  $TcF_6$  ҳосил бўлади. Технеций металлининг хлор билан  $400^\circ C$  температурада таъсирлашувида гексахлорид  $TcCl_6$  ҳосил бўлади.

$Tc_2O_7$  қадар технецийнинг оксидланиши кислород оқимида  $400-600^\circ C$  температурада амалга ошади.

**Олиниши.** Элементар технеций биринчи марта кам миқдорда 1945 йил технецийни сульфатли эритмаларини электролиз қилиб олинган. Катта миқдорда ядро ёқилғиларидан ажратилади. Қуввати 285 МВт бўлган реакторда ҳар куни 8 г  $Tc$  тўпланади, яъни бир йилда 3 кг.  $Pu$  ни ҳар бир килосидан 15-25 г технеций ҳосил бўлади, йўлдош элементлардан технецийни ажратиш учун кимёвий металлургия усуллари қўлланилади, яъни биргаликда чўктириш, экстрация, ион алмашиниш ва ҳ.к. Техниций металлини миллиграмм миқдорини  $1100^\circ C$  температурада  $TcS_7$  ни ёки  $500 - 600^\circ C$  температурада аммоний пертехнатни водород билан қайтариб сўнг олинади. Технеций металлини яна  $NH_4TcO_4$  ни 2 % ли эритмасидан 2 н  $H_2SO_4$  да платинали анодни қўллаб электролитик мисда ажратиб олинади. Симобли катодда технецийни қайтариш техниций амальгамасини ҳосил бўлишига олиб келади. Компакт кўринишида техниций кукунли металлургия ёки эритиш усуллари қўлланилганда олинади, ундан буюмларни пластик деформация усули этиш тайёрланади. Ҳозирги техниций ядро ёқилғилари чиқиндиларини қайта ишлаб, ёхуд молибденли нишонларни циклотронда нурлантириб олинади. Секин нейтронлар билан урanni бўлинишида иккита ядроли осколка – енгил ва оғири ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган изотопларда ортикча нейтронлар бор ва бета ( $\beta$ )– парчаланиш натижасида ёки нейтронлар

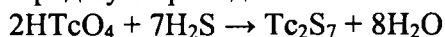


чиқаришидан улар бошқа элементларга айланади. Радиофаол ўзгаришлар занжирининг бошланишига туртки бўлади. Шундай занжирларда технеций изотоплари ҳам ҳосил бўлади:

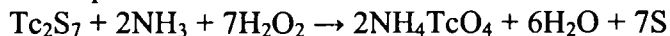


Бу занжирда  $^{99}\text{Tc}$  изотопи бўлган технеций 99 ни ядровий изотопи ҳосил бўлади. Бу изотопларнинг ядролари ўзларининг нуклонлари таркиби бўйича ўхшаш, аммо радиофаол хоссаси билан фарқ қилади. Технеций концентрлаш ва уни йўлдош элементлардан айириб олишнинг технологик схемаси жуда ҳам турли туман ва мураккаб. Улар ўз ичига қуйидагиларни олади: дистилляцияни босқичлари комбинацияси, чўктириш, экстракция ва ион алмашиниш хроматографияси.

Ядро реакторларида ишлатилган иссиқлик чиқарувчи элементлар (ТВЭ) давлат миқёсида қайта ишлашнинг схемаси қуйидагиларни кўриб чиқади, уларни механик бўлаклаш, металл қобикларини айириш, нитрат кислотасида асосий ўзакни эритиш, уран ва плутонийни экстракцион ажратиш. Бунда технеций бўлинишини бошқа маҳсулотлари билан биргаликда эритмада пертехнат – ион шаклида қолади. Шу эритмани махсус танланган анион алмашинувчи смола оркали ўтказилганда, кейинги нитрат кислотада десорбциялаб пертехнеций кислотаси ( $\text{HTcO}_4$ ) эритмаси олинади, ундан нейтраллашдан кейин водород сульфид билан технеций (VII) сульфид чўктирилади.

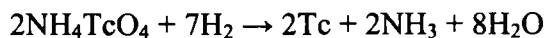


Бўлиниш маҳсулотларидан технеций янада чуқурроқ тозалаш учун технеций сульфид водород пероксиди ва аммиак аралашмаси билан ишланади.



Сўнгра аммоний пертехнетат эритмадан экстракцияланади ва кейинги кристаллизацияда кимёвий тоза технеций препарати олинади.

Металлсимон технеций одатда аммоний пертехнетат ёки технеций диоксидини водород оқидамида  $800\text{--}1000^\circ\text{C}$  температурада қайтариб олинади ёки пертехнетатларни электрокимёвий қайтарилади.



Нурлантирилган молибдендан технецийни ажратиб олиш, илгарилари металлни саноатда олишнинг асосий усули ҳисобланган. Ҳозирда бу усул лабораторияда технецийни олиш учун ишлатилади.

**Қотишмалари.** Технеций ва унинг қотишмаларининг юқори ўтказувчанлик ҳолатига ўтиш температураси унинг истиқболли ўтказувчи қилиш имкониятини яратади.  $\text{ZrTc}_6$  қотишмаси  $T_{\text{суюк.}} -9,7 \text{ K}$ ;  $\text{NbTc} -10,5 \text{ K}$ ;  $\text{Mo-Tc}$  (40% Tc) -15 K да суюқланади.

**Ишлатилиши.** Технеций коррозия ингибитори сифатида қўлланилади. Антикоррозион барқарорлик технецийни конструкцион материал сифатида ракетасозликда ва аниқ ўлчов асбоблари саноатида ишлатиш имконини беради. Юқори суюқланиш температураси уни юқори температурали термоэлементларда ишлатиш имконини беради.

$^{99}\text{Tc}$  температурадан тайёрланган фольга электровакуум қурилмаларида электронлар манбаси сифатида қўлланилади. Кичкина ярим емирилиш даврига эга изотоплари тиббиётда саратон касалликларини диагностика қилишда ишлатилади.

**44. РУТЕНИЙ** (Ruthenium) Ru – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, платина металлари оиласига киради; тартиб рақами 44, атом массаси 101,07. Табиатда рутенийнинг 7 та барқарор изотоплари мавжуд, масса сонлари билан 96, 98-102 ва 104, улардан кўп тарқалгани  $Ru^{102}$  (31,61%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^7$



Карл-Эрнст Карлович  
Клаус  
(1796-1864)

Рутений 1844 йилда рус кимёгари К.К.Клаус томонидан кашф этилган ва Россия шарафига номланган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги оғирлик бўйича миқдори  $5 \cdot 10^{-7}$  %. Платина ва унинг гуруҳидаги металллар табиатда тарқоқ ҳолатда учрайди. Геохимёвий жиҳатдан бу барча элементлар ультраасосли ва асосли тоғ жинслар билан боғланган. 100 яқин платина гуруҳи минераллари маълум. Платиноидлар минераллари эркин ҳолатда ҳам, қаттиқ эритмалар ва интерметалли бирикмалар кўринишда ҳам Fe, Ni, Cu, Sn, кам ҳолларда Au, Os, Pb, Zn, Ag учрайди. Нисбатан кенг тарқалган поликсенлар ҳисобланади. (Pt, Fe) бу ерда Pt 80-88%, Fe 9-11%, ферроплатина (Pt, Fe) (Fe 16-19%), палладийли платина (Pt, Pd) (Pd 7-40 %), станнопалладинит  $Pd_3Sn_2Cu$  (Pd 40-45, Pt 15-20, Sn 28-33%), гиверсит  $PtSb_2$  (Pt 45, Sb 51,5%), звягинцевит  $(Pd, Pt)_3(Pb, Sn)$  каби минераллар мавжуд ва улар таркибида рутений учрайди.

Осмий, рутений ва родий қаттиқ эритмалар ҳосил қилади. Уларга иридий каби минераллар тегишли (Ir, Os) (Ir 46,8 – 77,2 % Os 21 – 49,3%), осмий (Os, Ir) (Os 67,9%, Ir 17 %, Ru 8,9%, Rh 4,5%). Бундан ташқари, табиатда платина, рутений ва палладий арсенидлари, сульфоарсенидлари ва сульфидлари, асосан сперритит  $PtAs_2$  (Pt 56,2%), куперит  $PtS$  (Pt 79,2 – 85,9%), майчнерит (PdBiTe), висоцкит  $(Pd, Ni)_5S$  (Pd 59,5%, Ni 14,2%, Pt 4,8%), холлингвортит  $(Rh, Pt)AsS$  (Rh 25%) ҳолида ҳам тарқалган.

**Физикавий хоссалари.** Рутений – кумушсимон-оқ, платинага ўхшаш металл, қийин суюкланадиган ва ҳатто юқори температурада ҳам жуда қаттиқ. Унинг учун аморф (яширин кристалл) ва кристалл ҳолат ҳосилдир. Аморф ҳолатдаги рутений – қора кукун, металлни эритма таркибидан қайтаришда ҳосил бўлади.  $t_{\text{суюк.}} = 2250^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 4077^\circ\text{C}$ , зичлиги 12,4, г/см<sup>3</sup> (20°C).

Рутений гекс.;  $c_p = 0,238^{0-25}$ ;  $C_p = 24,1$ ;  $S^\circ = 28,5$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк.}} = 24$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 602$ ;  $\rho = 0,1^{2655}$ ;  $1^{2940}$ ;  $10^{3290}$ ;  $100^{3730}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Рутений коррозияга жуда чидамли металл. Бу металл ҳатто қиздирилганда ҳам кислоталарда ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HF$ ) ва кислота аралашмаларида ( $HCl + HNO_3$ ) эримайди. Лекин майда дисперс ҳолатида оксидловчилар билан қиздирилганда у  $H_2SO_4$  ( $NaBrO_3$  иштирокида) ёки  $HClO_4$  билан таъсирлашади. Рутений гипохлоритлар эритмасида эрийди. Ишқорлар билан оксидловчилар иштирокида ( $NaNO_3$ ,  $NaClO_4$ ) суюклантиришда ёки натрий ва барий пероксиди иштирокида рутений сувда эрийдиган рутенатлар ва перрутенатларга  $Me_2RuO_4$  ва  $MeRuO_4$  (бу ерда Me- Na, K) айланади. Фтор ҳам Ru билан таъсирлашади.  $KCN$  ва  $HgCl_2$  эритмалари  $100^\circ\text{C}$  температурада рутенийни коррозиялайди.  $450^\circ\text{C}$  юқори температурада секин оксидланиб, деярли учмас  $RuO_2$  ҳосил қилади. Ru (III) нинг кислород бирикмалари фақатгина гидратланган тузилишда мавжуддирлар. Бошқа оксидлари кам ўрганилган ва уларнинг мавжудлиги аниқ тасдиқланмаган.

**Олиниши.** Рутений олишнинг технологик занжирига қуйидагилар киради:

Зар сувида платинали концентратларнинг эриши, кальцинирланган сода, бура, кўрғошинли глет ва писта кўмир билан чўкмани суюклантириш, оловбардош материалдан

ясалган ғовакли идишда кумуш билан оксидловчи суюқлантириш, нитрат кислота билан кейинги ишлаш, натрий бисульфат билан чўкмани суюқлантириш, сувда эритиш, чўкмани фильтрлаш, уни калий гидроксид ва калий нитрат ёки натрий пероксиди билан эритмага ўтказиш, сувда қайта эритиш ва ниҳоят рутенийни ажратиб олиш ёки эритма оркали хлор ўтказиб,  $RuO_4$  ни хайдаб, метил спирти ва  $HCl$  аралашмасида родий ионини ушлаб қолиш, кейин эса буғлатиш, ёхуд  $HCl$  бор қабул қилгичларда родий ионини ушлаб қолиш, кейин қайнатиш ва аммоний хлорид билан қайта ишлаш. Биринчи ҳолатда рутений оксихлорид  $RuOCl_2$  ҳосил бўлади, иккинчисида аммоний гексахлоррутенат  $(NH_4)_3RuCl$  ҳосил бўлади.

Бу бирикмаларни водород атмосферасида 1273 К температурада тобланганда рутенийли губка ҳосил бўлади.

**Қотишмалари.** Рутенийнинг осмий билан қотишмаларидан пероларнинг ўзаклари ва приборларнинг магнитсиз деталларини тайёрлашда ва унинг платина металлари – Ni, Co, Mo, W, B, Ag билан қотишмасидан симлар, электродлар, лампалар учун симлар, қимматбаҳо буюмлар ва лаборатория идишлари тайёрланади. Айрим ҳолатларда рутений родий ва иридийнинг ўриндоши сифатида платинанинг палладий билан қотишмалари олинади.

**Ишлатилиши.** Ҳақиқатдан ҳам, тез орада рутенийли қопламалар жуда оммабоп бўлиб, кетишини кимёгар олимларимиз кўп маротаба ўз асарларида фикрлар билдирган эди. Бу ҳолат шундай изоҳланадики, ҳатто бу металлнинг жуда оз миқдордаги гальваник усул оркали берилган қопламаси хоҳлаган металлга мисли кўрилмас температура даражадаги барқарорлик бериши мумкин. Мисол учун, рутений элементи билан қайта ишланган ҳалқага (кольцо), деформациялар, қирилиш ҳам содир бўлмайди ҳамда агрессив кимёвий моддаларнинг таъсирига ҳам учрамадлиги фанда тасдиқланган. Рутений қимматбаҳо авторучкалар ишлаб чиқаришда ҳам ишлатилади. Рутенийли перога пайвандланган буюмлар жуда мустаҳкам ва бардошли бўлади. Шунини таъкидлаш жоизки, бу элементни компаслар ишлаб чиқаришда ҳам қўлланади. Бу элемент жуда мустаҳкам, компас игналарини тайёрлашда асосий материалдир.

Рутений, платина, палладий каби юқори катализаторлик хоссасини намоён қилади. Лекин, бошқа элементлардан селективлиги ва танлаш қобилияти мавжудлиги билан фарқ қилади. Масалан, гетероген катализда металл ҳолатидаги рутений ва унинг қотишмалари ишлатилади. Рутенийни платина билан аралашган қотишмасининг ишлатилиши таъсодифий эмас. Бу уларнинг каталитик фаоллигини сезиларли даражада оширади. Нитрат кислота ишлаб чиқаришда рутенийнинг, родий ва платинали қотишмаси аммиак оксидланишини сезиларли даражада оширади. Бундан ташқари, бу элемент метандан цианид кислотаси ва аммиакни синтез қилишда ишлатилади. Кўп ҳолатларда рутенийни металлларга қўшиб, улардан радиоаппаратура ва электротехника аппаратлари тайёрлашда фойдаланилади. Рутенийнинг церий, лантан, скандий ҳамда иттрий билан қотишмалари ўта ўтказувчанлик хоссасини намоён қилади. Элементнинг кўплаб бирикмалари биологик фаолликка ҳам эгадирлар. Айрим ҳолатларда улар аллергия чақиради, аммо тери-таносил касалликларида ва ҳатто саратон касалликларини даволашда рутений бирикмаларининг ишлатилганлиги ҳақида ижобий ҳолатлар ҳам фанда маълум.

**45. РОДИЙ** (Rhodium, грек. – “роза”, айрим тузларнинг эритмалари пушти рангга бўялганлиги сабабли шунга боғлиқ ҳолат) Rh – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, платина металлари оиласига мансуб; тартиб рақами 45, атом массаси 102,9055. Ягона барқарор изотопга эга  $Rh^{103}$ ; сунъий изотоплари Rh масса сонлари 95 дан 110 гача уран ядросининг бўлиниши маҳсулотларидир. 3,7% унум билан чиқадиган  $Rh^{103}$ -«реактор захарларидан» биридир.

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^8$ .

Инглиз тадқиқотчиси Волластон томонидан 1803 йилда родийда металл хусусият мавжудлиги аниқлаган ва у соф ҳолда ажратиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1 \cdot 10^{-7}\%$ . Мустақил минераллар ҳосил қилмайди. Табиатда платина ва бошқа платинага оид металлари гуруҳи билан биргаликда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Родий – кумушсимон- мовий рангли металл, алюминийга ўхшаш, нисбатан қаттиқ ва Pt ва Pdларга кўра қийин эрийдиган, ва Pt, Pd, Ru, Ir ларга нисбатан жуда қийин қайта ишланади, лекин Os га қараганда осон қайта ишланади.  $t_{\text{суюқ.}} = 1966^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3627^\circ\text{C}$ , зичлиги  $12,44 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ$ ). Жуда тоза Rh қиздирилган ҳолатда сезиларли ва совуқда камроқ пластикликка эга бўлади.

**Кимёвий хоссалари.** Хона ҳароратида ҳавода оксидланмайди ва агрессив муҳитда барқарордир, платинага нисбатан ҳам коррозияга чидамли. Зар суви родийга кучсиз таъсир қилади. Родий қиздирилганда секин концентрланган  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HBr}$  ва  $\text{NaOCl}$  эритмаси билан таъсирлашади.  $\text{KHSO}_4$  ёки  $\text{Na}_2\text{O}_2$  билан суюқланганда ҳамда  $\text{BaO}_2$  қиздирилганда эритма ҳосил қилади. Эркин галогенлар родий билан  $200\text{--}600^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашади.

**Олиниши.** Родий олишнинг асосий манбаси платина аффинажининг ярим маҳсулоти ҳисобланади. Родий таркибли зар сувида эримайдиган қолдиқларни эритмага ўтказиш учун  $\text{BaO}_2$  билан эритма тайёрланади, кейин барийни  $\text{BaSO}_4$  кўринишида ажратилади. Эритмалардан радий олишни пентаминли ва триаминли усуллари мавжуд. Охирги усул яхши натижалар берганлиги сабабли ҳам ишлаб чиқариш амалиётида кенг қўлланилади. Ушбу усул бўйича родий олиш учун эритмани дастлаб  $\text{NaOH}$  билан, кейин  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  билан кучсиз кислотали муҳитгача нейтралланади. Нейтралланган эритмага эҳтиётлик билан  $\text{NaNO}_2$  қўшилади. Натижада  $\text{Na}_3[\text{Rh}(\text{NO}_2)_6]$  бирикмаси ҳосил бўлади.

Ажралиб чиқаётган хлорид кислотаси сода билан нейтралланади. Нейтраллаш жараёни тугаши билан нодир металллар гидрат кўринишида ортикча сода билан чўктирилади. Филтрат  $\text{CH}_3\text{COOH}$  билан кислоталанади сўнг аммоний гексанитрат родий олиш учун  $\text{NH}_4\text{Cl}$  кристалларидан қўшилади. Олинган кристаллар қиздирилган ҳолда  $\text{NaOH}$  эритмасида эритилади, сўнгра қайноқ эритмага аммиак ва  $\text{NH}_4\text{Cl}$  қўшилади. Қайнагунча қиздирилган эритмада родий триамминнитратни оқ кристаллари ҳосил бўлиб, сўнг чўкмага тушади. Чўкма триамминхлоридга  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$  ўтказилади, киздириб  $\text{HCl}$  қайта ишланади.  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$  кристаллари ювилади, қуритилади ва металлсимон родий ҳосил бўлгунча паст ҳароратда тобланади. Губкасимон родий  $\text{HCl}$  билан қайта ишланади, ювилади, шундан сўнг трубкали электр печларида  $900^\circ \text{C}$  температурагача қиздирилади ва водород атмосфераси муҳитида қайтарилади. Маҳсулот  $99,85 - 99,92\%$  Rh таркибида бўлади. Чиқаётган эритмадан Rh ажратиб олиш учун саноатда олишда аввалига уни тозаланади сўнг учун ион алмашиниш усули қўлланилади.

**Қотишмалари.** Платинанинг  $10\%$  Rh билан қотишмаси нисбатан кенг тарқалган. Илгарилари ундан нитрат кислотаси олишда  $\text{NH}_3$  оксидланиш учун, сульфат ва цианид кислотаси синтезида катализатор сифатида қўллашган. Бу қотишмадан вискоза ишлаб чиқаришда, фильералар тайёрлашда ва унинг асосида платино-родийли термопара  $630,5\text{--}1063^\circ\text{C}$  оралиғидаги температуранинг ўлчаш учун стандарт ҳисобланган.

**Ишлатилиши.** Родий рефлектор, прожектор ва аниқ қурилмалар учун ойналар тайёрлашда яхши материал ҳисобланади. Уни катализатор сифатида органик бирикмаларни



Уильям Хайд  
Волластон или  
Уолластон  
(1766-1828)

гидрогенлашда ва Мо ва W пайвандлашда кавшарлаш сифатида ишлатилади. Заргарлик ишларида родийнинг электролитик усулда қоплаш натижасида етарлича мустақкам ва қораймайдиган материал ҳосил қилади. Родий яна кимё саноатида конструкцион материал сифатида ишлатиладиган платинали легирлаш жараёнида ҳам кенг қўлланилади.

**46. ПАЛЛАДИЙ** (Паллада планетасининг очилиши шарифига номланган; лот. Palladium) Pd – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 46, атом массаси 106,42; платина гуруҳи металлариға тегишли. Табиатда Pd нинг олтита барқарор изотоплари мавжуд:  $^{102}\text{Pd}$ (1,00%),  $^{104}\text{Pd}$ (11,14%),  $^{105}\text{Pd}$ (22,33%),  $^{106}\text{Pd}$ (27,33%),  $^{108}\text{Pd}$ (26,46%) ва  $^{110}\text{Pd}$ (11,72%). Нисбатан узок яшайдиган сунъий радиофаол изотопи  $^{107}\text{Pd}$  ( $T_{1/2}=7 \cdot 10^6$  кун). Палладийнинг кўплаб изотоплари асосан кўп миқдорда U ва Pu ядроларининг бўлиниши натижасида ҳосил бўлади. Палладийни 1803 йилда кимёгар У.Волластон табиий платинани тадқиқ қилиш чоғида кашф этган. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^0 4d^{10}$ .



Уильям Хайд  
Волластон или  
Уолластон  
(1766-1828)

**Табиатда тарқалиши.** Палладий – камёб элементлардан бири. Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1 \cdot 10^{-6}\%$ . Мустақил ҳолатда ҳам, қотишмалар кўринишида ҳам (палладийли платина, 39% гача Pd) ва бирикмалар кўринишида ҳам табиатда учрайди. 30 га яқин палладий таркибли минераллари маълум: палладит PdO, станнопалладит  $\text{Pd}_3\text{Sn}_2$ , стибиопалладит  $\text{Sb}_3\text{Pd}$ , бреггит (Pd, Pt, Ni) S, аллопалладий (таркибида Hg, Pt, Ru, Cu қўшимчалар учрайди), палладийли платина (7-39% палладий ва бошқа минерал бирикмалар). Платинали металллар аралашмасида палладийнинг миқдори турли конларда турлича, масал Карло Перье 43-45% (Канада) ва 60% (Россия Федерацияси) миқдорлар конлар атрофи (1886-1948) иали металлларнинг нисбатан катта конлари, палладий таркибли ҳам шу ўринда Россия (Урал), Колумбия, Аляска ва Австралия давлатлари худудларида учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Палладий – кумушсимон ок рангли оралик металл иёнлари марказлашган кубсимон мисли панжара типиди ( $a=0,38902$  нм;  $Z=4$ ; фазовий гуруҳи Fm $\bar{3}$ m). Палладий пластик металл бўлиб, никель, кобальт, родий ёки рутенийнинг микроқўшимчалари унинг механик хоссаларини яхшилайти ва қаттиқлигини оширади.

Палладийнинг асосий физикавий ва механик хоссалари: сувда эримайди; зичлиги –  $12,02$  г/см $^3$  (20 °C);  $t_{\text{суюк.}}=1554$  °C;  $t_{\text{кайн.}}=2940$  °C атрофида. Суюқланиш иссиқлиги –  $37,8$  кал/г; 20 °C да солиштирма иссиқлик сизими –  $0,0586$  кал/(г·град); 25 °C даги солиштирма электр қаршилиги –  $9,96$  мкОм/см; иссиқлик ўтказувчанлик –  $0,161$  кал/(см·сек·град), Бри-нелл бўйича қаттиқлиги  $52$  кгс/мм $^2$ .

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий хоссалариға кўра палладий платинаға яқин ва платина металлариға караганда фаол ҳисобланади. Қиздирилганда  $\sim 300^\circ\text{C}$  температурагача ҳавода барқарор,  $350\text{-}800^\circ\text{C}$  температурада PdO юпка қаватини ҳосил қилиб қораяди,  $850^\circ\text{C}$  температурадан юкори температурада PdO парчланади ва яна ҳавода бардошли бўлиб қолади. Зар сувида яхши эрийди. Концентрланган қайноқ  $\text{HNO}_3$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоталарда эрийди. Хлорид кислотада анодди эришида эритмага ўтади. Хона ҳароратида нам  $\text{Cl}_2$  ва  $\text{Br}_2$  билан қиздирилганда эса  $\text{F}_2$ , S, Se, Te, As ва Si лар билан таъсирлашади. Палладийнинг характерли ажралиб турадиган томони – кўп миқдордаги водород (900 ҳажмгача 1 ҳажм Pd) ўзига ютиши натижасида қаттиқ эритмалар ҳосил бўлиши ҳисобига кристалл панжаранинг омиллари ортади. Ютилган водород палладийдан  $100^\circ\text{C}$  вакуумда қиздирилганда осонгина ажралади.

**Олиниши.** Нодир металлларнинг технологик эритмасидан зар сувида олдин олтин ва платина чўктирилади. Кейин  $\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  чўктирилади, у  $\text{HCl}$  нинг аммиакли эритмасидан қайта кристаллизация қилиб тозаланади, сўнг қуритилади ва қайтариш атмосферасида тоблантирилади. Палладий тузлари эритмасини қайтариб майда кристалли палладий – палладий қуруми олинади, нитритли ва фосфатли кислотали электролитларидан палладийни кўпинча  $\text{Na}_2[\text{Pd}(\text{NO}_2)_4]$  фойдаланиб электро чўктирилади,

Металлсимон палладийни куйидаги усул билан ҳам олиш мумкин. Палладий таркибли материал зар суви эритмаси билан ишланади, хлорпалладат тузи кўринишида палладий чўктирилади, аммоний хлоридни зар суви эритмаси билан ишланади. Бунда хлорпалладат тузи каттиқ аммоний хлорид билан чўктирилади, филтёрдаги чўкма аммоний хлоридни тўйинган хлорид кислотали эритмасида қайта ишланади, ҳосил бўлган чўкма сувда эритилади, сўнг олинган эритма филтёрланади, нейтралланади ва  $\text{pH} \geq 2$  да гидрозин хлорид кислотаси билан металлгача палладийни қайтариш амалга оширилади. Қайтариш жараёни амалга оширилмаган тақдирда чумоли кислотаси билан  $\text{pH} \geq 6$  да Палладий метали филтёрланади, кейин ювилади ва  $90 - 100^\circ \text{C}$  температурада қуритилади. Бу усул палладийни тоза металл кўринишида ажратиш олиш имконини беради, кимёвий қайта ишлашнинг барча босқичларида минимал йўқотишлар эвазига тегишли кимёвий шаклдаги металл олинади. Таклиф қилинган ушбу техник ечим, тозалик даражаси 99,996 % бўлган палладийни 96% даражада ажратиш олишни таъминлайди.

**Ишлатилиши.** Палладий ва унинг қотишмаларидан тиббиёт инструментлари, кардиостимуляторлар деталлари, тиш протезлари тайёрлашда ишлатилади.  $\text{Pd-Ag}$  ва  $\text{Pd-Cu}$  қотишмалари электротехникада ва шиша саноатида палладий қотишмалари шиша тигеллар тайёрлашда ишлатилади. Палладий катализатор сифатида, асосан, крекинг усулида ёғларни ва нефтларни гидрогенизация жараёнларини олиб боришда ишлатилади. Палладий хлориди катализатор сифатида ҳаводаги ва газли аралашмадаги бўғувчи газнинг миқдори оз бўлган тақдирда уни аниқлашда ишлатилади. Чунки водород палладий бўйлаб яхши диффузияланади, шунинг учун ҳам палладий водороддан тозалаш учун ишлатилади. Ҳамда палладий водородни чекли ҳолатда қарама-қарши аккумулялаштириши ҳам мумкин.

Палладий хлориди гальванотехникада, фаоллайдиган модда сифатида диэлектрикларни гальваник металлизациясида, шу жумладан, электроникада босма платалар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Палладий ва унинг қотишмалари электроникада – сульфидлар таъсирига чидамли қопламалар олиш учун ишлатилади. Платина қотишмалари, заргарликда, (масалан, олтин-палладий қотишмасини олишда- шу жумладан «оқ олтин»), палладийнинг қотишмадаги оз миқдори (1% атрофида) олтиннинг рангини сарикдан қумушсимон оқ рангга ўзгартиради.

Палладийнинг қумуш билан асосий қотишмалари заргарлик ишида ишлатиладиган, у 500 ва 850 қумуш бўйича Давлат пробаларига эгадирлар.

Айрим давлатларда палладийнинг оз миқдори цитостатик препаратлар-комплекс бирикмалар кўринишида ишлаб чиқаришда ишлатилади. Платина ва унинг қотишмалари махсус кимёвий идишлар ишлаб чиқаришда, ўлчов асбобларининг юқори аниқликдаги коррозияга чидамли деталларини тайёрлашда, прецизион механик инструментлар тайёрлашда ишлатилади. Палладийнинг кўп миқдори фторид кислотаси ишлаб чиқаришда кимёвий посуда тайёрлаш учун сарфланади (идишлар, хайдаш кублари, насос деталлари, реторталар). Палладийли қопламалар чакмоқнинг олдини олиш учун электрик контактларини юргизишда ҳам қўлланади.

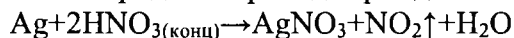
**47. КУМУШ (Argentum) Ag** – кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи; тартиб рақами 47, атом массаси 107,870, нодир металллар гуруҳига мансуб. Табиатдаги Ag нинг иккита барқарор изотопи мавжуд: 107 (51,35%) ва 109 (48,65%). Радиофаол изотоплардан  $Ag^{110}(T_{1/2} = 253 \text{ кун})$  муҳим ҳисобланади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$ . Табиий кумуш эрамиздан 3000 йил олдин Миср, Қадимги Форс ўлкаси ва Хитойда топилган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $7 \cdot 10^{-6}\%$ . Унинг максимал концентрацияси гил тупроқли сланецларда ҳосил бўлади, унда Кумуш миқдори 1г/т гача етади. Нодир ва рангли металлларнинг маълум бир миқдори табиатда эркин ҳолатда учрайди. Эркин кумушнинг жуда катта миқдори топилганлиги маълум ва расман тасдиқланган. Масалан, 1477 йилда «муқаддас Георгий» (Шнееберг конларидаги Рудали тоғларда, Фрейберг тоғларидан 40-45 км узоқликда) 20 тонналик табиий соф ҳолатдаги кумуш топилган. Даниянинг Копенгаген музейида 254 кг эркин ҳолатдаги кумуш, 1666 йилда Конгсберг Норвегия қонида топилган. Катта бўлаклари ер юзининг турли континентларида ҳам топилган. Ҳозирги вақтда Канада парламенти биносида Канададаги Кобальт қонидан топилган 612 килоли кумуш пластинаси сақланади. Ўша қондан ўзининг ўлчамлари бўйича «кумуш тратуар» номини олган, 30 м узунликка ва 20 т оғирликка эга бўлган соф ҳолдаги кумуш топилган. Денгиз сувидаги концентрацияси олтинникига нисбатан юқоридир (0,04 мкг/л атрофида ёки 0,004 мкг/л, тегишли равишда).

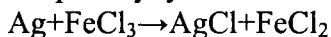
Кумушнинг 50 дан ортиқ табиий минерали маълум. Улардан 15-20 таси саноат аҳамиятига эга, шу жумладан, кюстелит – изоморф олтин кўшимчаси бўлган (10% гача), конгсберит – симоб кўшимчаси бўлган (5% гача), анимикит – сурма кўшимчаси бўлган (11% гача), мисли Ag (10% гача мис) ва электрум (AuAg), Ag 15-50% бўлган бирикмалардир. Ag кейинги келтирилган минералларнинг асоси ҳисобланади: аргентит  $Ag_2S$ - пираргирит  $Ag_3SbS_3$ , прустит  $Ag_3AsS_3$ , стефанит  $Ag_5SbS_4$ , полибазит  $8(Ag,Cu)_2S \cdot Sb_2S_3$ , кераргирит  $AgCl$ , эмболит  $Ag(Cl,Br)$ , бромаргирит  $AgBr$ , йодаргирит  $AgI$ . Ag оз миқдори кўплаб минераллар таркибида ҳам учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Ag – чиройли оқ рангли металл, металллар орасида энг юқори электр ва иссиқлик ўтказувчанлигига, ҳамда инфрақизил ва ёруғликнинг кўзга кўринадиган соҳасида яхши қайтарувчилик қобилятига эга.  $t_{\text{суюқ}} = 961,9^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 2170^\circ\text{C}$ , хона ҳароратидаги зичлиги  $10,50 \text{ г/см}^3$ . Кумуш кб.;  $c_p = 0,235^{25}$ ;  $C_p = 25,4$ ;  $S^\circ = 42,55$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 11,3$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 251,5$ ;  $\eta = 2,98^{1200}$ ;  $\sigma = 1140^{870-945}$ ;  $\rho = 0,01^{1028} 0,1^{1163}$ ;  $1^{1330}$ ;  $10^{1543}$ ;  $100^{1825}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Кумуш нодир металл ҳисобланиб, нисбатан паст реакцион қобиляти билан ажралиб туради, у хлорид ва суолтирилган сульфат кислоталарида эримайди. Аммо оксидланиш муҳитида нитрат, қайноқ концентранган сульфат кислотаси, ҳамда хлорид кислотасида эркин кислород иштирокида эрийди:

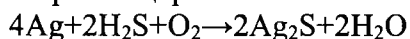


Темир хлоридида эрийди ва бу ғадирлаш учун ишлатилади:

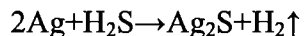


Кумуш симобда осон эриб, амалгама ҳосил қилади (симоб ва кумушнинг суюқ қотишмаси).

Кумуш кислород билан юқори температураларда ҳам оксидланмайди, бироқ ультрабинафша нурлар таъсирида кислород ёки озон билан оксидланиб, юпка қават ҳосил қилиши мумкин. Нам ҳавода жуда оз миқдордаги икки валентли олтингугурт иштирокида (водород сульфиди, тиосульфатлар, резина) кам миқдорда эрийдиган кумуш сульфиди куйкаси ҳосил бўлади, кумуш буюмларнинг қорайиши билан асосланадиган:

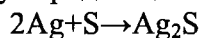


Кислород бўлмаганда:



Хона ҳароратида галогенлар кумуш билан пассивроқ таъсирлашиб, тегишли кумуш галогенид ҳимоя қаватини ҳосил қилади. Хлор намлик иштирокида  $80^\circ\text{C}$  температурада сезиларли даражада, курук хлор  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида, қизил чўғ температурасида фтор билан таъсирлашади. Оксидловчилар бўлмаган пайтда одатдаги ҳароратда водород галогенидлар  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  кумушга таъсир этмайди.

Олтингурут билан қиздирилганда сульфидни ҳосил қилади:



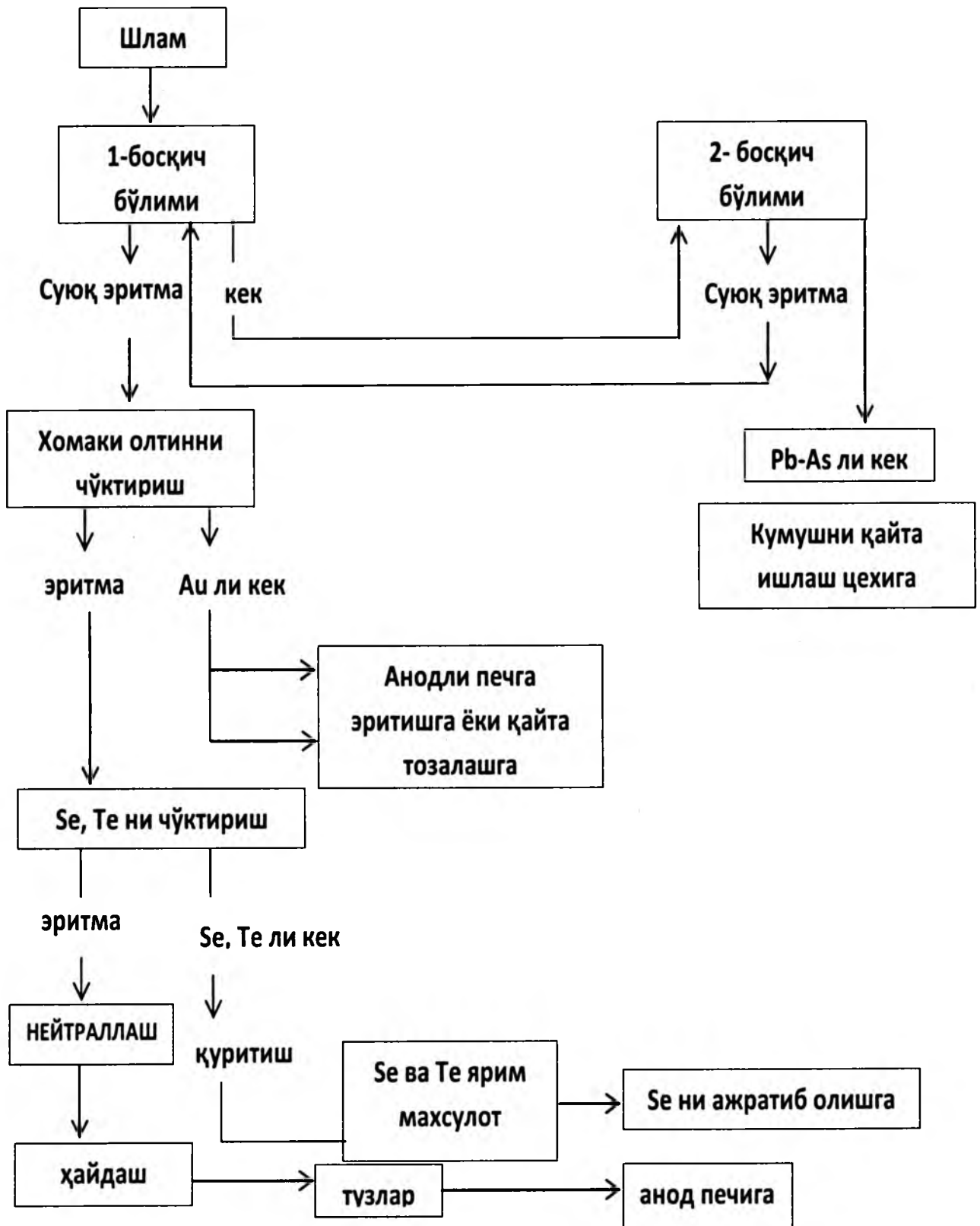
Кумуш олтиндан фарқли равишда, зар сувида юзасида хлорид қавати ҳосил бўлиши ҳисобига эримайди.

Водород ( $\text{H}_2$ ) ва азот ( $\text{N}_2$ ) билан тўғридан-тўғри таъсирлашмайди. Углерод кумуш билан қизил чўғ температурасида таъсирлашади. Қизил чўғ температурасида кумуш фосфор билан таъсирлашиб,  $\text{Ag}_3\text{P}$  таркибли фосфидни ҳосил қилади.

Бирикмаларда нисбатан барқарор оксидланиш даражаси  $+1$  ҳисобланади. Аммиак иштирокида кумуш (I) бирикмалари сувда осон эрийдиган комплекс  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  ни ҳосил қилади. Кумуш цианидлар, тиосульфатлар билан ҳам комплекслар ҳосил қилади. Кумушни руда таркибидан ажратиб олиш мақсадида комплекс бирикма ҳосил қилиши, кумуш бирикмаларининг кам эрийдиган хоссалари учунгина қўлланилади. Юқори оксидланиш даражалари ( $+2$ ,  $+3$ ) фақатгина кислород ( $\text{AgO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}_3$ ) ва фтор билан бирикмаларида ( $\text{AgF}_2$ ,  $\text{AgF}_3$ ) кузатилади, бундай бирикмалар кумуш (I) бирикмаларига кўра анча беқарордир.

**Олиниши.** Кумуш тоза соф ҳолда асосан кўрғошин ва мис концентратларини пирометаллургик усулда қайта ишлаш туфайли олинади. Хомаки мисдан электр рафинирлаш пайтида чўкмага тушириб ажратиб олинади. Хомаки кўрғошин таркибидан эса рух ёрдамида ажратиб олиш мумкин. Эритилган кумуш таркибли кўрғошин концентратига кумушли алоҳида қават ҳосил қилиши учун рух қўшилади. Кумуш кўрғошинга нисбатан рухда яхшироқ эрийди, шунинг учун асосий қисми рух қаватига ўтиб,  $\text{Ag}_2\text{Zn}_3$ ; юза қисмида  $15\text{--}40\%$   $\text{Ag}$ ,  $60\text{--}70\%$   $\text{Zn}$  ва  $5\%$   $\text{Pb}$  таркибли рух кўпиклари ҳосил қилади. Рух кўпикларидан кўрғошин босимли сузиш туфайли юқори босим остида чиқарилади. Дунёда жами кумушнинг  $75\%$  и кўрғошин ва мис саноатидаги бирикмалардан йўлдош усулда ажратиб олинади. Унда кўп ҳолларда кумуш олтин билан бирга бирикма ҳосил қилиб, ажратилади. Соф олтин олиш учун эса у кумушдан тозаланади ва соф ҳолда кумуш ажратилади. Саноатда кумуш таркибли рудалар флотация ва гравитация усули билан бойитилиб, концентрат (бойитма) олинади, сўнг цианид эритмасида эритилади. Кумушга бой рудаларга айрим корхоналарда ош тузи қўшиб хлорли куйдириш орқали сульфидлар кумуш хлорид ҳолига ўтказилади. Цианид эритмасидан кумушни ажратиб олиш учун рух ёки алюминий (кукуни) ишлатилади. Аввалига оксид ҳолига тўлиқ ўтказилади, сўнг тозаланади ва кумуш олинади. Кўрғошин саноатида реакторларда рух қўшилиб, кумуш билан бирга кимёвий бирикма ҳолига ўтказилади. Пирометаллургия ёрдамида рух буғлантирилиб, учуриб юборилади, қаттиқ ҳолда қолган кумуш тозалашга жўнатилади. Мис саноатида руда таркибидаги кумуш





3.11-расм. Шламдан кумуш ва бошқа металлар ажратиб олиш технологик тасвири

флотация жарёнида 70-75% кумуш бойитмага сўнг 80-90% кумуш эритиш печида мисли штейнга ўтади. Юқори ҳароратдаги штейн конвертор печида ҳаво билан пуркалганда ундаги 85-92% кумуш хомаки мис таркибига ўтади, сўнг кумуш хомаки мисдан анодга, кейинги жараёнда электролиз пайтида шламга чўктирилади. Сўнг шлам 1000<sup>0</sup>С температура атрофида эритилиб, селен ва теллур буғлантирилиб, ҳайдалади. Мўридан ўтгач, сузгичларда ушланади. Эритиш печида Доре метали, яъни олтин ва кумуш қотишмаси олинади. Кейинги жараён аффинаж бўлиб, олтин кумушдан ажратилади, унда кислоталар билан қайта ишланиб, электролиз усули билан соф кумуш олинади. Ундан ташқари айрим саноат корхоналарида кумуш рудаси асосан кўрғошин рудалари билан аралашган ҳолда бўлади. Шунинг учун таркибида кумуш бўлган рудалар суюқлантирилиб, усти очик ванналарда кислород таъсирида оксидланади. Натижада кўрғошин билан эритмага ўтган аралашма юзага қалқиб чиқади, кумуш эса оксидланмай металл ҳолида чўкмага тушади. Бундан ташқари, эритилган рудаларга рух таъсир эттирилади. Кумуш рух эритмасида кўрғошиндагига қараганда яхши эриб,  $Ag_2Zn_2$  ҳолида чўкмага тушади.

Чўкмадан дистилляция жараёни натижасида кумуш ажратиб олинади. Сульфидли рудалардан Ag ажратиб олишда, эритмадаги суюқликка натрий цианид таъсир эттирилиб, ҳосил бўлган кумуш комплекс бирикмасини рух билан тикланиб қайтарилади ва металл ажратиб олинади.

**Ишлатилиши.** Кумуш бошқа металлларга нисбатан юқори электр ўтказувчанликка, иссиқлик ўтказувчанликка ва одатдаги шароитда кислород билан оксидланишга барқарордир. Шунингдек, у электротехник буюмларнинг контактларини тайёрлашда (масалан, реле контактлари, ламели ва бошқ.) ҳамда кўп қаватли керамик конденсаторлар ишлаб чиқаришда ҳам қўлланилади.

Кавшарлаш суюқликлари таркибида: мис кумушли кавшар моддалар ПСр-72, ПСр-45 ва бошқалар, жуда муҳим бирикмаларни пайвандлашда ишлатилади, шу жумладан, турли-туман металлларни, юқори миқдорда кумуш таркибли кавшарлашда заргарлик ишида, ўрта миқдордагилари – турли хил техникада, кучли аниқликдаги ўчиргичлар (выключатель)дан тортиб суюқ ракета ёкилғиларида ҳам ишлатилади. Қимматбаҳо тош сифатида заргарлик ишида (одатда, мис, айрим ҳолатларда никел ва бошқа металллар билан қотишмада) кенг қўлланилади.

Тангалар, медаллар, орденлар ва бошқа юбилей нишонлари, совгалар чеканкасида ва зарб этишда ишлатилади.

Кумуш галогенидлари ва нитрати фотографияда ишлатилади, чунки у юқори ёруғликда сезувчанликка эгадирлар. Юқори электрўтказувчанлик ҳисобига ва оксидланишга бардошлилиги сабабли куйидаги соҳаларда ҳам қўлланилади;

– электротехника ва электроникада, маъсулиятли контакт ва юқори частотали занжир ўтказувчиларда қопламалар сифатида;

– Юқори қайтарувчилик қобилиятига эга бўлган ойналар учун қоплама сифатида (одатда ойналарда алюминий ишлатилади).

– оксидланиш реакцияларида катализатор сифатида, масалан, метанолдан формальдегид ишлаб чиқаришда, ҳамда этилендан эпоксид олишда кўп ишлатилади.

– Асосан сувни зарарсизлантириш мақсадида дизенфекция воситаси сифатида ишлатилади. Чекланган миқдорда тузлар (кумуш нитрати) ва коллоид эритмалар кўринишида қўлланилади.

Кумушнинг қўлланилиш соҳалари ҳам кенгайиб бормоқда ва унинг ишлатилиши – нафақат қотишмалари, балки кимёвий бирикмалари ҳам кенг қўлланилмоқда. Кумушнинг

маълум бир миқдори кумуш-рухли ва кумуш-кадмийли аккумулятор баттараялари ишлаб чиқаришда ишлатилади, улар ўта баланд энергосичлигига ва энергосиғимга эга бўлиб, кам миқдордаги каршилиқ натижасида ҳам катта миқдорда ток бериш қобилиятига ва имкониятига эга.

Кумуш кўшимча (0,1-0,4%) сифатида кўрғошинга махсус кўрғошинли аккумуляторларда мусбат пластинкаларига ток ажралиши учун қўшилади (узук, яъни 10-12 йил иш муддатига ва кичик ички каршилиқка эга). Кумуш хлориди, хлор-кумушли-рухли баттараяларда, ҳамда радарли айрим юза қисмларида ишлатилади. Бундан ташқари, кумуш хлориди, спектрнинг инфрақизил соҳасида шаффофликни таъминлашда ишлатилади. Кумуш фторид монокристаллари 0,193 мкм тўлқин узунлигидаги лазер нурлари генерацияси учун ишлатилади. Кумуш ацетилениди (карбид) камдан-кам ҳолатларда кучли портловчи модда детонаторлари сифатида ҳам қўлланилади.

Кумуш фосфати махсус шиша пиширишда, у эса нурланиш дозиметриясида қўлланилади. Бундай шишанинг тақрибий таркиби: алюминий фосфати – 42%, барий фосфати – 25%, калий фосфати – 25%, кумуш фосфати – 8% лардан иборатдир.

Кумуш перманганати, кристалл кўнғир-бинафша кукун бўлиб, у сувда эрийди ва у противогазларда ҳам ишлатилади. Айрим махсус ҳолатларда, кумуш куруқ гальваник элементларда (хлор-кумуш элементи, бром-кумуш элементи, йод-кумушли элемент) системалар кўринишида ишлатилади.

1990 йилдан бошлаб то ҳозирги вақтгача ноанъанавий тиббиётда кўплаб касалликларни даволашда коллоид кумуш қўлланиб келинмоқда.

**48. КАДМИЙ** (грек. “kadmeia” – “рухли руда”; лот. Cadmium) Cd – кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи, тартиб рақами 48, атом массаси 112,41. Табиатдаги кадмийнинг саккизта изотопи мавжуд:  $^{106}\text{Cd}$ (1,22%),  $^{108}\text{Cd}$ (0,88%),  $^{110}\text{Cd}$ (12,39%),  $^{111}\text{Cd}$ (12,75%),  $^{112}\text{Cd}$ (24,07%),  $^{113}\text{Cd}$ (12,26%),  $^{114}\text{Cd}$ (28,85%) ва  $^{116}\text{Cd}$ (7,58%).

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$ .

Кадмийни олим Ф.Штроемер 1817 йилда очган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги миқдори масса бўйича  $1,35 \cdot 10^{-5}\%$ , денгиз сувида – 0,11 мкг/л. Кадмий оғир рангли металллар гуруҳига киради: у изоморф кўринишда кўплаб минераллар таркибида бўлади ва доимо рух минералида мавжуд бўлиб, унинг 6 та кадмийли минераллари маълумдир. Деярли камёб минераллари гринокит  $\text{CdS}$  (77,8% Cd), хоулит (77,8% Cd), отавит  $\text{CdCO}_3$ , монтепонит  $\text{CdO}$  (87,5 % Cd), кадмоселит  $\text{CdSe}$  (47% Cd), ксантохроит  $\text{CdS}(\text{H}_2\text{O})_x$  (77,2% Cd) ҳисобланади. Кадмийнинг асосий массаси кўп минералларда (50 зиёд), айрим ҳолларда рух, кўрғошин, мис, темир, марганец ва симоб сульфидларида тарқалган. Максимал концентрацияси рух минералларида кузатилган, энг аввало, сфалерит (5% гача). Бошқа сульфидларда, масалан, станинада кадмийнинг миқдори – 0,003–0,2 %, галенитда – 0,005 – 0,02 %, халькопиритда – 0,006 – 0,12 %; бу сульфидлар таркибидан саноат миқёсида деярли кадмий ажратиб олинмайди, чунки бу иктисодий самара бермайди. Тупроқда 0,06 мг/кг, гил тупроқда - 0,3 мг/кг кадмий мавжуд.

**Физикавий хоссалари.** Кадмий – кумушсимон-оқ металл.  $t_{\text{суюқ.}}=321^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=766^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $8,65 \text{ г/см}^3$ , 0,519 К дан паст кўрсаткичда кадмий – ўта ўтказувчан. Юмшоқ, болғаланувчи, чўзилувчан металл, яхши листларга ишлов берилиб яссиланади, диамагнит. Кадмий таёқчалари букилганда қалайга ўхшаш дарз кетиб чатнайди.



Фридрих  
Штроемер  
(1776–1835)

Кадмий гекс.;  $c_p=0,231^{25}$ ;  $0,264^{321-700}$ ;  $C_p^{\circ}=26,02$ ;  $S^{\circ}=51,76$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}}=6,23$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=99,6$ ;  $\eta=1,44^{349}$ ;  $1,27^{466}$ ;  $1,15^{550}$ ;  $\sigma=597^{400}$ ;  $585^{600}$ ;  $p=0,01^{265}$ ;  $1^{394}$ ;  $10^{488}$ ;  $100^{615}$ ;  $p. Hg 5,17^{18}$

**Кимёвий хоссалари.** Курук ҳавода кадмий баркарор, нам ҳавода унинг юзасида юпка оксид кавати ҳосил бўлади, у металлни кейинги оксидланишдан ҳимоя қилади. Ҳавода суюқланиш температурасидан юқорида ёниб қорамтир CdO ни ҳосил қилади. Кадмий буғлари сув буғлари билан таъсирлашиб, водородни ажратади. Минерал кислоталар билан секин таъсирлашади ( $HNO_3$  да осонлик билан) ва тузларни ҳосил қилади.

Кадмий  $NH_4NO_3$  ни концентранган эритмаларда  $NH_4NO_2$  га қадар қайтаради. Кадмий  $CuCl_2$ , Fe(III) тузлари иштирокида Cd(II) га қадар оксидланади. Ишқорлар эритмалари билан, рухдан фаркли равишда, таъсирлашмайди, шунингдек,  $H_2$ ,  $N_2$ , C, Si ва B билан ҳам таъсирлашмайди.

**Олиниши.** Кадмийнинг асосий манбаси – рух ишлаб чиқаришнинг оралик маҳсулотлари ҳисобланиб, йўлдош бирикма сифатида ажратиб олинади: мис-кадмий кеклари ( $ZnSO_4$  эритмасини рух кукуни билан тозаланганда олинadиган металллик Cd, Cu ва Zn чўкмалари, таркибида 2-12% гача Cd мавжуд), рухни дисстиляция ёрдамида олишдаги учувчан фракция, таркиби 0,7-1,1% Cd, Zn ректификацион тозаланганда ҳосил бўладиган учувчан фракция (40% гача Cd) бор. Шунингдек, кадмий кўргошин (0,5-5% Cd) ва мис эритиш заводларининг чангларидан (0,2-0,5% Cd) ҳам олинади. Чанглар асосан  $H_2SO_4$  эритмасида эритилади, сўнгра сувли кислота ёрдамида танлаб эритилади; эритмадан кадмий мис билан биргаликда кек кўринишида ажратиб олинади.

Деярли барча йирик кадмий ажратиб олиш технологиялари асосан рух саноатидаги хомашёдан соф ҳолда олинади, рух бойитмаси куйдирилгач рух оксиди танлаб эритиш орқали  $H_2SO_4$  эритмасида эритилганда рух билан бирга кадмий ҳам эритмага ўтади. Рух чанги орқали эритмадаги кадмий чўктирилади ва мис-кадмийли кек сузиб (филтрлаб) ажратиб олинади. Сўнг у яна қайта рух электролизидан ишлатилган сульфат кислотали эритма ёрдамида танлаб эритилади. Ушбу жараён икки, баъзида уч маротаба қайтарилиб, суюқ эритмадаги кадмий концентрацияси ошгач, кадмий говаксимон бирикма ҳолида олинади. У яна охириги маротаба рух электролиздан қайтган ( $H_2SO_4$ ) ишлатилган электролити ёрдамида эритилиб, кадмий цехидаги электролизга жўнатилади ва кадмий католи металл ҳолида олиниб, индукцион печларда қайта эритилади ва қолипларга қуйилиб, кадмий соф куймаси олиниб сотувга чиқарилади. Ўзбекистонда Хандиза, Уч-қулоч, Кўргошинкон кадмий асосан рух-кўргошинли полиметалл рудалар таркибида бўлиб, Олмалик рух заводида танлаб эритиш пайтида рух эритмага ўтказилгач, қолган қолдиқ модда мис-кадмийли кек кадмий олиш учун асосий манба ҳисобланади. Олмалик шароитида соф ҳолда кадмий метали бугунги кунда ҳам ажратиб олинмоқда.

**Қотишмалари.** Кадмий-антифрикцион, осон суюқланadиган ва ювелир қотишмалар таркибига киритилган, гоҳо ўта ноёб маҳсулотлар олинади.

**Ишлатилиши.** Кадмий қаттиқ кавшарлар компоненти сифатида (кумуш, мис, рух асосидаги қотишмалар) уларнинг суюқланиш температурасини пасайтириш мақсадида ишлатилади. Ишлаб чиқариладиган кадмийнинг 10% атрофида осон суюқланadиган ва заргарлик қотишмалари компоненти сифатида ишлатилади. Кадмийнинг олтин билан қотишмаси яшил рангга эга. Ишлаб чиқариладиган кадмийнинг 40% и металлларга антикоррозион қопламалар беришда ишлатилади. Кадмийлаш пўлатли буюмларни асосан денгиз сувида коррозияга қарши баркарорлик хусусиятини намоён қилади. Кадмийнинг 20% миқдори кадмийли электродлар ва аккумуляторлар тайёрлашда ишлатилади. Ишлаб чиқариладиган барча кадмийнинг 20% ноорганик пигмент моддалар ишлаб чиқаришда

ишлатилади (сульфидлар ва селенидлар, аралаш тузлар, масалан, кадмий сульфиди, кадмий лимонли ва бошқалардан).

Кадмий сульфиди юқори ФИК қийматиға эга бўлган 10-16% ли қобикли қуёш батареялари ишлаб чиқаришда, ҳамда ажойиб термоэлектрик материал сифатида ишлатилади. Кадмий ярим ўтказгич ва люминофор материалларда қўшимча компонент ҳисобланади. Кадмий жуда яхши иссиқлик нейтронларини тутати ва шу сабабли атом реакторларида нейтронлардан ҳимояланиш учун ҳимоя стерженлари тайёрлашда ишлатилади. Кадмий фтороборати – муҳим флюс, алюминий ва бошқа металллар пайвандланишида ишлатилади.

Кадмийнинг иссиқлик ўтказувчанлиги нолга яқин металллар орасида энг юқори, шу сабабли кадмий айрим ҳолатларда криоген техникада ҳам ишлатилади.

#### 49. ИНДИЙ (спектрнинг кўк чизиғи бўйича (индиго ранги)

номланган, лат. Indium) In –кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тарқок элементларга тегишли, тартиб рақами 49, атом массаси 114,82. Табиатда индийнинг иккита изотопи мавжуд:  $^{115}\text{In}$  (95,7%) ва  $^{113}\text{In}$  (4,3%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^1$ . Индий Ф.Райх ва И.Рихтер томонидан 1863 йилда кашф қилинган.



Фердинанд Райх  
(1799-1882)



РИХТЕР (Richter)  
Иероним Теодор  
(1824-1898)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $10^{-5}$  %, денгиз сувида 0,018 мг/л ни ташкил этади.

Ҳозирги вақтда 10 га яқин индийнинг минераллари маълум: соф индий, рокезит  $\text{CuIn}_2\text{S}_2$ , индит  $\text{FeIn}_2\text{S}_4$ , кадмоиндидит  $\text{CdIn}_2\text{S}_4$ , джалиндит  $\text{In}(\text{OH})_3$ , сакуранит  $(\text{CuZnFe})_3\text{In}_2\text{S}_4$  ва патрукит  $(\text{Cu,Fe,Zn})_2(\text{Sn,In})\text{S}_4$ . Турли халькопирит ва станниннинг турли кўринишларида индий юзлаб, ўнлаб фоизларни ташкил этади. Касситеритда ва пирротинда эса минглаб улуш фоизларида бўлади. Пиритда, арсенопиритда, вольфрамитда ва бошқа минераллар таркибида индий миқдори – г/тн ларда бўлади. Саноат аҳамиятига эга бўлган металлни олиш учун ҳозирча сфалерит ва бошқа минераллар, 0,1% дан кам бўлмаган индий таркибли минераллар ишлатилади. Индий таркибли мустақил конлар бўлмайди ва мавжуд эмас, шунинг учун ҳам у тарқок, яъни бошқа минерал рудалари таркибига киради. Индийнинг нисбатан миқдори юқори бўлган сульфидли минераллардан бири касситеритли руда конларидир.

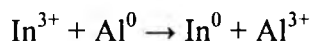
**Физикавий хоссалари.** Индий - қумушсимон-оқ металл;  $t_{\text{суюқ.}}=156,4^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=2000-2100^\circ\text{C}$ ; зичлиги 7,31, суюқ 7,03 г/см<sup>3</sup> (160°C). Жуда юмшоқ ва пластикдир. Индий тетраг.;  $c_p = 0,238^{0-150}$ ;  $C_p^0 = 26,74$ ;  $S^0 = 57,82$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 3,26$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 227,6$ ;  $p = 0,01^{912}$ ;  $0,1^{1042}$ ;  $1^{1205}$ ;  $10^{1414}$ ;  $100^{1688}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Индийнинг оксидланиш даражаси +1 дан +3 гача, нисбатан барқарор формаси III валентли бирикмалари ҳисобланади.

Индий ҳавода барқарор, аммо  $\sim 800^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада пушти-қўк аланга бериб ёниб  $\text{In}_2\text{O}_3$  ҳосил қилади. Сувда ҳаво иштирокида аста-секин коррозияланади. Минерал кислоталар билан секин таъсирлашади ( $\text{HNO}_3$  билан осонроқ), фторид кислотаси билан қиздирилганда секин таъсирлашади ва органик кислоталар (чумоли, сирка, оксалат, лимон) индийни босқичма-босқич эритади. Ишқорлар эритмаси билан, ҳатто қайнатилганда ҳам деярли сезиларли таъсирлашмайди.

Индий киздирилганда йод, олтингугурт (620 °C дан юқори), селен, теллур, олтингугурт тўрт оксиди (600 °C юқори), фосфор буғлари билан таъсирлашади. Индий N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, B, C лар билан таъсирлашмайди.

**Олиниши.** Индий олиш учун хомашё сифатида кўргошин, рухи ва қалай ишлаб чиқаришнинг чиқинди ва оралик маҳсулотлари асосий манба ҳисобланади. Йўлдош металллардан индийни ажратиб олиш учун ва эритмаларини концентрлашда экстракция усули қўлланилади, масалан керосиндаги ди-2-этилгексилфосфор кислотаси ёки ион алмашилиш жараёни ёки масалан фосфор кислотали катионлар эритмаларидан In электролиз қилиб ажратилади ёки Al металли билан цементация қилиб, яъни реакция бўйича эритмадан индийни сиқиб чиқаради:



Ишқор катламида қайта эритмага ўтказилади. Индийни тозалаш учун кўпинча электролитик рафинациялаш, учувчан қўшимчаларни йўқотиш учун вакуумли қайта ишлаш ёки эритмадан кристалларни ўстиришда қўлланилади. Сўнгги вақтларда индийга дунё миқёсида талаб ортмоқда ва кўрсаткич 2005 йилга келиб 800 тоннага етди. 2007 йилда дунё бўйича 475 тонна казиб олинган.

**Қотишмалари.** 77,5% Au ва 22,5% In қотишмаси металлларни шиша билан пайвандлашда мустаҳкам кавшар сифатида ишлатилади. 75% Au, 20% Ag ва 5% In қотишмаси декоратив металл – «яшил олтин» қотишмасидан турли тилла буюмлар олишда ишлатилади. Индийнинг Bi, Pb, Sn, Cd ва Tl билан қотишмалари, 49° температурада суюқланиш ҳароратига эга бўлган, хирургияда ишлатилади. Индий ферромагнит қотишмалар системасида Cu - Mn- In, Cu - Mg- In ва Mn - C-In кенг фойдаланилади.

**Ишлатилиши.** Индий Ge ва Si ярим ўтказгичларга легирловчи қўшимча. Суюқ кристалл экранлар ишлаб чиқаришда индий-калай оксидидан кенг қўлланилади. Микрөлектроникада индий германий ва кремний қотишмасига қўшилади. Шунингдек, индий осон суюқланадиган кавшарлар ва қотишмалар учун энг арзон ва осон бирикадиган компонентдир. Кўп материалларга қарши юқори адгезия эга, масалан, металлни шиша билан бирга пайвандлаш имконини беради.

Айрим ҳолатларда (тоза ёки кумуш билан қотишмаси) ойналарга ёруғлик нуруни қайтарувчи қоплама сифатида, шу жумладан, автомобиль фараларида, бунда, ойналарнинг қайтарувчанлик қобиляти кумушникига қараганда кучаяди, атмосфера таъсирига (хусусан, водород сульфиди) – чидамлилиги ортади.

Фотоэлементлар учун материал ва унинг бирикмалари люминофорлар холида бўлиб ишлатилади. Дизел двигателлари поршенлари индий қотишмаси билан қопланганда емирилишни камайишига олиб келади. Индий арсениди юқори температурали катта эффективликда термоэлектрик материал сифатида ишлатилади, унинг эффективлигини ошириш учун одатда 10 % ли индий фосфиди билан легирланади. Индий изатоплари <sup>111</sup>In ва <sup>113</sup>In радиофармацевтик препарат сифатида ишлатилади. Индий «мовий олтин» деб ном олган машҳур зебу зийнат ва ундан ясалган қотишма таркибига киради. Электрохимийвий система индий-симоб оксиди махсус мақсадлар учун ўта юқори барқарор солиштирма энергосиғими юқори бўлган ток манбалари (аккумуляторлар) ни тайёрлашда хизмат қилади. Индий ортофосфати тиш цементларини тайёрлашда қўшимча сифатида ишлатилади. Юқори вакуум техникасида индий зичлагич сифатида (прокладка, сифатида) ишлатилади; шу жумладан, космик аппаратлар ва элементар заррачаларнинг кучли тезлатгичида герметизация учун қўлланилади.

Индий атом реакторларини бошқаришда иссиқлик нейтронлари тутғичи сифатида қўлланилиши мумкинлиги фанда исботланди. Чунки индий оксиди атом техникасида иссиқлик нейтронларини ютадиган ойна тайёрлашда қўлланилади. Бундай ойналарнинг таркиби кенг тарқалган бўлиб, бор оксиди (33%), кадмий оксиди (55%), индий оксиди (12%)дан иборатдир.

Қалай билан котишмаси “процессорли интерфейс” учун юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга бўлган кавшар кўринишида ишлатилади

**50. ҚАЛАЙ** – (Stannum) Sn кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи, тартиб рақами 50, атом массаси 118,710. Табиатда қалайнинг ўнта изотопи мавжуд. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^2$ .

Тарихдан маълумки, қалай қадимдан, XIV асрдан бошлаб саноатда қўлланила бошланган.

**Табиатда тарқалиши.** Қалай – камёб, тарқоқ элемент, ер қобигида тарқалганлиги бўйича қалай 47-ўринни эгаллайди, турли маълумотларга қараганда ер қобигида масса бўйича  $2 \cdot 10^{-4}$  дан  $8 \cdot 10^{-3}\%$  гачани ташкил этади. Қалайнинг асосий минерали – касситерит халк тилида “қалайли тош”  $\text{SnO}_2$ , 78,8% қалай мавжуд. Кам ҳолатларда табиатда станнин (қалайли колчедан) –  $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$  (27,5% Sn) учрайди.

Қалайнинг конлари Россия, Малайзия, Индонезия, Таиланд, Заир, Нигерия, Боливия, Бразилия, ХХР, Австралия ва МДХда учрайди.

Ўзбекистонда бир неча қалай конлари мавжуд. Ўтган асрнинг 50-йилларида Навоий вилоятининг Қарнаб конларида қалай казиб олинган.

**Физикавий хоссалари.** Қалай – кумушсимон-оқ ярқироқ металл, сезиларсиз даражадаги қаттиқликка эга, аммо юқори пластикликка, болғаланувчан ва осон суюқланиш хусусиятига эга.  $13,2^\circ\text{C}$  температурадан пастда  $\alpha$ -модификацияси (кулранг қалай) олмос типидай кубсимон панжарали барқарор, зичлиги  $5,75 \text{ г/см}^3$ ;  $13,2^\circ\text{C}$  юқори ҳароратда  $\beta$ -модификацияси (оқ қалай) тетрагональ кристалл панжарали барқарордир, зичлиги  $7,28 \text{ г/см}^3$ .  $\beta$ -формани  $\alpha$  га ўтишида (25% га) металлнинг солиштирма ҳажми ўзгаради, бунда у уваланувчан оқ кукунга айланади. Бу  $\alpha$ -Sn пайдо бўлиши («қалайли ўлат») билан жараён тезлашади.  $t_{\text{суюк}}=232^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=2270^\circ\text{C}$ . Чизикли кенгайиш коэффициенти  $20\text{-}100^\circ\text{C}$  температурада-  $22,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;

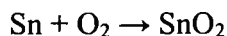
Солиштирма иссиқлик сифими: қаттиқ ҳолатда  $20^\circ\text{C}$  температурада –  $226 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; суюқ ҳолатда суюқланиш температурасида –  $268 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;

$20^\circ\text{C}$  температурадаги иссиқлик ўтказувчанлиги –  $65,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$ ;

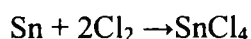
$20^\circ\text{C}$  температурадаги солиштирма электр қаршилиги –  $0,115 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ ;

$20^\circ\text{C}$  температурадаги солиштирма электр ўтказувчанлик –  $8,69 \text{ МСм}/\text{м}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Қалай хона ҳароратида, гуруҳдаги жадвал қўшниси германий каби ҳаво ва сув таъсирига чидамли. Бундай инертлик металл юзасида оксид парданинг ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Қалайнинг ҳавода сезиларли оксидланиши  $150^\circ\text{C}$  дан юқори температурада бошланади:



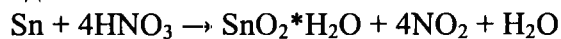
Қиздирилганда, қалай кўплаб металлмаслар билан таъсирлашади. Бунда +4 оксидланиш даражасидаги бирикмалар ҳосил бўлади. Бу қалай +2 дан кўра анча характерли ҳисобланади. Масалан:



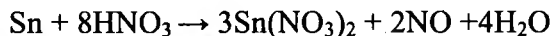
Қалай концентранган хлорид кислотаси билан секин таъсирлашади:



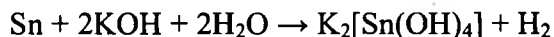
Суюлтирилган сульфат кислотада калай эримайди, концентранган билан – жуда секин таъсирлашади. Қалай нитрат кислота билан реакция маҳсулотлари таркиби кислотанинг концентрациясига боғлиқ. Концентранган нитрат кислотасида  $\beta\text{-SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  калай кислотаси ҳосил бўлади (айрим ҳолатларда формуласи  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  ифодаланади). Қалай бунда ўзини гўё металлмас каби тутати:



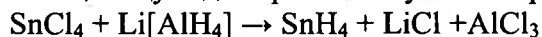
Қалай суюлтирилган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, калай (II) нитрат тузини ҳосил қилади:



Қалайни киздирганда, кўргошинга ўхшаб, ишқорларнинг сувли эритмалари билан таъсирлашиши мумкин. Бунда водород ажралади ва Sn (II) гидроксокомплекси ҳосил бўлади, масалан:

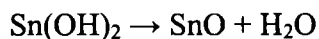


Қалай гидриди – станнан  $\text{SnH}_4$  ни қуйидаги реакция бўйича ажратиб олиш мумкин:

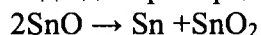


Бу гидрид беқарор бўлиб, секин-аста  $0^\circ\text{C}$  да парчланади.

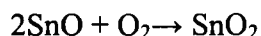
Қалай 2 та  $\text{SnO}_2$  ва SnO оксид ҳосил қилади. Қалай (II) оксидни вакуумда  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  ни киздириб олиш мумкин:



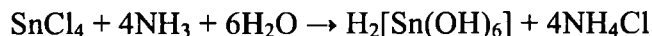
Кучли киздирилганда, калай (II) оксиди диспропорцияланади:



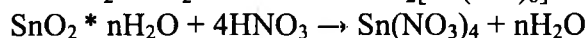
Ҳавода сақланганда монооксид SnO секин - аста оксидланади ва  $\text{SnO}_2$  га айланади:



Қалай (IV) тузлари гидролизиди –  $\alpha$ -қалайли кислота деб номланадиган оқ чўкма ҳосил бўлади:

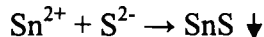


Тоза олинган  $\alpha$ -қалай кислотаси кислота ва ишқорларда эрийди:

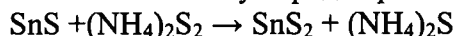


$\alpha$ -қалай кислотаси сақланиш жараёнида у ўзининг таркибидан, сувни ажратиб,  $\beta$ -қалай кислотага ўтади, у юқори кимёвий инертлиги билан ажралиб туради. Хоссаларининг бундай ўзгариши HO-Sn фаол гуруҳчаларнинг сонининг камайиши, нисбатан инерт кўприкли -Sn-O-Sn- боғлари билан алмашишига боғлиқ бўлади.

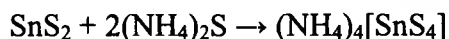
Sn (II) тузлари эритмасига сульфидлар эритмаси билан таъсир қилинганда калай (II) сульфиди чўкмага тушади:



Бу сульфид осонгина  $\text{SnS}_2$  га аммоний полисульфиди эритмаси билан оксидланади:



Ҳосил бўладиган дисульфид  $\text{SnS}_2$  аммоний сульфиди эритмасида  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  эрийди:



Тўрт валентли калай калайорганик бирикмаларнинг катта синфини ҳосил қилади, улар органик синтезда пестицидлар ва бошқалар сифатида ишлатилади. Қалай киздирилганда S, Se, Te, P билан таъсирлашади, бироқ C, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Si, B, Mo, Os, Re ва W лар билан тўғридан-



тўғри таъсирлашмайди. Al, Bi, Cd, Ca, Ge, In, Pb, Si, Te ва Zn лар билан эвтектик аралашмаларни ҳосил қилади; сезиларли миқдорда Bi, Cd, In, Pb, Sb ва Zn қаттиқ ҳолатида эрийди. Кўплаб металллар қаттиқ қалайда жуда оз миқдорда эрийди, бироқ улар билан интерметаллидларни ҳосил қилади. Қалай  $H_2$  билан беқарор гидрид (станнан)  $SnH_4$  ни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Таркибида 0,1% дан кўпроқ қалай бўлган маъданлардан қалай қиздириб олинади.

Маъданлар гравитацион ва флотогравитацион усулларида бойитилади, магнитли сепарация, флотация усуллари кенг қўлланилади, гоҳо сочилганлари эса асосан гравитацион усул билан олинади. Аввалига ушбу усуллардан таркиби 40 – 70% бўлган концентратлар олинади. Бирламчи концентратларни кўшимча қайта майдалангандан сўнг баъзида куйдиришни кўллаб яна ўша усуллар билан бойитилади.

S ва As кўшимчаларини йўқотиш учун концентратлар 600 – 700<sup>0</sup>С температурада куйдирилади, W, Bi, Fe ва бошқа кўшимчаларни йўқотиш учун уларни концентратланган HCl 110 – 130<sup>0</sup> С температура автоклавда қайта ишланади. Концентрат қуритилади сўнг кўмир ва флюс билан аралаштирилиб эритиш печларида қайта ишланади, ёки электрпечларида Al ва Zn билан ҳарорат остида қайтарилади. 95% Sn таркибли қалай қуруми рафинирацияланади, тозаланади. Суюқ қалайга кўмир ва S қўшиб Fe ва Cu ажратиб чиқарилади; Al қўшиб As ва Sb богланади; вакуумда 1100<sup>0</sup>С температурада қалайдан Pb ва Bi ҳайдаб газ ҳолатида бирикмадан ажратиб юборилади. Одатдаги тозалиги Sn 99,8 – 99,9 % бўлган жуда тоза қалай кўшимча тозалашлардан сўнг олинади. Электролиз ва зонали суюклантириш, тозаланган хлоридларни қайтариш каби жараёнлар туфайли иккиламчи Sn оқ жисм ва қотишмалар чикитидан ажратилади. Кам таркибли концентратларни қайта ишлаш учун Sn ни учувчан хлоридларини ва уларни Al, Mg, Zn билан қайтарилиш қобилятига асосланган усулларни кўллаш келажақда истиқболли ҳисобланади.

**Қотишмаси.** Sn (59% атрофида ишлаб чиқариладиган қалай) Cu (бронзалар), Cu ва Zn (латунь), Sb (баббит), Zr (атом реакторлари учун махсус қотишма), Ti (турбиналар учун), Nb (юқори ўтказгичлар учун), Pb (ковшарлар учун) ва бошқалар учун асосий компонент ҳисобланади.

**Ишлатилиши.** Қалай тоза ёки бошқа металллар билан қотишмалар кўринишида асосан хавфсиз, зарарсиз, коррозион барқарор қоплама сифатида қўлланилади. Саноатда қалайнинг асосий қўлланилиш соҳалари – озиқ-овқат маҳсулотлари учун яшиқлар (таралар) тайёрлашда, электроника учун кавшарлар, подшипниклар учун қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Қалайнинг муҳим қотишмаси бу – бронзадир (мис билан аралашмаси). Бошқа таниқли кенг қўлланиладиган қотишмаси – пьютер идишлар тайёрлашда ишлатилади. Шу мақсадда қазиб олинadиган қалайнинг 33% айнан шу қотишмага сарф бўлади.

Ишлаб чиқариладиган қалайнинг 60% мис, мис ва рух билан, мис ва сурма билан (подшипникли қотишма ёки баббит), рух билан (ўрам фольгаси) қотишмалари ва қалай-кўрғошинли ва қалай-рухли кавшарлари кўринишида ишлатилади.

$Nb_3Sn$  асосли интерметаллид бирикмалари ўта ўтказувчан симлар тайёрлашда ишлатилади. Қалай дисульфиди ( $SnS_2$ ) олтинга ўхшаш металллар ("поталь") бўёқлар олишда қўлланилади. Қалай ва цирконийли интерметаллид бирикмалар юқори эриш температураси (2000<sup>0</sup>С гача) ва қиздирилганда ҳавода оксидланишга барқарорлиги билан қатор турли соҳаларда ишлатилади.

Қалай титаннинг конструкцион қотишмаларида муҳим легирловчи компонент ҳисобланади. Қалай тўрт оксиди жуда самарали абразив материал, у оптик шишалар юзасини

силликлашда унинг қалай тузлари аралашмаси – «сарик композиция» бўлиб, у қадимда ипак толаларини бўяшда бўёқ сифатида ишлатилиб келган.

Қалай анод материал сифатида токнинг кимёвий манбаларида қотишмалари (марганецли-қалайли элемент, қалай-симоб-оксидли элемент) ишлатилади. Қўрғошин-қалайли аккумуляторларнинг ишлатилиши истикболли ҳисобланади, чунки улар тенг кучланишда, таққосланишга кўра қўрғошинли аккумуляторлар, қўрғошин-қалайли аккумуляторларга нисбатан 2,5 марта кўпроқ сиғимга ва 5 марта юқори бирлик ҳажмга тўғри келадиган энергочилигига эга бўлиб, унинг токни беҳуда йўқотиш ички қаршилиги эса анча паст бўлади.

**51. СУРМА** (Stibium, қадимги миср тилида «штем», «штим», грек. «стимми» ёки араб, «стиби») Sb – кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи; тартиб рақами 51; атом массаси 121,75. Табиатда сурманинг иккита барқарор изотопи мавжуд:  $Sb^{121}$  (57,25%) ва  $Sb^{123}$  (42,75%). Сунъий ҳосил қилинган изотоплардан муҳими  $Sb^{122}$  ( $T_{1/2} = 2,8$  кун),  $Sb^{124}$  ( $T_{1/2} = 60,2$  кун) ва  $Sb^{125}$  ( $T_{1/2} = 2$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$ .



Антуан Лавуазье  
(1743-1794)

Сурьма ва унинг бирикмаларини олиниш усуллари ва хоссаларини биринчи бўлиб алхимёгар Василий Валентин (Германия) томонидан 1604 йилда ёзма равишда илк бора берилган. 1789 йилда француз кимёгари А.Лавуазье уни оддий моддалар таркибига киритиб унга «antimoine» номини берган.



Василий Валентин  
(XIV ёки XV аср)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $4 \cdot 10^{-5}\%$ . Сурма кларки – 500 мг/т. Унинг миқдори қолдиқ жинсларга нисбатан янги отилиб чиқадиган ва пайдо бўладиган жинсларда кам. Қолдиқ жинслар ичида сурьманинг энг юқори концентрацияси гил тупроқли сланецларда

(1,2 г/т), боксит ва фосфоритларда (2 г/т) ва энг кам миқдори оҳақтош ва кумтошларда (0,3 г/т) учрайди. Бундай металллар билан мис, мишьяк ва палладий, сурма билан интерметалл бирикмаларни ҳосил қилади.

Нисбатан кўп тарқалган минерали – сурма ялтироғи ёки стибнит (антимонит)  $Sb_2S_3$ ; сенармонтит ва валентинит  $Sb_2O_3$ ; сервантит  $Sb_2O_4$ ; стибноканит  $Sb_2O_4 \cdot H_2O$ ; кермезит  $3Sb_2S_3 \cdot Sb_2O_3$ , геокронит  $Pb_5(Sb, As)_2S_8$  ва сурма ва висмутнинг кобеллитдагиси  $Pb_6FeBi_4Sb_2S_{16}$  ва бошқалардир. Асосий саноат микёсидаги минераллари антимонит  $Sb_2S_3$  (71,7 % Sb). Сульфотузлари: тетраэдрит  $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ , бурнонит  $PbCuSbS_3$ , буланжерит  $Pb_5Sb_4S_{11}$  ва джемсонит  $Pb_4FeSb_6S_{14}$  муҳим аҳамият касб этадилар.

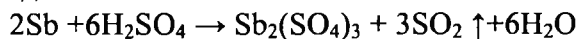
**Физикавий хоссалари.** Сурма эркин ҳолатида кумушсимон-оқ металл ялтираш хусусиятига эга бўлган кристалларни ҳосил қилади. Ташки кўринишига кўра металлга ўхшайдиган, сурма кристалли юқори мўртликка ва паст иссиқлик ва электр ўтказувчанлигига эга. Бошқа металллардан фарқли равишда, қотиш жараёнида кенгайди. Сурма кўшимчалари кўрғошиннинг суюкланиш ва кристаллизация температурасини пасайтиради, қотишманинг ўзи бўлса, қотганда ҳажм бўйича кенгайди.  $t_{суюк.} = 630,5^\circ C$ ,  $t_{кайн.} = 1635^\circ C$ , зичлиги кристалл ҳолатда  $Sb - 6,684$  г/см<sup>3</sup>,  $Sb_{суюк} - 6,55$  г/см<sup>3</sup>.

Сурма триг.;  $c_p = 0,207^{25}$ ;  $0,225^{350}$ ;  $0,274^{650-950}$ ;  $C_p^0 = 25,2$ ;  $S^0 = 45,69$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{суюк.} = 20,1$ ;  $\Delta H_{гир.} = 124,4$ ;  $\eta = 1,50^{650}$ ;  $1,26^{700}$ ;  $1,05^{850}$ ;  $\sigma = 368^{750}$ ;  $p = 0,01^{533}$ ;  $0,1^{600}$ ;  $1^{731}$ ;  $10^{960}$ ;  $100^{1289}$ .

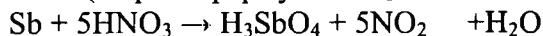
**Кимёвий хоссалари.** Сурма бирикмаларда асосан III ва V валентликни намоён қилади. Одатдаги ҳароратда ҳавода оксидланмайди, қиздирилганда суюкланиш температурасидан юқорида ёниб,  $Sb_2O_3$  (ок тутун) ни ҳосил қилади. Хлор ва бошқа галогенлар билан фаол таъсирлашади. С S, As ва P билан суюкланганда таъсирлашади. Азот ва водород  $800^\circ C$  температурагача эримади. Азот билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилмайди. Углерод суюқ Sb да кам миқдорда эрийди, совутилганда графит кўринишида ажралади. Кўплаб металллар билан интерметалли бирикмаларни – антимонидларни ҳосил қилади. Сув ва суюлтирилган кислоталар билан таъсирлашмайди. Конц. HCl ва  $H_2SO_4$  сурмани секин-аста эритади, конц.  $HNO_3$  сурмани юқори оксидига қадар оксидлайди.

Оксидлайдиган концентрацияли кислоталар сурма билан жадал таъсирлашади.

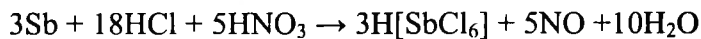
Сульфат кислотаси элементар ҳолатдаги сурмани сурма (III) сульфатига ўтказиб, сульфит ангидриди ажралади:



Нитрат кислотаси сурмани (шартли формуласи  $H_3SbO_4$  яхши эритади:

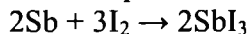


Сурма «зар сувида» ҳам эрийди:



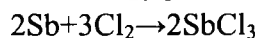
Сурма осонгина галогенлар билан таъсирлашади:

Йод билан инерт атмосферада кучсиз қиздирилганда қуйидаги бирикиш рўй беради:

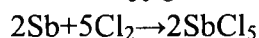


Хлор билан ҳарорат ўзгаришига қараб турлича таъсирлашади,:

$20^\circ C$

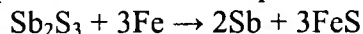


$50^\circ C$



Кислород билан учта оксид ҳосил қилади:  $Sb_2O_3$ ,  $Sb_2O_4$  ва  $Sb_2O_5$ . Кўплаб металллар билан турли типдаги қотишмалар ҳосил қилади (қаттиқ эритмалар, эвтектик қотишмалар ва бошқалар).

**Олиниши.** Сурма олишнинг пирометаллургия усулига қуйидагилар киради: чўктирувчи, қайтарувчи ва шахтали печларда тўғридан тўғри эритиш. Чўктирувчи эритиш жараёни Sb ни сульфидлардан темир билан сиқиб чиқаришга асосланган, яъни:



Темир шихтага чўян ёки пўлат қипиқлари кўринишида қўшиб, аралаштирилади. Қайтарувчи тиклаш атмосферасини яратиш, Sb ни учувчан уч оксидлар кўринишидан сақлаш учун шихтага тикловчи писта кўмир, тошкўмир ёки кокс кули қўшилади. Бекорчи нокерак жинсларни шлакка ўтказиш учун шихтага натрий сульфат ёки оддий содадан иборат флюслар қўшилади. Чўктирувчи эритиш оксидлантирувчи печларида олиб борилади. Шихтани эриш вақтида печдаги температура  $1300 - 1400^\circ C$  температура атрофида қиздирилади, ундан Sb қуруми шлак, штейн ва газлар ҳосил бўлади. Sb қуруми 3 – 5% Fe ва As, Pb, Cu, Au ва Ag қўшимчалар таркибида бўлади. Ажратилган ҳомаки металл таркибида сурьма 77 – 92% ни ташкил этади.

Қайтарувчи эритиш жараёнида таркибидаги оксидларни металлгача қаттиқ углерод бирикмаси ёки кокс билан қайтаришга ва бекорчи кераксиз жинсларни шлак таркибида ўтказишга асосланган. Яллиг қайтарувчи оксидловчи эритиш печи ёки қисқа барабанли

айланма печларда 800 – 1000<sup>0</sup> С температурада олиб борилади. Қайтарувчи эритиш жараёни натижасида анча тоза Sb қуруми олинади (99% дан кўпроқ Sb). Унда 80 – 90% металл ажралади. Эритиш учун мўлжалланган шихта таркибида оксидланган руда ҳам-ашёси, ёки куйдирилган печдан чиққан маҳсулот “куйинди”, балки юқори ҳароратда учирилган чанли маҳсулот, кўмир ёки кўнғир кўмир кули ва поташ, содадан иборат флюслар бўлади. Эритиш шахтали печларда жараён 1300-1500<sup>0</sup>С температурада олиб борилади. Кокс ёндирилади, флюс сифатида оҳақтош, пиритли куюнди ёки темир рудаси хизмат қилади. Металлни кокс билан тўлик қайтариб соф тоза ҳолда сурма олинади.

**Қотишмалар.** Сурманинг Pb (5-15% Sb) билан қотишмаси аккумулятор пластиналарини, кимё саноатида лист ва трубаларни, телеграф, телефон ва электр кабелларининг қопламаларини тайёрлашда ишлатилади. Типографик металл – Pb, Sn ва Sb(5-30% Sb) қотишмасини типографик шрифт тайёрлашда ишлатилади. Подшипникли металллар (бабитлар) – сурманинг Sn, Pb ва Cu (4-15% Sb) билан қотишмаси уларнинг вкладишларини тайёрлашда ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Сурма ярим ўтказгичлар саноатида диодлар, инфрақизил детекторлар, Холл эффектига эга бўлган қурилмалар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Булар сурманинг кўрғошинли компоненти ҳисобланади, уларнинг қаттиқлигини ва механик мустаҳкамлигини оширади. Қўлланилиш соҳаси: батареяларни, антифрикцион қотишмаларни; типографик қотишмаларни, ўқотар қуруллар ва из қолдириб учадиган ўқлар тайёрлашда, кабеллар қопламалари, гугурт, дори-дармонлар, стоматологияда тишлар учун протезлар, пайвандлаш – айрим кўрғошинли кавшарлаш 5% Sb тайёрлаш учун ишлатилади.

Қалай ва мис билан, сурма металл қотишмасини ҳосил қилади ва бу- баббит дейилиб, у антифрикцион хоссаларга эга бўлиб, сирпаниш подшипникларида ишлатилади.

Сурманинг оксид, сульфид, натрий антимоноати ва сурма трихлориди кўринишидаги бирикмалари оловга чидамли бирикмалар, керамик эмаллар, шиша, бўёқлар ва керамик буюмлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Сурма триоксиди сурма бирикмалари ичида энг муҳими бўлиб, оловга бардошли композицияларда ишлатилади. Сурма сульфиди гугурт таёқчаси бошчаларидаги ингридиентлардан биридир.

Табиатдаги сурма сульфиди, стибнит, улар Библия даврларида тиббиётда ва косметикада ишлатилган. Стибнит айрим ривожланиб бораётган давлатларда доривор восита сифатида ишлатилади.

Айрим кавшарлар таркибига киради, ҳамда ярим ўтказгичларга легирловчи қўшимча сифатида ҳам ишлатилади.

**52. ТЕЛЛУР** (Tellurium, лот. “tellus” – “Ер”) Те – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ элементи, тартиб рақами 52, атом массаси 127,61. Саккизта барқарор изотоплари масса сонлари билан кўрсатилган 120, 122-126, 128, 130, улардан  $Te^{128}$  (31,79%) ва  $Te^{130}$  (34,48%) кенг тарқалган. Сунъий ҳосил қилинган радиофаол изотопларидан,  $Te^{127M}$  ( $T_{1/2}= 105$  кун) ва  $Te^{129M}$  ( $T_{1/2}= 33,5$  кун) изомерлари нишонланган атомлар сифатида ишлатилади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^4$ . Биринчи бўлиб 1782 йилда Франц Йозеф Мюллер томонидан Австро-Венгрия худудида кашф этилган. 1798 йилда Мартин Генрих Клапрот теллури ажратиб, унинг муҳим хоссаларини аниқлаган.



Франц Йозеф Мюллер  
фон Райхенштайн  
(1740 ёки 1742-1825)



Мартин Генрих Клапрот  
(1743-1817)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1 \cdot 10^{-6}\%$ . Теллурнинг 100 яқин минераллари маълум. Уларнинг ичида муҳим ўринни алтаит ( $PbTe$ ), сільванит ( $AgAuTe_4$ ), калаверит ( $AuTe_2$ ), гессит ( $Ag_2Te$ ), креннерит  $[(Au, Ag)Te]$ , петцит ( $Ag_3AuTe_2$ ), мутманнит  $[(Ag, Au)Te]$ , монбрейит ( $Au_2Te_3$ ), нагиагит  $[(Pb_5Au(Te, Sb))_4S_5]$ , тетрадимит ( $Bi_2Te_2S$ ), теллурвисмутит  $Bi_2Te_3$  эгаллайди. Кислородли бирикмалари ҳам учрайди, масалан,  $TeO_2$  - теллури охра.

Иккиламчи минералларга: соф  $Te$ , теллурид  $TeO_2$ , ҳамда, теллурид ва теллурид кислота тузлари – теллуридлар  $Fe$  (эммонсит),  $Pb$  (данхемит),  $Bi$  (монтанит) ва теллурид  $Fe$  (ферротеллурид)лар киради.

**Физикавий хоссалари.** Теллур – мўрт кумушсимон-ок металл ялтироғига эга элемент. Юпқа қаватларда қизил-жигаррангга эга, буғ ҳолатда олтинсимон сариқ рангда.  $t_{суюқ.} = 449,95^\circ C$ ;  $t_{кайн.} = 1990^\circ C$ , зичлиги  $6,25 \text{ г/см}^3$  ( $25^\circ C$ ); Қиздирилганда пластик ҳолатга эга. Кристалл панжараси-гексагонал. Иссиқликдан кенгайиш коэффициентини  $-1,68 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Диамагнит металл.

Теллур триг.;  $c_p = 0,202^{25}$ ;  $C_p^0 = 25,77$ ;  $S^0 = 49,50$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{суюқ.} = 17,5$ ;  $\Delta H_{буғ.} = 51,0$ ;  $\rho = 0,01^{376}$ ;  $0,1^{432}$ ;  $1^{517}$ ;  $10^{632}$ ;  $100^{1792}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий бирикмаларда теллур  $-2$ ;  $+2$ ;  $+4$ ;  $+6$  оксидланиш даражаларига эга. Олтингургурт ва селеннинг аналоғи ҳисобланиб, кимёвий жиҳатдан олтингургуртга нисбатан паст фаолликка эга. Кислород билан  $TeO$ ,  $TeO_2$ ,  $TeO_3$  бирикмаларни ҳосил қилади. Куқун кўринишида ҳавода, хона ҳароратида оксидланиб,  $TeO_2$  оксидни ҳосил қилади. Қиздирилганда ҳавода ёниб,  $TeO_2$  барқарор бирикмани ҳосил қилади, теллуридан кўра нисбатан паст учувчанликка эга. Бу хосса теллури унинг оксидларидан тозалашда ишлатилади, у қарама-қарши водород оқимида  $500-600^\circ C$  температурада қайтарилади. Теллур тўрт оксиди сувда ёмон, кислотали ва ишқорий эритмаларда яхши эрийди.

Водород, азот ва углерод билан таъсирлашмайди, тегишли бирикмалари факатгина муқобил йўллар билан олиниши мумкин. Теллур водород билан қиздирилганда бирикмалар ҳосил қилади, галогенлар билан осон таъсирлашади, олтингургурт, фосфор ва металллар билан таъсирлашади. Селен билан  $Te$  тўхтовсиз суёқ ва қаттиқ эритмалар қаторини ҳосил қилади. Металллар билан қиздирилганда осон бирикиб, теллуридларни ҳосил қилади. Куқунсимон теллур сув билан  $100 - 160^\circ C$  температурада таъсирлашиб  $TeO_2$  ҳосил қилади ва водород ажралади. Углерод сульфидида эримади,  $HCl$  да секин эрийди.  $HNO_3$  да эриб, кам эрувчанликка эга бўлган теллур тўрт оксидини ёки асосли теллур нитратини ҳосил қилади, зар сувида осон эрийди. Ишқорда секин эрийди, жараён оксидловчи бирикмалар, яъни кислород иштирокида тезлашади.  $Te$  галогенлар – хлор, бром ва йод билан таъсирлашиб, тетрагалогенидлар ҳосил қилади.

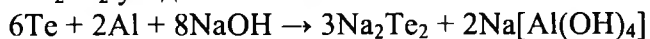
Концентранган сульфат кислота билан таъсирлашиб сульфатларни ҳосил қилади. Кучсиз кислоталарни водородтеллурид ( $H_2Te$ ), теллурид ( $H_2TeO_3$ ) ва теллурид ( $H_6TeO_6$ ) ларни ҳосил қилади. Унинг кўплаб тузлари сувда ўта секин эрийди.

**Олиниши.** Теллур асосан мис электролизидан кейин ҳосил бўлган шламлардан олинади. Шламлардан селенни ажратиб олингандан сўнг, сульфатлаш усули бўйича, шламни сув ва натрий ишқори билан қайта ишлашга юборилади. Теллур ҳам сувли, ҳам ишқорли эритмага ўтади ва биринчисидан элементар теллур кўринишида, мис билан цементациялаб (қайтариб) ажратилади, иккинчисидан эса  $TeO_2$  кўринишида эритмани нейтраллаб олинади. Мис электролитли шламни сода билан ёки оксидловчи куйдириш туфайли қайта ишланади. Теллурининг асосий қисми шламда қолади, кейинчалик олтин-кумушнинг қотишмасидан эритишга ўтади. Шламга яна сода кўшилади ва эритилганда теллур содали шлакка ўтади, у

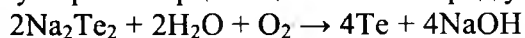
сувда эрийди. Керак теллурни, аввалига эритмани нейтраллаш туфайли икки оксид кўринишида ёки теллур қуруми ҳолида, кислотали эритма орқали  $\text{SO}_2$  ўтказиб, сўнг чўктирилади. Агар эритмадан  $\text{TeO}_2$  чўктирилган бўлса, у ҳолда уни ишқорда эритилади ва теллур электролиз йўли билан ажратиб олинади. Электродлар зангламайдиган пўлатдан тайёрланади. Те тоза ҳолда олиш учун (ярим ўтказгичлар учун) техник  $\text{Te HNO}_3$  билан икки оксидгача оксидланади. Кейинчалик икки оксиди кислота ва ишқорда эритилиши мумкин, олинган эритмадан тоза теллурни қайтариш усули ёки электролиз билан ажратиб олинади. Охириги якуний жараён қайта эритиш, вакуумли дистилляция ёки кимёвий тозаланган теллурни зонали эритиш печларида қайта ишлаш ҳисобланади. Бир қатор ҳолатларда техник теллур кимёвий дастлабки тозаланмасдан туриб ўта соф металл олиш учун ҳам берилaveraди.

Асосий манба мис ва кўрғошинли электролитик рафинацияланган шламлардир. Шламларни куйдиришга юборилади, шунда теллур куйиндида қолади, хлорид кислота билан ювилади. Олинган хлорид кислотали эритмадан  $\text{SO}_2$  газини ўтказиб Теллур ажратиб олинади. Селен ва теллурни ажратиш учун сульфат кислота кўшилади. Бунда теллур оксиди  $\text{TeO}_2$  чўқади,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  эса эритмада қолади.

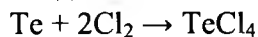
$\text{TeO}_2$  оксидидан теллурни кўмир орқали тиклаб қайтарилади. Теллурни олтингургут ва селендан тозалаш учун ишқорий муҳитда қайтарувчилар таъсирида ( $\text{Al}$ ,  $\text{Zn}$ ) эрувчан динарий дителлуридга  $\text{Na}_2\text{Te}_2$  ўтади.



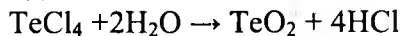
Теллурни чўктириш учун эритма орқали ҳаво ва кислород ўтказилади.



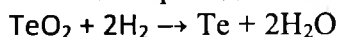
Энг тоза теллур олиш учун у хлорланади:



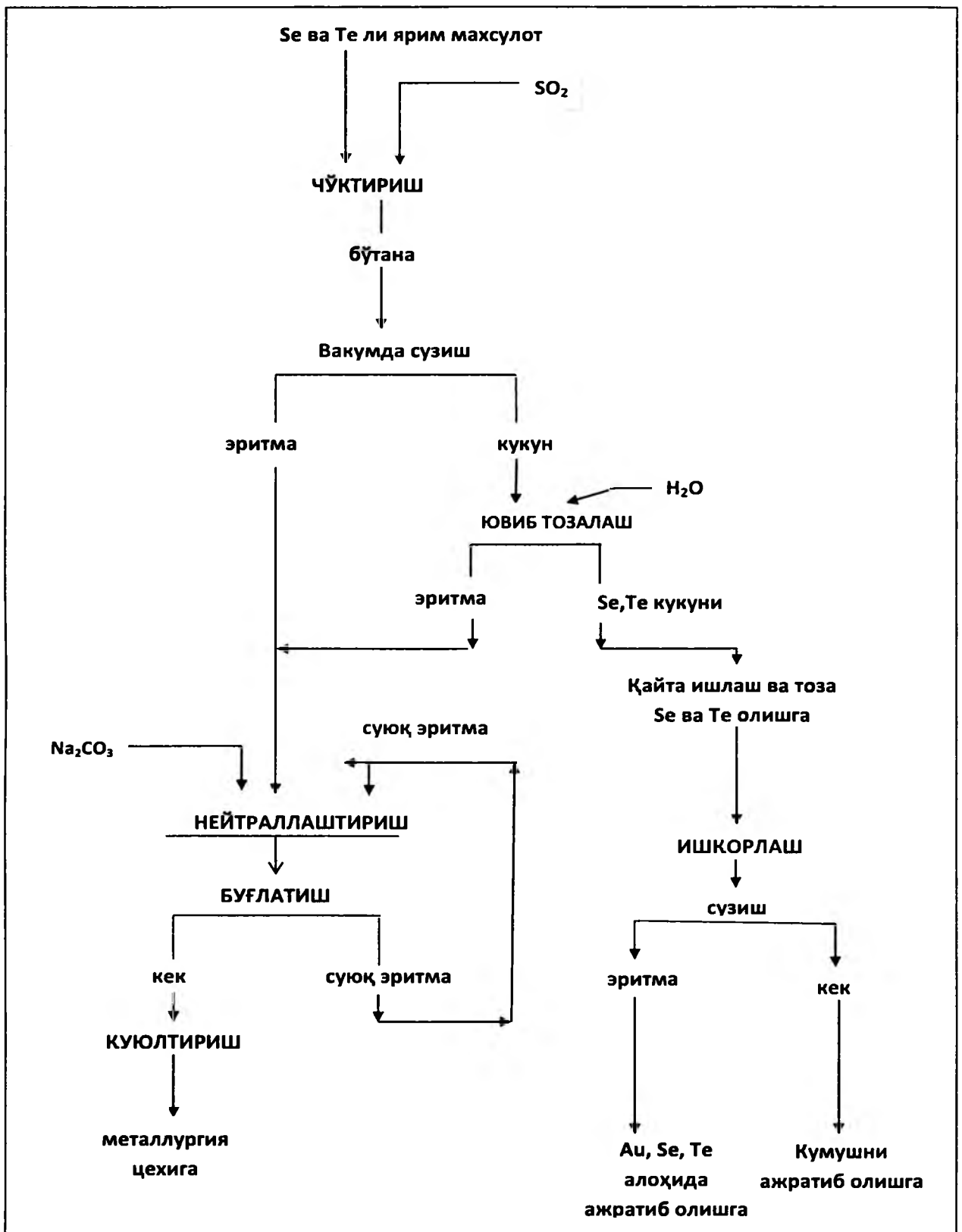
Ҳосил бўлган тетрохлоридни дистилляция ёки ректификациялаб тозаланadi. Кейин тетрохлорид сув билан гидролизланади:



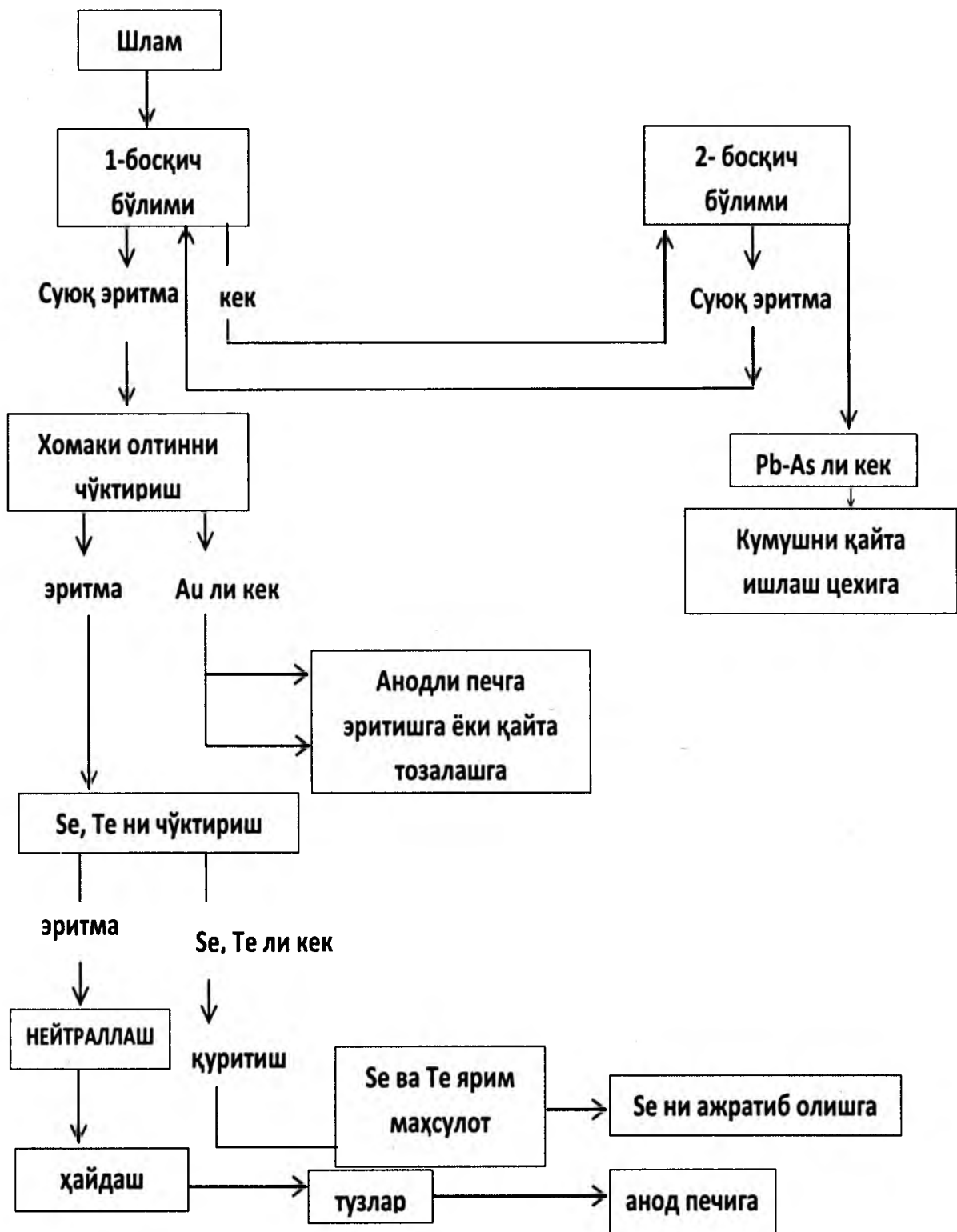
Ҳосил бўлган  $\text{TeO}_2$  водород билан қайтарилади:



шундай қилиб тоза теллур олинади.



3.12 - расм. Мис олиш технологияси жараёнидан теллур олиш тасвири



3.13 - расм. Теллурнинг олиниш технологик тасвири



**Қотишмалар.** Қалайли қотишмалар таркибига теллур ҳам киради, у мис ва унинг қотишмаларининг технологик хоссаларини яхшилаиди. Теллур-мис ва теллур-платина термопаралари паст ҳароратларни (75 - 90°C) ўлчаш учун ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Теллур юқори пластиклик ва мустаҳкамликка эга кўрғошин қотишмалари (масалан, кабеллар ишлаб чиқаришда) ишлаб чиқаришда қўлланилади. Кўрғошин таркибига 0,05 % теллурни киритиш кўрғошинни сульфат кислотада эрувчанлиги 10 марта камаяди ва бу унинг кўрғошин-кислотали аккумуляторлар ишлаб чиқаришга қўллаш имкониятини яратади. Кўрғошинни теллур билан легирлаганда қотишманинг пластик деформацияси камаймайди. Бундай материаллардан тайёрланган пластиналардан совук усулда кесиб олиш билан аккумуляторларни ток ўтказгичлари тайёрланади. Бу аккумуляторларни ишлаш муддатини узайтиради ва уларни солиштирма характеристикаларини оширади. Яримўтказгич материаллар саноатида унинг ўрни жуда юқори, шу жумладан, кўрғошин, висмут, сурма, цезий теллуриди кенг қўлланилади. Яқин йилларда жуда муҳим ўринга лантаноид теллуридлари, уларнинг металл селенидлари билан қотишмалари юқори ФИК (КПД) (72-78 % гача) эга бўлган термоэлектрогенераторлар ишлаб чиқаришда қўлланилади, бу уларни энергетикада ва автомобил саноатида қўллаш имконини беради. Кадмий-симоб-теллур (КСТ) қотишмалари алоҳида аҳамиятга эга. Улар ракета стартлари нурланишини аниқлашда ва космосдан атмосфера ойналари орқали (бунда булутлилик даражаси аҳамиятсиз) душманларни кузатишда фантастик характеристикага эгадирлар. КСТ замонавий электрон саноатида энг қимматбаҳо материаллардан биридир.

Теллурнинг алоҳида қўлланилиш соҳаларидан бири каучукни вулканизация жараёнида ишлатилиши ҳисобланади.

Теллур махсус маркали шишаларни пиширишда (бу ерда тўрт оксид кўринишида), камёб ер металллар билан легирланган махсус шишалар, оптик квант генераторларида асосий скелетини тайёрлашда ишлатилади. Бундан ташқари, теллур асосидаги айрим шишалар ярим ўтказгичлар ҳисобланади, унинг бу хоссасидан электротехникада қўлланилади.

Теллурнинг махсус навли шишалари (бундай шишаларнинг афзаллиги – ўта тиник шаффофлиги, осон суюқланиши ва электрўтказувчанлиги), махсус кимёвий аппаратураларни (реактор) конструкциялашда ишлатилади. Теллур қотишмаси қайта ёзиш имконига эга бўлган компакт-дискларда (шу жумладан, Mitsubishi Chemical Corporation фирмасининг «Verbatim» маркасида) деформацион қайтарувчанлик қаватига эга катлам яратишда ишлатилади.

**53. ЙОД** (грек. “iodes” – “пушти”; лот. “Iodum”) I – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VII гуруҳи элементи, галогенларга тегишли, тартиб рақами 53, атом массаси 126,9045. Табиатда ягона барқарор изотопи мавжуд <sup>127</sup>I.



Бернар Куртуа  
(1777-1838)

Элементнинг электрон конфигурацияси:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$ . Йод француз кимёғари Б.Куртуа томонидан 1811 йилда кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $4 \cdot 10^{-5}$  %. Йод – камёб элемент. Унинг кларки – атиги 400 мг/т. Аммо у табиатда ўта кўп сочилган даражадаги, кам тарқок элемент бўлса ҳам, деярли кўп жойларда учрайди. Йод денгиз сувида йодидлар кўринишида бўлади (20-30 мг/т). Тирик организмларда, кўп миқдорда сув ўтларида (2,5 г/т қуритилган денгиз карамида, ламинарияда ҳам учрайди). Табиий йодидлар захираси 15 млн тоннага баҳоланган, 99 % захира Чили ва

Японияда концентратланган. Ҳозирги вақтда бу давлатларда йоднинг интенсив қазиб олиниши амалга оширилмоқда, масалан, Чилидаги *Atacama Minerals* йилига 720 тонна йод ишлаб чиқаради. Йоднинг нисбатан кенг тарқалган минерали – лаутарит  $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ . Айрим бошқа минераллари – йодобромит  $\text{Ag}(\text{Br}, \text{Cl}, \text{I})$ , эмболит  $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$ , майерсит  $\text{CuI} \cdot 4\text{AgI}$ , йодаргирит  $\text{AgI}$  ва бошқалар.

**Физикавий хоссалари.** Йод – қора-кулранг; осонгина ўткир ҳидга эга бўлган пушти бугларни ҳосил қилади;  $t_{\text{суюқ.}} = 113,6^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 183^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $4,940 \text{ г/см}^3$ .

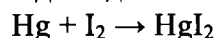
Йод  $t_{\text{кр}} = 553$ ;  $C_p^\circ = 54,43$ ;  $S^\circ = 116,15$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 15,77$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 41,8$ ;  $p = 0,1^{12,1}$ ;  $0,31^{25}$ ;  $1^{39,4}$ ;  $10^{73,2}$ ;  $100^{115,8}$ ;  $s = 0,016^0$ ;  $0,028^{20}$ ;  $0,034^{25}$ ;  $0,096^{60}$ ;  $0,45^{100}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Йод кимёвий жиҳатдан нисбатан фаол, лекин хлор ва бромга нисбатан фаоллиги пастроқ.

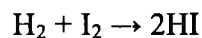
Одатдаги шароитда кўплаб металллар ва металлмаслар билан бирикади. Металллар билан бирикиб тузларни – йодидларни ҳосил қилади. Кислород билан тўғридан-тўғри бирикмайди. Кучли қиздирилганда йод водород билан бирикади. Hg билан ступкада суюқлантирилганда таъсирлашиб,  $\text{HgI}_2$  ни ҳосил қилади. Нам бўлмаганда йод билан металлнинг устки қавати таъсирлашади.  $250^\circ\text{C}$ дан юқори температурада йод Si билан бирикиб,  $\text{SiI}_4$  кристалларини ҳосил қилади. Галогенлар билан таъсирлашади, ишқорларда эрийди.  $\text{H}_2\text{S}$  ни элементар олтингургуртга қадар,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қадар,  $\text{NH}_3$  ни элементар азотга қадар оксидлайди. Йод сувда эриганда қисман таъсирлашади. Йод углероддисульфидда, этил спиртида, диэтил эфирида, хлороформда, бензолда, ацетонда, бензинда ва бошқа эритувчиларда эрийди.

Йодга машҳур сифат реакцияси унинг крахмал билан таъсирлашувидир, у кўк рангли модда ҳосил қилади. Бу реакцияни 1814 йилда Жан-Жак Колен ва Анри-Франсуа Готье де Клобри тадқиқ этиб ўрганишган.

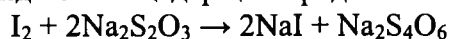
Йод металллар билан кучсиз қиздирилганда жадал таъсирлашиб, йодидларни ҳосил қилади:



Водород билан йод фақатгина қиздирилганда тўлиқ бўлмаган ҳолатда таъсирлашиб, водород йодидни ҳосил қилади:

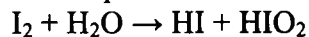


Йод оксидловчи ҳисобланади, фтор, хлор ва бромга нисбатан кучсизроқ.  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ва бошқа қайтарувчилар уни йодид ионига қадар қайтаради:



Бу реакция аналитик кимёда ҳам йодни аниқлаш мақсадида ишлатилади.

Сувда эриганда йод билан қисман таъсирлашади:



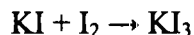
$$K_c = 15,99$$

Нитрит трийодиднинг ҳосил бўлиш реакцияси:



Нитрид трийодиди куруқ кристалл ҳолатида йодиднинг пушти бугларини ажратиш парчаланаяди, у эффе́ктив кимёвий реакцияни намоён қилади.

Ишқорий металлларнинг йодидлари эритмаларда галоген молекулаларини бириктириш (эритиш) хусусиятига жуда мойил бўлиб, полийодидларни (перйодидлар) – калий трийодидни ҳосил қилади:



Шунингдек, йод қатор кислоталарни ҳосил қилади: водород йодид (HI), гипойодид (HIO), йодит (HIO<sub>2</sub>), йодат (HIO<sub>3</sub>), перйодат (HIO<sub>4</sub>) ва бошқалар.

**Олиниши.** Нефт ва газ конларининг сувларидан йод олинади, шунингдек, селитра ишлаб чиқаришдаги маточникдан ҳам олиш мумкин. Таркибида 0,001-0,01 % йодидлар кўринишидаги йод минераллардан сув H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ёки HCl билан pH 2,5-3,5 бўлганда кислоталанади ва Cl<sub>2</sub> ёки NaNO<sub>2</sub> эритмаси билан қайта ишланиб элементар йод ажратиш учун, кейин фаол кўмир ёки ионит билан адсорбцияланади. Сувдан юқори ҳароратда (40<sup>0</sup>C) ажралган йод ҳавода куритилади. Йодга тўйинган кўмир NaOH эритмаси билан ювилади, бунда NaI ва NaIO<sub>3</sub> ҳосил бўлади. Тўйинган анионитдан Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ва NaCl эритмалари аралашмаси билан йод ажратилади. Таркибида 2-3 % NaI бўлган эритмадан H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таъсирида ва оксидловчи (масалан хлор) ёрдамида элементар йод ажратилади.

Ҳаволи десорбцион усули бўйича йод буғлари таркибидаги ҳаво SO<sub>2</sub> билан аралаштирилади. Намлик иштирокида ҳосил бўлган HI (10 % га яқин) ва H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> аралашмасидан хлор таъсирида элементар йод ажратилади. Ер ости сувидан олинган йод органик моддалар билан ифлосланган бўлади, уни H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қатлами остида сублимациялаб ёки суюқлантирилиб тозаланади. Селитра ишлаб чиқариш маточникида NaIO<sub>3</sub> кўринишида бўлади, элементар йодни ажратиш учун SO<sub>3</sub> билан қайта ишланади. Жуда кам миқдорда йод денгиз сув ўтларидан олинади, шунинг учун у ёкилади, ёнғандан қолган кули золи сув билан қайта ишланади ва олинган эритмадан оксидловчилар таъсирида ажратилади.

**Бирикмалари.** I<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, I<sub>4</sub>O<sub>9</sub> – оксидлари, NI<sub>3</sub> – азот трийодида, IN<sub>3</sub> – азидиод, PI<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>I<sub>4</sub>, SiI<sub>4</sub>, ICl, IF<sub>5</sub>, IBr ва бошқалар.

**Ишлатилиши.** Йод органик ва ноорганик йод таркибли бирикмаларни олишда, тўйинган углеводородларнинг дегидрогенланишида водород атомли ацептори сифатида, органик синтезда катализатор сифатида, тиббиётда антисептик ва антитиреоид модда сифатида ишлатилади. Металларни йодидли рафинациялашда (масалан, Ti, Zr, Hf), йодометрияда реагент сифатида ишлатилади. Сунъий радиофаол изотоплари касалликлар диагностикасида ва бўқоқ касалликларини даволашда ишлатилади.

Йоднинг 5фоизли спиртдаги эритмаси жароҳатланган терини дезинфекция қилишда кенг қўлланилади.

Кўп миқдорда танага инъекциянинг ўрнига, беморга йодли сетка қилинади.

Рентгенологик ва томографик тадқиқотларда йод таркибли моддалар контраст препаратлар сифатида ишлатилади.

Криминалистикада йод буғлари коғозли юзалардан бармоқлар излари нусхасини аниқлашда (масалан, пулларга ишлов беришда) ишлатилади.

Йод ёруғлик манбаларида ҳам ишлатилади:

– Галогенли лампаларда – колбанинг газли тўлдиргичи компоненти сифатида буғланадиган вольфрам ипини чўктириб уни қайтариш учун.

– Металлгалогенли ёйли лампаларда газли муҳит билан тўлдиришда;

– автомобиллар учун литий-йодидли аккумуляторларда мусбат электрод (оксидловчи) компоненти сифатида ишлатилади.

Айрим йодоорганик бирикмалар жуда юқори қувватли лазерлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Охирги йилларда суюқ кристалл дисплей ишлаб чиқарадиганларнинг йодга бўлган талаби кескин ортиб бормоқда.

Дунё микёсида 2005 йили йоднинг истеъмоли 25,5 минг тоннани ташкил этган. Йод микроэлементларга тегишли барча тирик организмларда учрайди. Ўсимликларда унинг

микдори, бирикмаларининг тупроқ ва сувдаги микдорига боғлиқ. Айрим денгиз сув ўсимликлари (денгиз карами) ёки ламинария, фукус ва бошқалар) 1 % гача йодни ўзида тўплайди.

Инсон организмида (70 кг оғирликдаги) 12-20 мг йод сақланади. Инсон организмнинг бир кунлик йодга бўлган талаби унинг ёши, физиологик ҳолати ва тана вазнидан келиб чиқиб белгиланади. Ўрта ёшдаги нормал ҳолатдаги комплектацияга эга инсон учун бир кунлик йоднинг микдори 0,15 мг ни ташкил этади.

Рационда йоднинг бўлмаслиги ёки етишмовчилиги турли касалликлар (эндемик зоб, кретинизм, гипотиреоз)га олиб келади. Шу сабабли, табиий йод дефицитига эга бўлган жойларда сотиладиган ош тузига профилактик мақсадда калий йодид, натрий йодид ёки калий йодат (йодланган туз) кўшилади.

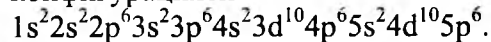
Оз микдордаги йод етишмовчилигида ҳам чарчок, бош оғриғи, тушкун кайфият, табиий дангасалик, жаҳлдорлик ҳам жиззакилик, интеллект ва хотира пасайиши кузатилади. Вакт ўтган сари қон айланиш системасида аритмия пайдо бўлади, артериал қон босими ошади, қонда гемоглобин даражаси пасаяди.

Тоза йод захарли. Ўлим дозаси 3 г. Буйрак ва юрак-қон томир системасини фалажлайди, йод буғлари билан нафас олганда бош оғриғи, йўтал, тумов, кузатилади. Агар йод буғлари кўз шиллик пардасига тушганда, кўзнинг ёшланиши, кўз оғриғи ва қизариши кузатилади. Агар йод буғлари одам танасининг ички организмга кирганда организмнинг толиқиши, бош оғриғи, ҳарорат кўтарилиши, қусиш, ич кетиши ҳамда юрак ва пульснинг тез-тез уриши кузатилади. Бир кундан сўнг пешобда қон кўринади. Икки кундан сўнг буйрак етишмовчилиги ва миокардит бошланади. Дарҳол даволаш амалга оширилмаган тақдирда нохуш ҳолатларга олиб келиши мумкин.

Йоднинг сувдаги РЭКси  $0,125 \text{ мг/дм}^3$ , ҳавода  $1 \text{ мг/м}^3$  ни ташкил этади.

**54.КСЕНОН** (грек. “xenos” – “бегона”; лот. “Xenon”), Хе – кимё-вий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 54, атом массаси 131,29; инерт газлар гуруҳига киради. Ҳаводан ажратилган табиий ксенон, куйидаги изотоплардан ташкил топган  $^{124}\text{Xe}$  (0,096% ҳажм бўйича),  $^{126}\text{Xe}$  (0,090%),  $^{128}\text{Xe}$  (1,92%),  $^{129}\text{Xe}$  (26,44%),  $^{130}\text{Xe}$  (4,08%),  $^{131}\text{Xe}$  (21,18%),  $^{132}\text{Xe}$  (26,89%),  $^{134}\text{Xe}$  (10,44%),  $^{136}\text{Xe}$  (8,87%).  $^{235}\text{U}$  ва  $^{238}\text{U}$

бўлинишида радиофаол изотоплар ҳосил бўлади, масалан,  $^{133}\text{Xe}$  ( $T_{1/2} = 5,27$  кун) ва  $^{135}\text{Xe}$  ( $T_{1/2} = 9,13$  соат). Элементнинг электрон конфигурацияси



1898 йилда инглиз тадқиқотчилари Уильям Рамзай ва Морис Траверслар томонида кашф этилган, улар суюқ ҳавони секин-аста буғлатиб, қийин тутиладиган фракциясини спектроскопик усуллар билан тадқиқ қилдилар ва натижада улкан илмий тадқиқот ўз якунига етди ва янги кимёвий элемент кашф этилди.

**Табиатда тарқалиши.** Ксенон атмосферадаги

ҳажм бўйича микдори  $0,86 \cdot 10^{-5} \%$ . Космосда оз тарқалган ( $7,7 \cdot 10^8$  Не гелий атомига 1 атом Хе тўғри келади). Уран таркибли минералларнинг газли кўшилмаларида (20% гача масса бўйича) ва ядро реакторлари ёкилгисининг нурланган қисмида бўлади.

**Физикавий хоссалари.** Ксенон – бир атомли рангсиз ва ҳидсиз газ;  $t_{\text{суюқ}} = -111,65^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = -107,96^\circ\text{C}$ ; газ ҳолатидагисининг зичлиги  $5,85 \text{ кг/м}^3$  ( $0^\circ\text{C}$ да).



Траверс (Трэверс)  
Моррис Уильям  
(1872-1961)



Уильям Рамзай  
(1852-1916)

Ксенон  $t_{кр}=16,59$ ;  $\rho_{кр}=5,840$ ;  $\rho_{кр}=1,099$ ;  $C_p^0=20,79$ ;  $S^0=169,57$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{суюк}=2,30$ ;  $\Delta H_{буғ}=12,64$ ;  $\epsilon=1,001233^{25}$ ;  $\rho=1^{-168,0}$ ;  $10^{152,9}$ ;  $100^{-132,9}$ ;  $s$  (мл)= $24,1^0$ ;  $11,9^{25}$ ;  $8,4^{50}$ ;  $7,12^{80}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Биринчи кимёвий бирикмасини  $\text{XePtF}_6$  ни 1962 йилда Н. Бартлетт синтез қилган.

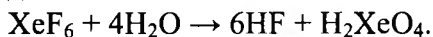
Ксенон сув ва органик моддалар билан бириктирувчи қўшилмаларини (клатратларни) ҳосил қилади. Ксеноннинг галогенлар ва кислород сакловчи моддалар атомининг электр разряди ёки ультрабинафша (УБ) нурларининг электронлар оқимлари ҳисобига қўзғалган атом ҳолати натижасида эксимер бирикмалари маълум, масалан,  $\text{XeF}$ ,  $\text{XeBr}$ ,  $\text{XeO}$ ,  $\text{XeOH}$ .  $\text{Xe}$  тўғридан-тўғри фақатгина фтор билан таъсирлашиб,  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{XeF}_6$  каби фторидларни ҳосил қилади.

Фторни тўғридан-тўғри ксенон билан реакцияга киритиш ҳалигача амалга оширилгани йўқ. Ксенонни фтор билан барча маълум бирикмалари унинг фторидларидан олинган. Бу моддалар юқори реакция қобилиятга эгадирлар. Ксенон фторидларининг сув билан таъсирлашиши кимёгарлар томонидан атрофлича ўрганилган.

$\text{XeF}_4$  нинг кислотали муҳитда гидролизи  $\text{XeO}_3$  оксиди ҳосил бўлишига олиб келади, рангсиз, ҳавода ноаниқ кристалларни ҳосил қилади. Молекуласининг тузилиши япалок учбурчакли пирамида шаклида бўлиб, унинг тепасида ксенон атомлари туради. Бу модда жуда беқарор, унинг парчаланишида портлаш қуввати тротил портлашининг қувватига етади. Эксикаторни бўлиб ташлаш учун бир неча юз миллиграмм  $\text{XeO}_3$  етарли. Келажакда ксенон олти оксиди портловчи модда сифатида майдалаш ишларида қўлланилиши эҳтимолдан холи эмас. Бундай турдаги портлатгичлар жуда қулай, чунки портлаш реакцияси маҳсулотлари барчаси газлардир.

Ҳозирча бу мақсадда ксенон олти оксидини қўлланилиши анча қимматга тушади, чунки атмосферада ксеноннинг миқдори олтиннинг денгиз сувида бўлганидан ҳам кам ва уни ажаратиш жараёни жуда кўп меҳнатни талаб этади. Эслаб ўтиш жоизки,  $1 \text{ м}^3$  ксенон олиш учун  $11 \text{ млн м}^3$  ҳаво сарф бўлади.

Ксенон олти оксидига тегишли беқарор  $\text{H}_2\text{XeO}_4$  кислотаси  $\text{XeF}_6$  нинг  $0^\circ\text{C}$  даги гидролизи натижасида ҳосил бўлади:



Агарда реакция маҳсулотларига тезда  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  қўшилса, оқ аморф чўкма  $\text{BaXeO}_4$  ҳосил бўлади. У  $125^\circ\text{C}$  ҳароратда барий оксиди, ксенон ва кислородларга парчаланadi. Шу усул билан ксеноннинг аналогик тузлари – аммоний, натрий, литий, кальций ва калий ксенонатлари олинган.

Озоннинг бир молярли натрий ишқоридаги  $\text{XeO}_3$  эритмасида ксеноннинг юқори кислотасининг натрийли тузи  $\text{Na}_4\text{XeO}_6$  ҳосил бўлади. Натрий перкксенонат рангсиз кристаллогидрат  $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  кўринишида ажратилиши мумкин. Перкксенонатларнинг ҳосил бўлишига  $\text{XeF}_6$  нинг натрий ва калий гидрооксидларидаги гидролизи ҳам олиб келади. Агарда каттиқ туз  $\text{Na}_4\text{XeO}_6$  ни кўрғошин, кумуш нитрати ёки уранили  $\text{UO}_2^{2+}$  билан қайта ишланса, тегишли перкксенонатлар олинади. Кумуш перкксенонати – қора рангли, кўрғошин ва уранилники – сариқ рангли бўлади. Перкксенонат-аниони – оксидловчи ионларнинг энг кучлиси. Ксенон перхлорати ҳам  $\text{Xe}(\text{ClO}_4)_2$  ўта кучли оксидловчи, унда ксенон катион ўрнини бажаради. Барча оксидловчи-перхлоратлардан у энг кучлиси ҳисобланади.

Ксеноннинг оксидини олиш учун, унга тегишли бўлган кислоталарига, масалан,  $\text{Na}_4\text{XeO}_6$  га совук ҳолда сувсизлантирилган сульфат кислота таъсир эттирилади. Бунда  $\text{XeO}_4$  таркибли ксенон саккиз оксиди ҳосил бўлади. Унинг молекуласи тетраэдр кўринишида

бўлиб, марказда ксенон атомлари жойлашган бўлади. Бу модда беқарордир. 0°C ҳароратдан юқори ҳароратда у кислород ва ксенонга парчаланади. Ксенон саккиз оксиди парчаланиши (олти оксиди ҳам) портлаш характериға эға. Кўпчиликка маълум бўлган ксенон бирикмалари кислородсиз бирикмалар бўлиб, айниқса, бу иккиламчи тузлар – ксенон фторидининг сурма, мишьяк, бор, тантал, ниобий, хром, платина металлари фторидлари билан реакцияси маҳсулотлари ҳисобланади. Ксеноннинг кучли оксидловчилик хоссаларини кимёгарлар ўз мақсадларида ишлатади. Ксенон дифторидининг сувли эритмасидан дунё амалиётида биринчи марта перброматларни олиш имконини, яъни бромнинг етти валентли  $MBrO_4$  таркибли бирикмасини (бу ерда М – бир валентли металл) олиш имкониятини яратди.

**Олиниши.** Ҳавони ажратаётганда кўшимча маҳсулот сифатида Хе олинади. Уни криптон ксенонли концентратдан ажратилади. Саноатда ксенон ҳавони кислород ва азотга ажратганда кўшимча маҳсулот сифатида олинади. Бундай ажратишдан сўнг, азотда ректификация усули олиб борилади, олинган суяқ кислородда оз миқдордаги криптон ва ксенон мавжуд бўлади. Кейинги ректификация 0,1-0,2 % криптон ксенон аралашмаси тутган суяқ кислород бойитилади, ундан силикогелга адсорбциялаб ёки дистилляция қилиб ажратилади. Кейинчалик ксенон крептонли концентрат дистилляциялаб криптон ва ксенонга ажратилади. Тоза Хе (99,4 % ҳажм бўйича) ва юқори тозаликда (99,9%) чиқарилади. Жуда кам тарқалганлиги сабабли анча енгил инерт газларга нисбатан ксенон анча қиммат туради.

**Ишлатилиши.** Ксенон таннархи анча қиммат бўлишига қарамай, айрим ҳолатларда барқарор ўз ўрнига эға. Ксенон чўғланма лампаларни, кучли газоразрядли ва импульсли ёруғлик манбаларини тўлдиришда ишлатилади.

Радиофаол изотоплари ( $^{127}\text{Xe}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{137}\text{Xe}$  и др.) радиографияда нурланиш манбаси сифатида ва тиббиётда диагностика мақсадида, вакуум қурилмаларида ёриқларни аниқлашда ишлатилади. Ксенон фторидлари металлларни пассивлаштиришда ишлатилади. Ксенон тоза ҳолатида ҳам, озгина цезий-133 буғлари қўшилганда ҳам, космик аппаратлар двигатели учун юқори самарадор ишчи жисм саналади.

XX аср охирида ксенонни умумий наркоз ва оғриқсизлантирувчи модда сифатида қўллаш усули ишлаб чиқилган. Ҳозирги кунда ксеноннинг бу хусусияти синовдан ўтмоқда.

Суяқ ксенон баъзида лазерларнинг ишчи муҳити сифатида ишлатилади.

Ксеноннинг фторид ва оксидлари ракета ёқилғиси учун кучли оксидловчи сифатида, ҳамда лазерларда газлар аралашмаси сифатида ишлатиш таклиф қилинган.

**55. ЦЕЗИЙ** (Caesium, лот. “caesium” – “мовий”) Cs – кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи, тартиб рақами 55, атом массаси 132,905. Табиатда Cs нинг ягона барқарор изотопи мавжуд  $Cs^{133}$ . Сунъий радиофаол изотоплари олинган (15 дан зиёд), улардан энг барқарори  $Cs^{137}$  ( $T_{1/2} = 33$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1$ .

1860 йилда Р.Бунзен ва Г.Кирхгоф томонидан Дюркгейма (Германия) минерал сувлар таркибини спектрал усул билан тадқиқ қилиш жараёнида очилган. Металл ҳолатидаги Cs ни биринчи бўлиб К.Сеттерберг 1882 йилда суяқланган цезий цианидини электролиз қилиб ажратиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $7 \cdot 10^{-4}$  %. Дунёдаги умумий рудалари

захираси 180 минг тонна (цезий оксидига нисбатан), аммо улар жуда тарқоқ ҳолда



Густав Роберт Кирхгоф  
(1824-1887)



Роберт Вильгельм Бунзен  
(1811-1899)

жойлашган. Ишлаб чиқариш саноати жуда тоза цезий кимёвий элементига эҳтиёж сезади (99,9-99,999 % даражасида) ва бу масала камёб металллар металлургияси олдида турган энг оғир вазибаларидан биридир. Цезийни керакли тозалик даражасида олиш учун вакуумли ректификация қилиш талаб этилади, металлокерамик филтрларда механик қўшимчалардан тозаланади, геттерлар билан киздириб, водород, азот, кислород колдиклари йўқотилади ва бу кўп босқичли кристаллизация жараёни билан амалга оширилади. Цезий анча фаол ва контейнерли материалларга нисбатан агрессив ва у махсус идиш ва шароитда саклашни, масалан, махсус шишали идишларда аргон ёки водород атмосферасида саклашни талаб этади (одатдаги турдаги лаборатория шишаларини цезий емиради).

Цезийнинг минераллари орасидан поллуцит  $(\text{Cs, Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (22 – 36 %  $\text{Cs}_2\text{O}$ ), цезийли берилл (воробьевит)  $\text{Be}_2\text{CsAl}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$  ва авогадрит  $(\text{KCs})\text{BF}_4$  кенг тарқалган. Охирги икки минерал таркибида 7,5 % гача цезий оксиди мавжуд бўлади. Дунёда цезийли рудани (поллуцит) казиб олиш бўйича Канада пешқадамлик қилади. Берник-Лейк конида 70 % атрофидаги цезийнинг дунёвий захираси жамланган. Поллуцит Намибия ва Зимбабведа ҳам казиб олинади. Россияда унинг энг катта конлари Кольск ярим ороли, шарқий Саян ва Забайкальеда жойлашган. Поллуцит конлари Қозоғистонда, Монголияда ва Италияда (Эльба кўли) ҳам учрайди, бироқ уларнинг захираси кам бўлганлиги сабабли казиб олиш юқори иктисодий самара бермайди. Дунёда бугунги кунда цезий ишлаб чиқариш микдори йилига 20 тонна атрофида.

**Физикавий хоссалари.** Цезий – юмшоқ металл, паст эриш ҳароратига кўра хона ҳароратида ярим суюк ҳолатда бўлади. Металл ҳолатидаги цезий олтин рангда, ташки кўринишига кўра олтинга ўхшайди, бироқ очроқ. Цезий эритмаси ҳаракатчан суюклик бўлиб, унинг ранги нисбатан кумушсимон бўлади. Суюк цезий ёруғликни яхши қайтаради. Цезий буғлари эса яшил-кўк рангда.  $t_{\text{суюк.}} = 28,39^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = 670^\circ\text{C}$ , зичлиги  $1,90 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ).

Цезий ҳажмли марказлашган кубсимон панжара ҳосил қилиб кристалланади (тип  $\alpha$ -темир), фазовий гуруҳи I  $m\bar{3}m$ ,  $a = 0,6141 \text{ нм}$ ,  $Z = 2$ . Юқори босимда бошқа полиморф модификацияга ўтиши мумкин. Цезий – парамагнит. Цезий кб.;  $\text{C}_{\text{op}} = 32,0$ ;  $\text{S}_{\text{o}} = 84,35$ ;  $\Delta H_{\text{o}} = 0$ ;  $\Delta G_{\text{o}} = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк.}} = 2,09$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 68,28$ ;  $\eta = 0,63043,4$ ;  $0,47599,6$ ;  $0,375168$ ;  $p = 1278$ ;  $10387$ ;  $100515$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Цезий макроскопик микдорда олинган кимёвий фаол металл бўлиб ҳисобланади, шунингдек, у кучли қайтарувчи. Ҳавода тезда алангаланиб оксидланади,  $\text{CsO}_2$  цезий пероксидни ҳосил қилади. Кислород етарли микдорда бўлмаганда  $\text{Cs}_2\text{O}$  оксидга қадар оксидланади. Сув билан таъсирлашуви портлаш билан амалга ошади, реакция маҳсулотлари  $\text{CsOH}$  гидроксид ва  $\text{H}_2$  водород ҳисобланади. Цезий муз (хатто  $-120^\circ\text{C}$  температурада), оддий спиртлар, галогеноорганик бирикмалар, оғир металллар галогенидлари, кислоталар, курук муз (таъсирлашиш кучли портлаш билан боради) билан реакцияга киришади. Бензол билан таъсирлашади. Цезийнинг фаоллиги нафақат юқори электрокимёвий манфий потенциали билан, балки анча паст суюқланиш ва кайнаш ҳарорати билан боғлиқ. Цезийнинг кўплаб ҳосил қиладиган тузлари – нитрат, хлорид, бромид, фторид, йодид, хромат, манганат, азид, цианид, карбонат ва шунга ўхшашлар – сувда ва қатор органик эритувчиларда жуда осон эрийди; перхлоратлар нисбатан камроқ эрийди (бу цезийни олиш ва тозалаш технологияси учун жуда муҳим). Цезийнинг фаол металлчилигига қарамай, у литийдан фарқли равишда одатдаги шароитда азот билан таъсирлашмайди ва барий, кальций, магний ва қатор бошқа металллардан фарқли равишда, кучли қиздирилганда ҳам азот билан бирикмалар ҳосил қилишга мойил эмас.

Олтингургурт билан портлаш туфайли бирикиб,  $\text{Cs}_2\text{S}$  ни ҳосил қилади. Азот билан одатдаги шароитда таъсирлашмайди.

Фосфор билан одатдаги шароитда портлаш билан таъсирлашади, вакуумда фосфидларни ҳосил қилади. Қиздирилганда цезий тўғридан-тўғри углерод билан таъсирлашади. Қиздирилганда  $600^{\circ}\text{C}$  температурада аргон атмосферасида цезий элементар Si билан CsSi силицидни ҳосил қилади.  $300^{\circ}\text{C}$  температурадан юқори температурада цезий шишани парчалайди, кремнийни  $\text{SiO}_2$  ва силикатлар таркибидан қайтаради. Айрим металллар билан цезий бирикмалар ҳосил қилади.

**Цезий гидроксиди** – сувли эритмада юқори электр ўтказувчанликка эга бўлган кучли асос, масалан, у билан ишлаганда концентранган CsOH эритмаси одатдаги ҳароратда шишани емиради, эритмаси темир, кобальт, никель ҳамда платина, корунд ва цирконий диоксидини ва ҳатто кумуш ва олтинни (кислород иштирокида жуда тез) секин-аста емиради. Цезий гидроксидининг эритмасида ягона металл родий ва унинг қотишмалари барқарор ҳисобланади.

Цезийнинг яна бир муҳим хоссаси шундан иборатки, бу унинг электрон структура билан яқин боғланганлигидадир. Маълумки, цезийнинг ташқи қаватида ягона электрони бор, у бу электронини бошқа металлларга қараганда жуда осон беради, бунинг учун оз миқдордаги  $-3,89$  эВ энергия талаб этилади холос. Шу сабабли, цезийдан плазма олиш бошқа хоҳлаган кимёвий элементларникига қараганда нисбатан камроқ энергия талаб қилади.

**Олиниши.** Металлсимон цезий вакуумда ( $0,001$  мм.сим.уст.)  $700-800^{\circ}\text{C}$  температурада кальций металл билан цезий галогенидларни (одатда хлорли) қайтариб олади. Оз миқдорда цезийни  $850^{\circ}\text{C}$  температурада кукунсимон цирконий билан унинг хромати  $\text{Cs}_2\text{CrO}_4$  қайтариб тикланади, цезий хоҳлаган ташувчи идишга киритиш учун қулай ёки цезий азидини секинлик билан термик парчалаб олинади ва бу жараён  $\text{CsN}_3$  вакуумда  $390 - 500^{\circ}\text{C}$  температурада рўй беради. Бу усул физикавий ва термодинамикавий константаларни аниқлаш учун ярқли, энг тоза цезий металлени беради. Келажакда полуцитлардан тўғридан-тўғри цезий олиш усуллари ишлаб чиқилмоқда.

Асосий сезийли минераллар поллуцит ва кам ҳолларда авогадрит (K, Cs)  $[\text{BF}_4]$  ҳисобланади. Бундан ташқари кўшимчалар кўринишида цезий бир қатор алюмосиликатлар таркибига киради: лепидолит, флогопит, биотит, амазонит, петалит, берилл, циннвальдит, лейцит, карналлит. Саноат микёсида олинишида цезий бирикмалар кўринишида поллуцит минералларидан ажратилади.

Бу хлоридли ёки сульфатли очиш асосида қилинади. Биринчисида бошланғич минерални қиздирилган хлорид кислотада қайта ишланиб,  $\text{Cs}_3[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]$  бирикмасини чўктириш учун сурма хлориди  $\text{SbCl}_3$  куйилади ва иссиқ сувда ювилади ёки аммиак эритмасида CsCl цезий хлориди ҳосил бўлади.

Иккинчисида, минерал қиздирилган сульфат кислота билан қайта ишланиб алюмоцезийли кварц ҳосил қилинади ( $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ).

Россияда цезийли поллуцитдан ажратиб олиш ва қайта ишлаш Новосибирскдаги “Нодир металллар заводи”да олиб борилади.

Цезийни олишни бир нечта лаборатория усуллари мавжуд. У қуйидагича бўлиши мумкин:

Цезий хромат ёки цезий дихроматни, цирконий аралашмасини вакуумда қиздирилади;

• Вакуумда цезий азидни парчалайди;

• Цезий хлорид ва махсус тайёрланган кальций аралашмаси қиздиради.

Барча усуллар оғир меҳнатли ҳисобланади. Иккинчи усулда эса энг тоза цезий металл олинади, бироқ портловчи ва уни тайёр маҳсулот ҳолига келтириш учун бир неча сутка керак бўлади.



**Қотишмалари.** Қотишмаларда Cs геттер ҳисобланиб, вакуум лампаларидан ҳаво изларини ўчириш ва унда юқори вакуумни ҳосил қилиш имконини беради. Ишқорий ва ишқорий ер металлари Hg, Au, Sb, Bi билан қотишмалар ҳосил қилади.

**Ишлатилиши.** Цезий XX аср бошларида унинг минераллари ва тоза ҳолатда олиш имконини берадиган технология яратилгандан кейин қўлланила бошланади. Ҳозирги вақтда цезий ва унинг бирикмалари электроникада, радио-, электро-, рентгенотехникада, кимё саноатида, оптикада, тиббиётда, ядро энергетикасида ишлатилмоқда.

Электрон чиқишининг паст иши ҳисобига цезий юқори сезгир ва кам инерцион фотоэлектрик приборлар – фотоэлементлар, фото кучайтиргичлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Цезий иодиди ва бромиди махсус оптикада оптик материал сифатида ишлатилади – инфрақизил приборлар, коронғуда кўриш кўзойнақлари ва бинокллари, душманни ва уларни техникасини тўсиқлар орқали кўриш учун асбоблар тайёрлашда ишлатилади.

Электротехникада цезий нур таратадиган трубкалар ишлаб чиқаришда, цирконий ёки қалай билан бирикмалар (цезийнинг метацирконат ва ортостаннатлари) кўринишида қўлланилади. Бошқа металл катори, цезий ёритувчи газоразрядли металлгалогенли лампаларни тўлдиришда ишлатилади.

Цезий саноат кимёсида катализатор сифатида органик ва ноорганик синтезда ўз ўрнини топган. Цезийнинг каталитик фаоллиги аммиак, сульфат кислота, бутилспирти олишда, дегидрогенлаш реакцияларида ва чумоли кислотасини олишда қўлланилади. Аммиакни каталитик олишда, бутадиен синтезида цезийни промотор сифатида қўллаш жуда самарали ҳисобланади ва улкан иқтисодий самара беради. Рутений-цезий-углеродли катализатор катта аҳамиятга эгадир.

Цезий кумушли катализатор таъсирини промоторлайди ва этиленни эпоксидлашда унинг селективлигини оширади.

Цезий асосида ёқилғи элементлари ва ўта юқори энергосиғимига эга автомобил аккумуляторлари учун қаттиқ электролит сифатида қўлланилади. Цезий асосида эффектив дори воситалари яра, дифтерия, шок, шизофренияни даволашда ишлатилади.

Металл ҳолидаги цезий бугунги кунда янги ва интенсив ривожланиб бораётган энергетик қурилмалар тайёрлашда ишлатилади. Цезийли плазмалар МГД-генераторлар тайёрлашнинг муҳим ва ажралмас қисми ҳисобланади, уларнинг ФИК 65-70% гачани ташкил этади. Цезий ва унинг қотишмалари юқори иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлиги юқори бўлганлиги сабабли турли соҳаларда, жумладан, 94,5 % цезий ва 5,5 % натрийли қотишмаси 30 °C температурада суюкланади ва у атом реакторларида ҳамда юқори температурали турбоэнергетик қурилмаларда иссиқлик ташувчи сифатида ишлатилади. Бундан ташқари цезийнинг 12 % натрий, 47 % калий, 41 % цезий таркибли қотишмаси энг паст рекорд эриш ҳарорати –78 °C ни намоён қилади. Бу яна цезийнинг ишлатилиш соҳасини кенгайтиради.

**56. БАРИЙ** (грек. “barys” – “оғир”; лот. “Barium”) – Ba, кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи, тартиб рақами 56, атом массаси 137,33, ишқорий ер металларига тегишли. Табиатда барийнинг еттита барқарор изотоплари мавжуд, масса сонлари 130, 132, 134-137 ва 138(71,66%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2$ .



Карл Вильгельм Шееле  
(1742–1786)

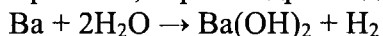
Барий BaO оксид кўринишида 1774 йилда швед кимёгари К.Шееле томонидан, металл ҳолатидаги барий биринчи марта 1808 йилда инглиз кимёгари Г.Дэви томонидан ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Барийнинг ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $5 \cdot 10^{-2}$  %. Эркин ҳолатда учрамайди. Мухим минераллари – барит  $BaSO_4$  (оғир ёки персид шпати) ва витерит  $BaCO_3$ .

**Физикавий хоссалари.** Барий – кумушсимон – оқ болғаланувчи металл. Тўсатдан берилган зарба натижасида парчаланadi.  $t_{\text{суюқ}} = 710^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 1640^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $3,780 \text{ г/см}^3$ .

Барий кб.;  $c_p = 0,209^{0-100}$ ;  $C_p^\circ = 28,7$ ;  $S^\circ = 67$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 8,66$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 150,9$ ;  $p = 0,1^{724}$ ;  $1^{861}$ ;  $10^{1044}$ ;  $100^{1300}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Ҳавода барий тезда оксидланиб, барий оксиди BaO ва барий нитриди  $Ba_3N_2$  аралашмасини ҳосил қилади, оз миқдордаги қиздириш натижасида аланғаланади. Сув билан жадал таъсирлашиб, барий гидроксидини  $Ba(OH)_2$  ҳосил қилади:

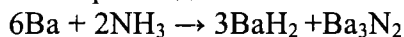


Суюлтирилган кислоталар билан фаол таъсирлашади. Барийнинг кўплаб тузлари сувда эримайди ёки оз миқдорда эрийди: барий сульфат  $BaSO_4$ , барий сульфити  $BaSO_3$ , барий карбонати  $BaCO_3$ , барий фосфати  $Ba_3(PO_4)_2$ . Барий сульфиди BaS, кальций сульфиддан CaS фаркли равишда, сувда яхши эрийди. Барийнинг эрийдиган тузлари эритмада сульфат кислота борлигини белгилайди, сувда ва кислоталарда эримайдиган оқ барий сульфати чўкмасини ҳосил қилади.

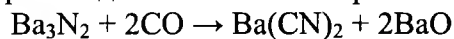
Галогенлар билан осон таъсирлашиб, галогенидларни ҳосил қилади.

Водород билан қиздирилганда барий гидриди  $BaH_2$  ҳосил бўлади, у ўз навбатида, литий гидриди LiH билан биргаликда  $Li[BaH_3]$  таркибли комплекс бирикмани ҳосил қилади.

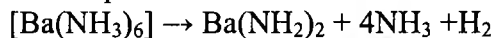
Қиздирилганда аммиак билан таъсирлашади:



Барий нитриди  $Ba_3N_2$  қиздирилганда CO билан таъсирлашиб, цианидни ҳосил қилади:



Суюқ аммиак билан кўнғир-кўк эритма ҳосил қилади, ундан осонгина парчаланиб  $NH_3$  ҳосил қиладиган, олтин рангли аммиакатни  $[Ba(NH_3)_6]$  ажратиш мумкин. Платина катализатори иштирокида аммиакат барий амидини ҳосил қилиб парчаланadi:



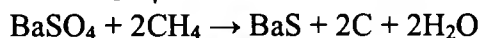
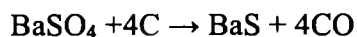
Барий карбиди  $BaC_2$  электр ёйли печда барийни кўмир билан қиздирилганда ҳосил бўлиши мумкин. У фосфор билан фосфидни  $Ba_3P_2$  ҳосил қилади.

Барий оксидларни, кўплаб металллар галогенидлари ва сульфидларини тегишли металлгача қадар қайтаради.

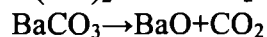
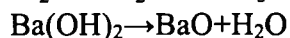
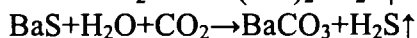
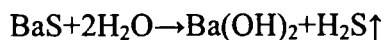
**Олиниши.** Барийни олиш учун асосий хомашё баритли концентрат (80-95 %  $BaSO_4$ ) қайсики у ҳам ўз вақтида, баритли минерал хомашёлар флотация қилиб бойитма олинади. Барий сульфит кейинчалик кокс ёки табиий газ билан қайтарилadi.



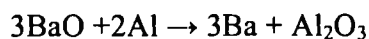
Гемфри Дэви  
(1778-1829)



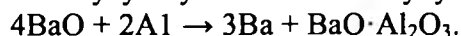
Кейинчалик сульфидлар  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  хосил бўлгунча қиздириб гидролизланади ёки  $\text{CO}_2$  таъсирида эримайдиган карбонатга  $\text{BaCO}_3$  айлантирилади, сўнгра барий оксидга  $\text{BaO}$  ( $800^\circ\text{C}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$  учун  $1000^\circ\text{C}$  температурадан юқори  $\text{BaCO}_3$  учун) айлантирилади:



Металлсимон барийни  $1200\text{--}1250^\circ\text{C}$  температурада вакуумда алюминий билан оксиддан қайтариб олинади:



Барийни вакуумда ҳайдаб ёки зонали эритиш туфайли қайта ишланади.  $\text{BaO}$  дан барий металлани олишнинг асосий саноат усули уни алюминий кукуни билан қайтариш:



Жараён реакторда  $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$  температурада  $\text{Ar}$  атмосферасида ёки вакуумда олиб борилади. Реактор печга шундай ўрнатиладики, унинг “совуқ қисмида” (унда ҳосил бўлган ва буглари конденсацияланади) температура  $520^\circ\text{C}$  га яқин бўлиши керак. Вакуумда ва ҳайдалганда масса бўйича қўшимчалар миқдори  $10^{-4}\%$  гача, зонали суюлтиришда эса  $10^{-6}\%$  гача тозаланади.

Оз миқдордаги барийни  $\text{BaVeO}_2$  ни титан билан  $1300^\circ\text{C}$  температурада қайтариб ҳам олинади, шунингдек,  $120^\circ\text{C}$  температурада  $\text{Ba}(\text{N}_3)_2$  парчалаб олинади, бу туз барий тузлари  $\text{NaN}_3$  билан алмашилиш реакциялари орқали олинади.

**Қотишмалари.** Барийнинг алюминий билан қотишмаси (альба қотишмаси, 56%  $\text{Ba}$ ) – геттерлар асосидир (газютгичлар). Барийни никел билан қотишмаси ички ёнув двигателлари учун СВЧлар ва радиолампарлар тайёрлашда ишлатилади.

**Ишлатилиши.** Металл ҳолатидаги барий, кўп ҳолларда алюминий билан қотишмаси газютгич сифатида юқори босимли электрон қурилмаларда геттер сифатида ишлатилади.

Барий оксиди, бошқа ишқорий ер металлари билан қаттик оксидлари кальций ва стронций  $\text{CaO}$ ,  $\text{SrO}$  билан биргаликда катодларни фаол қаватини билвосита нақалларини тайёрлашда ишлатилади.

Барий цирконий билан биргаликда натрий, рубидий, литий, цезий, калийнинг суюқ металл иссиклик ташувчи қотишмаларига металлургияда уларнинг қувур ўтказгичларга нисбатан агрессивлигини пасайтириш учун қўшилади.

Барий титанати керамик конденсаторлар ишлаб чиқаришда диэлектрик сифатида ҳамда пьезоэлектрик микрофонлар ва пьезоэлектрик таратгичларда материал сифатида ишлатилади. Барий фториди оптикада монокристаллар (линза, призма) сифатида ишлатилади. Барий пероксиди пиротехникада оксидловчи сифатида қўлланилади. Барий нитрати ва хлорати пиротехникада алангани турли рангга бўяш учун (яшил олов) ишлатилади.

Барий хромати термокиёмвий усулда кислород ва водород олишда (Ок-Ридж цикли, АҚШ) қўлланилиб келинмоқда.

Барий пероксиди мис оксиди ва камёб ер металлари билан биргаликда юқори ўтказувчан, суюқ азот температураси ва ундан юқорида ишлайдиган керамика синтезида ишлатилади.

Барий оксиди шишанинг махсус навини пишириш учун ва уран стерженлари қатламларини қоплашда ишлатилади. Шундай кенг тарқалган шишалар қуйидаги таркибга эга – (фосфор оксиди – 61 %, ВаО – 32 %, алюминий оксиди – 1,5 %, натрий оксид – 5,5 %). Атом саноатида шиша тайёрлашда барий фосфати қўлланилади.

Барий фториди қаттиқ қутили фторионли аккумулятор батареяларида фторид электролити компоненти сифатида ишлатилади.

Барий оксиди юқори қувватли мис оксидли аккумуляторларда фаол масса компоненти сифатида ишлатилади (барий оксиди мис оксиди).

Барий сульфати қўрғошин-кислотали аккумуляторлар ишлаб чиқаришда манфий электродларда фаол масса кенгайтиргичи сифатида қўлланилади.

**57. ЛАНТАН** (грек. “lanthano” – “сир тутмоқ”; лот. “Lanthanum”) La, кимёвий элементлар даврий жадвалнинг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 57, атом массаси 138,9055; сийрак ер металларига мансуб. Табиатда лантанинг иккита барқарор изотопи мавжуд  $^{139}\text{La}$ (99,911%) ва радиофаол  $^{138}\text{La}$  (0,089%;  $T_{1/2} = 2 \cdot 10^{11}$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 5d^1$ .

Лантан К.Мосандер томонидан 1839 йилда лантанли «ер»  $\text{La}_2\text{O}_3$  кўринишида кашф этилган.



Карл Густав  
Мосандер  
(1797-1858)

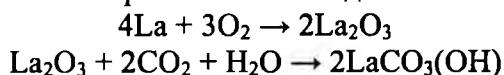
**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича микдори  $2,9 \cdot 10^{-3}\%$ . Лантан Се ва Nd билан биргаликда олганда, уларга нисбатан кенг тарқалган сийрак ер элементларига (СЕЭ) киради. Бошқа СЕЭ лари билан монацит, бастнезит, допарит ва апатит минераллар таркибида учрайди. Бу унинг асосий минераллари бўлиб, лантан улардан ажратиб олинади.

**Физикавий хоссалари.** Лантан – кумушсимон – оқ рангли металл.  $t_{\text{суюк.}} = 920^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3454^\circ\text{C}$ , зичлиги  $6,15 \text{ г/см}^3$ . Осон механик қайта ишланади. Тоза лантан хона ҳароратида болғалаш ва пресслаш орқали қайта ишланади, лекин у етарлича қовушқоқликка эга эмас.

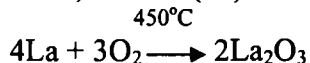
Лантан гекс.( $\alpha$ ) ёки кб. ( $\beta$ );  $C_p^\circ = 27,6$ ;  $S^\circ = 57,3$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк.}} = 6,7$ ;  $\rho = 1^{2156}$ ;  $10^{2474}$ ;  $100^{2887}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Ўзининг кимёвий хоссаларига кўра, Д.Менделеев жадвалида лантан ўзидан кейинги 14 та элементларга ўхшайди, шу сабабли улар лантаноидлар деб аталади. Металл ҳолатидаги лантан юқори кимёвий фаолликка эга.

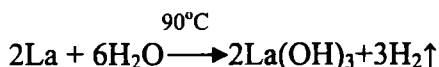
Нам ҳавода тезда лантан асосан карбонатга айланади:



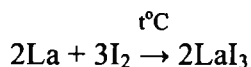
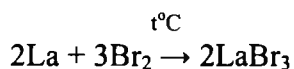
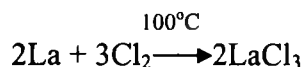
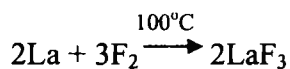
450 °C температурада кислородда ёниб, лантан (III) оксидини ҳосил қилади:



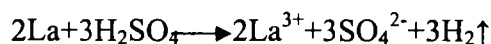
Совуқ сув билан секин ва иссиқ сув билан тезда таъсирлашиб, лантан (III) гидроксидини ҳосил қилади:



Қиздирилганда лантан фтор, хлор, бром ва йод билан таъсирлашиб, тегишли фторид, хлорид, бромид ва йодидларни ҳосил қилади:



Минерал кислоталар билан осон таъсирлашади ва  $\text{La}^{3+}$  ионини ҳосил қилади. Сувли эритмада  $\text{La}^{3+}$  иони  $[\text{La}(\text{OH}_2)_9]^{3+}$  комплекс иони кўринишида бўлиши мумкин:



Азот билан чўғланган La нитридни ҳосил қилади. Лантан хона ҳароратида водородни сезиларли даражада ютади,  $250^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада осонгина бирикиб, гидридларни ҳосил қилади.

Лантан қиздирилганда кўплаб металллар ва металлмаслар билан бирикиб, интерметаллидларни, галогенидларни, оксидларни, сульфидларни ва бошқа бирикмаларни ҳосил қилади. Минерал кислоталар билан осонгина таъсирлашади. Лантанининг барча бирикмалари рангсиздир.

**Олиниши.** Лантан бошқа СЕЭ (сийрак ер элементлари) билан биргаликда минераллардан оксидлар аралашмаси (La 15-30% бўлади) кўринишида ажратиб олинади. Маъданли концентратларни қайта ишлаганда ва СЕЭларни гуруҳчаларга ажратилганда La Ce, Pr ва Nd билан биргаликда ажралади. Се ажратиб олгандан сўнг лантан бошқа СЕЭ лардан экстракция, ион алмашилиш хроматографияси, гидроксидларни фракцион чўктириб тозалаш каби жараёнлар туфайли ажратиб олинади.

Металлсимон лантан  $\text{LaF}_3$  ни ёки  $\text{LaCl}_3$  кальций билан қайтариб олинади, La хлоридларини Ca ва Ba хлоридлари иштирокида суюқланмасини электролиз қилиб олинади.

**Бирикмалари.**  $\text{LaH}_2$ ,  $\text{LaH}_3$  – гидридлар,  $\text{LaS}$ ,  $\text{La}_3\text{S}_4$ ,  $\text{LaS}_2$ ,  $\text{La}_2\text{S}_3$  – сульфидлар,  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{LaCl}$ ,  $\text{LaI}_3$ ,  $\text{LaBr}_3$ ,  $\text{La}_2\text{C}_3$ ,  $\text{LaC}_2$ ,  $\text{LaCu}$ ,  $\text{LaAg}$ ,  $\text{LaAu}$  каби бирикмаларни ҳосил қилади.

**Ишлатилиши.** Лантан – алюминийли, магнийли, никелли ва кобальтли қотишмаларга легирловчи компонент, мишметалл компоненти, коррозия барқарорлик, тез кесадиган ва иссиқликка бардошли пўлатларнинг хоссаларини яхшилашда қўлланилади.  $\text{LaNi}_5$  интерметаллиди – истиқболли водород аккумулятори ишлаб чиқаришда, лантан оксисульфид ва алюминати – люминофор ишлаб чиқариш компоненти ҳисобланади.

Тарихда биринчи марта лантан газокалил тўрлар сифатида ишлатилган. Австриялик кимёгар Карл Ауэр фон Вельсбах 60% магний оксиди, 20% иттрий оксиди ва 20% лантан оксидидан иборат аралашмани ишлатди ва унга Actinophor деб ном берди, 1885 йилда унга патент олинди. Янги ёритувчи қурилма оч яшил ранг беради.

Лантанининг оксиди ва бориди электровакуумли лампаларда “қайноқ катод” материали сифатида, яъни юқори интенсив электрон оқимиға эга бўлган катод сифатида ишлатилади.  $\text{LaB}_6$  кристаллари электрон микроскоплар учун катодли нурлар манбаси сифатида ҳам қўлланилади.

La нинг ( $\text{Ni}_{3,55}\text{Mn}_{0,4}\text{Al}_{0,3}\text{Co}_{0,4}\text{Fe}_{0,35}$ ) таркибли бирикмаси анод материали сифатида никель-металл-гидридли аккумуляторларда ишлатилади. У  $\text{AB}_5$ -типидаги интерметаллидни ташкил қилади.

Тоза лантан соф ҳолда ўзининг таннархи юқори бўлганлиги сабабли деярли ишлатилмайди, унинг ўрнига мишметалл-қотишмалари ишлатилади: 20-45% лантан таркибли қотишма. Мишметалл иссиқликка бардошли ва коррозия барқарор қотишма ҳисобланади.

Типик Toyota Prius гибрид автомобилени ишлаб чиқаришга 10-15 кг лантан талаб этилади, бу ерда у аккумулятор таркибига киради.

Лантан карбонати доривор препарат сифатида ишлатилади ва у Fosrenol деб номланади. Тиббиётда у фосфатнинг мўл миқдорини ютишда гиперфосфатемияда ишлатилади.

Лантан водородни ютиш хоссасига эга. Бир ҳажм лантан ўзида 400 ҳажм водородни ютади. Унинг бу хоссасидан водородли аккумуляторлар тайёрлашда (металлгидридли водороднинг сакланиши) ва энергия саклаш тизимларида ишлатилади. Чунки водород эриши мобайнида лантандан иссиқлик ажралиб чиқади.

Лантан ва бошқа СЕЭ тузлари кўмирли электр ёйли лампаларда ёйнинг ёркинлигини ошириш мақсадида ишлатилади. Бурчак ёйли лампалар кинопроекторларида кўп ишлатилади. Буларни ишлаб чиқаришда 25% атрофида лантан бирикмалари кўшилади. Суюқ лантан билан суюқлантирилган урандан плутоний ажратиш олинади.

Лантанининг оз миқдордаги кўшимчаси пўлатнинг пластиклигини ва деформацияланишини оширади. Лантанининг молибденга кўшилиши унинг каттиклигини камайтиради ва температура ўзгаришига таъсирчанлигини пасайтиради.

Лантан фториди – люминофорларнинг муҳим компонентиدير. Европий фториди билан аралашмада у ионселектив электродлар кристалл мембранасида ишлатилади. У бундан ташқари ZBLAN шишаси таркибига киради. У инфрақизил нур диапазонида ёрукликни яхши ўтказиш коэффициентига эга ва шу сабабли толали оптикада қўлланилади.

Лантан (III) оксиди махсус шишалар, юқори температурали керамика компоненти бўлиб, у лантанининг бошқа бирикмаларини ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Лантанининг хлорид ва бромиди сцинтиллятор сифатида юқори ёруклик ажралишида қўлланилади. Лантанининг оксисульфиди ва алюминати люминофорларда ишлатилади. Лантанининг айрим бирикмалари (ва бошқа СЕЭ), масалан, хлоридлари ва оксидлари турли катализаторлар компоненти ҳисобланиб, шу жумладан, нефт крекингида ҳам ишлатилади.

Лантан-барийли усул радиометрик датирлаш айрим ҳолларда тоғ жинсларини ва фойдали қазилмалар ёшини аниқлашда ишлатилади.

**58. ЦЕРИЙ.** Се – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭ ларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 58, атом массаси 140,12. Церий 4 та табиий барқарор ва 12 та сунъий изотопларга эга. Табиатда церийнинг куйидаги изотоплари мавжуд:  $^{136}\text{Ce}$  (0,193%),  $^{138}\text{Ce}$  (0,25%),  $^{140}\text{Ce}$  (88,48%),  $^{142}\text{Ce}$  (11,07%). Сунъий радиофаол изотоплари масса сонлари билан 131, 133-135, 137, 139, 141, 143-146. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^2$ .

Церий 1803 йилда Немис кимёгари Илаизот ва мустақил ҳолатда швед олимлари Берцелиус ва Гизингерлар томонидан кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Церийнинг ер қобигидаги миқдори – 70 г/т, океан сувларида –  $5,2 \cdot 10^{-6}$  мг/л. Церийнинг асосий конлари АҚШ, Қозоғистон, Россия, Украина, Австралия, Бразилия, Ҳиндистон, Скандинавияда жойлашган.



Йёнс Якоб  
Берцелиус  
(1779-1848)

**Физикавий хоссалари.** Се – кумушсимон – оқ рангли металл,  $t_{\text{суюқ}}=804^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}}=3450^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $\gamma\text{-Ce}$   $6,810\text{ г/см}^3$ ,  $\alpha$ -,  $\beta$ -и  $\delta\text{-Ce}$ :  $6,67$ ;  $6,78$  ва  $6,70\text{ г/см}^3$ .

Церийнинг тўртга модификацияси маълум:  $\alpha$  ( $-130^{\circ}\text{C}$  температурадан паст),  $\beta$  ( $-130$  -  $+126^{\circ}\text{C}$ ),  $\gamma$  ( $+126^{\circ}\text{C}$  температурадан юкори) ва  $\delta$  ( $768^{\circ}\text{C}$ ).  $0^{\circ}\text{C}$ дан пастда совутилганда, юкори температурали церийнинг  $\delta$ -фазаси қисман  $\beta$ -фазага ўтади ва кейинчалик совутилганда -  $\alpha$ -фазага ўтади.

Церий кб. ( $\gamma$ ) ёки гекс. ( $\beta$ );  $C_p^{\circ}=26,9$  ( $\gamma$ );  $S^{\circ}=64,0$  ( $\gamma$ );  $\Delta H^{\circ}=0$  ( $\gamma$ );  $\Delta G^{\circ}=0$  ( $\gamma$ );  $\Delta H_{\text{суюқ}}=8,8$ ;  $\rho=0,01^{1292}$ ;  $0,1^{1442}$ ;  $1^{1602}$ ;  $10^{1860}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Сийрак ер металл, ҳавода бекарор, секин-аста оксидланиб, оқ оксид ва церий карбонатини ҳосил қилади.  $160\text{-}180^{\circ}\text{C}$  температурагача қиздирилганда ҳавода қораяди, церий кукуни пирофор ҳисобланади.

Церий кислоталар билан таъсирлашади, қайнатилганда сув билан оксидланади, ишқорлар таъсирига барқарор. Галогенлар, халкогенлар, азот ва углерод билан жадал таъсирлашади.

Церий – болғаланувчан ва эгилувчан металл, хона ҳароратида инерт атмосферада қиздирмасдан осон болғаланади ва прессланади ҳамда инерт атмосферада осон механик қайта ишлов берилади.

Церий ҳавода бир неча кун давомида оксидланади, унинг бўлаги майдаланиб, гидратланган карбонатларнинг сариқ кукунини ҳосил қилади. Церий металл  $160\text{-}180^{\circ}\text{C}$  температурада ҳавода қиздирилганда қораяди, кукуни пирофидир. Церий қайнаганда сувни парчалайди, минерал кислоталарда эрийди, ишқорлар таъсирига нисбатан барқарор. Галогенлар, халькогенлар, азот, углерод билан шиддатли реакцияга киришиб,  $\text{Ce(III)}$  ёки  $\text{Ce(IV)}$  тегишли бирикмаларини ҳосил қилади.

$\text{Ce(III)}$  ионлари сувли эритмада нисбатан барқарор, аммо оксидловчилар таъсирида (асосан ишқорий муҳитда)  $\text{Ce(IV)}$  га ўтиши мумкин.

$\text{Ce(III)}$ нинг кимёвий хоссалари деярли бошқа  $\text{SE}$ Элари билан ҳамда актиноидлар ( $\text{III}$ ) кимёвий хоссаларига ўхшашдир.  $\text{Ce(IV)}$  учун турли комплекслар маълум, шу жумладан, ацидолигандлар билан ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), хоссаларига кўра  $\text{Th(IV)}$  ҳосилаларига ўхшашдир.

$\text{Ce}^{4+}$  иони кучли оксидловчи (стандарт электрод потенциали  $\text{Ce}^{\text{IV}}/\text{Ce}^{\text{III}}$   $1,66\text{ В}$ ), шу сабабли у қайтарувчиларни титриметрик аниқлашда ишлатилади (цериметрия).  $\text{Ce(III)}$ нинг  $\text{Ce(IV)}$  формасига ўтиш қобилиятидан церийни бошқа  $\text{SE}$ Эларидан экстракцион тозалашда ишлатилади.

$\text{Ce}^{3+}$  таркибли бирикмалар, рангсиз,  $\text{Ce}^{4+}$  иони сариқ ёки сарғиш-пушти рангда.  $\text{Ce(IV)}$ нинг органик лигандлар билан ҳосил қилган комплекс бирикмалари нисбатан анча тўқроқ рангга эга бўлади.

**Церий тўрт оксиди**  $\text{CeO}_2$   $2400^{\circ}\text{C}$  эриш температурасига,  $C_p^{\circ}$   $61,63\text{ Дж/(моль х К)}$ ,  $\Delta G^{\circ}_{\text{обр}}-1024,5\text{ кДж/моль}$ ,  $S_{298}=62,30\text{ Дж/(моль х К)}$  эга;  $\text{CeO}_2$  конц.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ларда  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  ёки  $\text{NH}_4^+$  ионлари иштирокида эрийди.  $800^{\circ}\text{C}$  температурасидан юкорида водород билан реакцияга киришиб, бир вақтнинг ўзида  $\text{Ce(III)}$  и  $\text{Ce(IV)}$  оксидларини ҳосил қилади.

$\text{CeO}_2$  ни церийнинг нитрат, сульфат, оксалат, карбонат ва бошқа бирикмаларини ҳавода  $800^{\circ}\text{C}$ дан юкори температурада қиздириб олинади.  $\text{CeO}_2$  ни оптик ва техник шишалар силликланда, шишалар, керамикалар компоненти сифатида (масалан, оксоцерат  $\text{M}^{\text{II}}\text{CeO}_3$ ,  $\text{BaPbCeTiO}_3$ ), церий ва унинг бирикмаларини олишда оралиқ маҳсулот сифатида қўлланилади. Ишчи зонасидаги  $\text{СЭК}$   $5\text{ мг/м}^3$ . Церий ( $\text{III}$ ) оксид  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  бекарор, кислород иштирокида тезда оксидланиб, кўп микдордаги иссиқлик ажратади. Қаттиқ  $\text{Ce(IV)}$ нинг органик катионли нитрат комплекслари синтез ва сақлашда портлаши мумкин.

**Аммоний (IV) гексанитратоцерати (церий-аммонийнитрат)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]$**  сувда, этанолда, эфирларда эрийди:  $180^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада парчланади,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эритмаларида хлоронитратоцерат (IV), хлоросульфатоцерат (IV)ни ҳосил қилади, қиздирилганда осон парчланади ва тегишли  $\text{Cl}_2$  ёки  $\text{O}_2$ ни ажратади.  $\text{CeO}_2$  ни концентранган  $\text{HNO}_3$  кислотада  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  иштирокида қайнатиб кейинчалик диэтил эфирида экстракцияланиб ва шу эритмани кристаллизация қилиб олинади.

**Барий (IV) церати  $\text{BaCeO}_3$**  сувда ва органик эритувчиларда эримади, Ва ва Се оксидларининг  $1000^\circ\text{C}$  температурада кислород атмосферасида таъсирлашишидан ажратиб олинади, радиоэлектроникада керамик материаллар асоси сифатида ишлатилади.

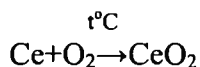
**Цезий (IV) гексахлороцерати  $\text{Cs}_2\text{CeCl}_6$**  конц.  $\text{HCl}$  эрийди, сувда оз миқдорда эрийди, аммо секин парчланади. Цезийнинг аналитик аниқланишида (оғирлик формаси), ишқорий металлларни чўктириш усули орқали ажратишда қўлланилади (ажратиш коэф.  $\text{Cs/Rb}$  66,  $\text{Cs/K}$  3000,  $\text{Cs/Na}$  5000).

**Церий тетрафториди  $\text{CeF}_4$**  сув билан таъсирлашганда гидролизланади,  $700^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада вакуумда парчаланмасдан сублимацияланади, оксидловчи, қиздирилганда органик моддалар билан таъсирлашади, шу жумладан,  $150\text{--}200^\circ\text{C}$  температурада фторопластлар билан бирга; Се,  $\text{CeF}_3$ ,  $\text{CeCl}_3$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  ларни фтор билан,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{XeF}_2$  ва бошқаларни  $200\text{--}250^\circ\text{C}$  температура юқорида; органик синтезда фторловчи реагент пиротехник таркибларда ишлатилади.

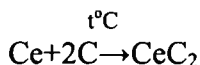
**Церий трифториди  $\text{CeF}_3$**  сув таъсирида гидратларни ҳосил қилади. У  $\text{CeO}_2$  нинг  $\text{HF}$  билан  $500^\circ\text{C}$  температурада реакцияси натижасида олинади,  $(\text{NH}_4)_2\text{CeF}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   $300\text{--}330^\circ\text{C}$  температурада,  $\text{CeF}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  –  $390\text{--}400^\circ\text{C}$  температурада термохимий парчланиши натижасида олинади, у металлотермик усулда церий олиш учун ишлатилади.

Церий учун Се(III) ва Се(IV) оксидланиш даражалари характерлидир. Се(III)нинг оксидловчилар таъсирида Се(IV)га ўтиши тебраниш деб номланадиган реакция типини аниқлаш имконини берди.

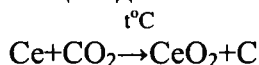
Церий кислород билан  $160\text{--}180^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, церий (IV) оксидини ҳосил қилади.



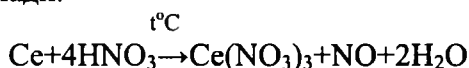
Церий углерод билан  $1000^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, церий карбидини ҳосил қилади.



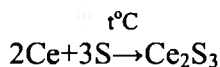
Церий углерод тўрт оксиди билан  $500^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, церий (IV) оксидини ва углерод (графит)ни ҳосил қилади.



Церий суюлтирилган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, церий (III) нитратини, азот (II) оксидини ва сувни ҳосил қилади.

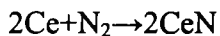


Церий олтингургурт билан  $400\text{--}600^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, церий (III) сульфидини ҳосил қилади.

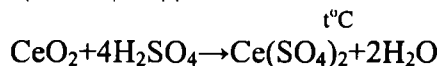




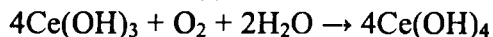
Церий азот билан 450-500°C температурада таъсирлашиб, церий (III) нитридини ҳосил қилади.



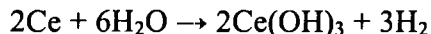
Церий (IV) оксиди сульфат кислотаси билан таъсирлашиб, церий (IV) сульфатни ва сувни ҳосил қилади.



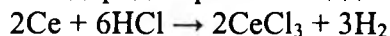
Церий (III) гидроксидининг кислород ва сув билан таъсирлашиб, церий (IV) гидроксидини ҳосил қилади.



Церий қайноқ сув билан таъсирлашиб, церий (III) гидроксид ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Церийнинг суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, церий (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



**Олиниши.** Церийни олиш учун асосий бошланғич минерал монацит (терий, церий, лантан ва сийрак ер элементи фосфатлари), бундан ташқари у апатитда ва бошқа минералларда бўлади.

Монацит ишқорий муҳитда парчаланганда металл оксидлари аралашмаси ҳосил бўлади, ундан  $\text{CeO}_2$  ажратилиб  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]$  га айлантирилади. Аммонийли церийли туз бошқа бирикмалардан, фосфат кислотаси эфирида экстракция қилиб ажратилади, сўнгра уни 180° С температурада парчаланеди, бунда тоза диоксид серий олинади. Кейин  $\text{CeO}_2$  ни  $\text{CeF}_3$  га ўтказилади, суюқланмасидан электролиз қилиб металсимон церий олинади.

Шунингдек, церийни эркин ҳолатда лантан оксидлар аралашмасидан туз кўринишида тўлиқ алмашинади ёки экстракция қилиб ажратилади, кейинчалик кальций хлорид билан қайтарилади ёки хлоридли суюқланмалари электролиз қилинади. Церий кальций термик усулда ТУ 48-4-216-72 бўйича учта маркада чиқарилади: ЦеМ-1; ЦеМ-2 ва ЦеМ-3.

**Қотишмалари.** Церийни 20% ли У билан қотишмаси электрвакуумли приборларда стартерлар флотаторлари сифатида ишлатилади. Алюминий, магний, мис, титан асосидаги рангли металлларга церий қотишмаларига кўшилганда уларнинг технологик пластиклиги ошиб, асосий маҳсулотнинг сифати ортади.

Алюминийли қотишмаларга церий кўшимчаси кўшилганда ва мишметалларининг мустақамлик хоссалари ортиши емирилишга қаршилигини ортиши билан характерланади. Магнийнинг церий билан қотишмаси ультратовушни ютиш коэффициентининг энг пастлиги билан характерланади.

**Ишлатилиши.** Замонавий техникада церийнинг (бошқа лантаноидлар сингари) темир, магний асосидаги қотишмаларни модификациялашда ишлатилади. 1% церийнинг магнийга кўшилиши унинг мустақамлигини кескин оширади. Церийни алюминий, мис, ниобий, титан каби металлларга кўшиш уларнинг электрўтказувчанлигини оширади.

Конструкциян пўлатларни церий билан легирлаш натижасида уларнинг мустақамлиги сезиларли даражада ошади. Бу ерда церий умумий ҳолатда лантанга ўхшашдир. Аммо лантанга нисбатан церий ва унинг бирикмалари арзонлиги церийни легирловчи компонент сифатида ишлатилишига сабаб бўлади.

Церий қатор металллар билан суюқлантирилганда жадал таъсирлашиб интерметаллидларни ҳосил қилади.

Церий учун унинг рух билан суюқланган ҳолда бирикиш реакцияси муҳим аҳамият касб



Карл Ауэр  
фон Вельсбах  
(1858-1929)

этади. Масалан, церий ва рух кукунларини муайян жойда киздириш натижасида реакция кучли портлаш билан амалга ошади. Шу сабабли церий бўлакчасини суюкланган рухга қўшилиши жуда хавфли реакция бўлиб, у ёркин чакнаш ва портлаш билан содир бўлади.

Кимё ва нефт саноатида церий тўрт оксиди  $\text{CeO}_2$  (суюкланиш температураси  $2600^\circ\text{C}$ ) катализатор сифатида ишлатилади. Шу жумладан,  $\text{CeO}_2$  амалий жихатдан муҳим бўлган водород ва углерод оксиди орасидаги реакцияни тезлаштиради. Бундан ташқари, церий тўрт оксиди спиртларни дегидрогенлашни амалга оширишда ишончли катализатор сифатида қўлланилади. Церийнинг бошқа бирикмалари – унинг сульфати  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  – сульфат кислота саноати учун истикболли катализатор ҳисобланади. У сульфит ангидрид оксидланишини сезиларли равишда оширади.

Атом техникасида церий таркибли шишалар кенг қўлланилади – улар радиация таъсирида хиралашмайди, шу сабабли персонални ҳимоялаш учун қалин шишалар тайёрлашда ишлатилади.

Церий тўрт оксиди махсус шишалар таркибига ёркинлаштирувчи ва айрим ҳолларда ёркин-кизил бўёқ сифатида киради.

Церий тўрт оксиди – полиритнинг асосий компоненти, у оптик ва ойналар шишаси учун самарадор сайқалловчи кукунидир. Полирит – жигаранг кукун бўлиб, СЕЭлари оксидларидан таркиб топган. Унинг таркибида церий оксиди 45 % дан кам эмас. Полирит таркибига церий тўрт оксиди киргандан сўнг, сайқалловчи сифатида сезиларли яхшиланди.

Церий (IV) оксиди титан тўрт оксиди билан биргаликда рангли шишалар пиширишда, ёркин сарикдан пушти ранггача бўялган шишалар тайёрлашда ишлатилади.

Ўта юқори оловга чидамли оловбардош материал сифатида церий тўрт оксиди ( $2300^\circ\text{C}$  температурагача оксидловчи ва инерт атмосферада), церий сульфиди ( $1800^\circ\text{C}$  температурагача қайтарувчи атмосферада) ишлатилади.

Церий тузлари “денгиз касаллиги”нинг олдини олиш ва даволашда ишлатилади. Стоматологияда церийли пўлат ва церий тўрт оксиди сақлайдиган керамика ишлатилади.

Церий тўрт оксиди юқори температурали ёқилғи элементларида қаттиқ электролит ишлаб чиқаришда қўшимча компонент сифатида ишлатилади.

Церий трифториди стронций фториди билан қотишмаси жуда кучли қаттиқ корпусли аккумулятор батареялари ишлаб чиқаришда қўлланилади.

**59. ПРАЗЕОДИМ.** Pr – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 59, атом массаси 140,9077. Празеодимнинг ягона барқарор изотопи мавжуд  $^{141}\text{Pr}$ . Нисбатан кенг тарқалган радиофаол изотоплари:  $^{140}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 210$  кун),  $^{142}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 19,2$  соат),  $^{143}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 13,5$  кун),  $^{144}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 17,3$  мин),  $^{145}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 6$  соат),  $^{146}\text{Pr}$  ( $T_{1/2} = 24,6$  мин). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^3$ .

1885 йилда К.Ауэр фон Вельсбах томонидан празеодим оксидида аниқланган ва илк бора танилган.

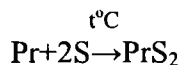
**Табиатда тарқалиши.** Празеодим ер қобиғидаги масса бўйича микдори  $7 \cdot 10^{-4}\%$ , океан сувларида  $2,6 \cdot 10^{-6}$  мг/л ни ташкил этади.

**Физикавий хоссалари.** Празеодим – оқ рангли металл. Иккита модификацияси мавжуд: паст температурали  $\alpha$ -фаза;  $t_{\text{суюк.}} = 932^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3510^\circ\text{C}$ , зичлиги  $\alpha$  - Pr 6,776 г/см<sup>3</sup>. Празеодим гекс. ( $\alpha$ ) ёки куб. ( $\beta$ );  $C_p^\circ = 28,5$ ;  $S^\circ = 73,6$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;

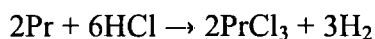
**Кимёвий хоссалари.** Празеодим сувни парчалайди, HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва  $\text{HNO}_3$  кислоталарда эрийди. Устки қаватида фторид ва фосфат қаватларининг ҳосил бўлиш ҳисобига фторид ва фосфат кислоталарда кам эрийди.

Празеодим ҳавода тезда коррозияланади, асосан 200°C температурадан юқори температурада фаол оксидланиш кузатилади. Празеодим хона ҳароратида водородни ютиб  $\text{PrH}_3$  ҳосил бўлади. Бу жараён 250-300°C температурагача қиздирилганда фаоллашади, бунда металл ҳажмининг сезиларли даражада ошиши кузатилади. 900°C температурагача қиздирилганда азот билан таъсирлашиб,  $\text{PrN}$  нитридни ҳосил қилади. Углерод билан қиздирилганда,  $\text{PrC}_2$  ва  $\text{Pr}_2\text{C}_3$  таркибли карбидларни ҳосил қилади. Празеодим галогенлар билан таъсирлашиб,  $\text{PrF}_3$ ,  $\text{PrCl}_3$ ,  $\text{PrB}_3$ ,  $\text{PrI}_3$ ,  $\text{PrF}_4$  таркибли галогенидларни ҳосил қилади.

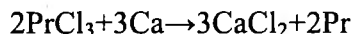
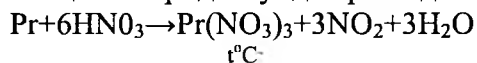
Празеодим олтингугурт билан 500-800°C температурада таъсирлашиб, празеодим (IV) сульфидини ҳосил қилади:



Празеодим суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, празеодим (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади,



Празеодим концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, празеодим (III) нитратини, азот (IV) оксидини ва сувни ҳосил қилади, празеодим (III) – хлорид кальций билан кайтарилганда 550-850°C кальций хлорид ва унда празеодим ҳосил бўлади:



**Олиниши.** Худди бошқа СЕЭ каби уч фториднинг кальций термик қайтарилади ёки  $\text{PrCl}_3$  суюқланмаси электролиз қилиб эркин ҳолатда олинади. Саноатда празеодимни кальций термик усулда учта маркада ПрМ-1, ПрМ-2 и ПрМ-3 чиқаради.

Кўп маротабалик дистилляциясини қўллаб ёйли ёки электрон нурли суюқлантиришни қўллаб, металл тозалигини 99,99% гача ошириш мумкин. Празеодим куйма ҳолатида чиқарилади. Шунингдек, празеодим бошқа сийрак ер элементлари аралашмасидан ҳам олинади. Экстракцион ва хроматографик ажратиш ва бўлаклаб кристаллизациялар празеодим энгил лантоноидлар билан биргаликда концентратланади ва неодим билан бирга алоҳида олинади. Кейинчалик празеодим неодимдан ажратиб олиниб, 850°C температурада металлотермик ёки электролиз билан тоза металл ҳолига ўтказилади.

**Қотишмалари.** Айрим маркали пўлатларга легирловчи ва модификацияловчи қўшимча сифатида ишлатилади ҳамда рангли ва қийин эрийдиган қотишмаларга қўшилади.

**Ишлатилиши.** Празеодим ионлари 1,05 мкм тўлқин узунлигига (инфрақизил нурлар) эга бўлган лазер нурларини кўзгатиш учун ишлатилади. Празеодим фториди лазер материали сифатида ишлатилади. Празеодим оксиди рангли ва юқори оптик хусусиятли шишалар таркибига киради, қимматбаҳо тошларни – александрит, аметист, топаз, хризолит, рубин ва бошқа шу кабиларни имитация қилишда ишлатилади. Празеодим оксидлари тўртта маркада ПО-0, ПО-1, ПО-2, ПО-3 ишлаб чиқарилади. Буларда асосий модданинг миқдори мос равишда 99,9; 99,5; 99,95 % (ундан кам эмас)ни ташкил этади.

Празеодим монотеллуриди оз миқдорда СЕЭ асосидаги термоэлектрик қотишмаларнинг хоссаларини (ЭЮК, қаршилиги, мустаҳкамлиги) бошқаришда ишлатилади.

Празеодим тузлари ЯМРда силжитувчи реагент сифатида ишлатилади.

Празеодимнинг германий ва кремний билан қотишмалари ўта ўтказувчан материал сифатида ишлатилади. Празеодим магнитли ўзаклар ишлаб чиқаришда ва электровакуум техникаси қурилмаларида катодларнинг самарадорлигини оширишда қўлланилади.

Празеодим мишметалл компоненти ҳисобланиб, пўлатга легирловчи компонент сифатида қўшилади. Магнийли қотишмалари таркибига кобальт ва никель ҳам киради. Празеодим оксиди нефт крекинги учун катализаторлар тайёрлашда молекуляр турли структурага эга, бошланғич материал сифатида ишлатилади. Празеодим оксиди аммиакнинг паст температурали оксидланишига таъсир кўрсатади.

**60. НЕОДИМ** (грек. "neos" – янги ва "didymos" – "эгизак, ўхшаш", лот. "Neodimium"). Nd – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 60, атом массаси 144,24. Табиатда неодимнинг куйидаги барқарор изотоплари  $^{142}\text{Nd}$ (27,07%),  $^{143}\text{Nd}$  (12,17%),  $^{145}\text{Nd}$ (8,30%),  $^{146}\text{Nd}$  (17,22%),  $^{148}\text{Nd}$  (5,78%) ва радиофаол изотоплари  $^{144}\text{Nd}$ (23,78%),  $^{150}\text{Nd}$ (5,67%) мавжуд. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^4$ .

Неодимни 1885 йилда биринчи марта австриялик кимёгар К.Ауэр фон Вельсбах ажратиб олган.

**Табиатда тарқалиши.** Неодимни ер қобигидаги микдори масса бўйича  $2,5 \cdot 10^{-3} \%$ . У церий гуруҳининг бошқа СЕЭлари билан куйидаги минералларда: монацит, бестнезит (20% гача  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ), лопарит ксенотимлар, ортитлар ва бошқаларда учрайди.

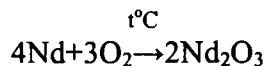
**Физикавий хоссалари.** Nd – ёрқин кулрангли металл,  $885^\circ\text{C}$  температурада  $\alpha$ -модификацияси La типдаги гексагональ панжарага эга бўлган, юқори температурада кубсимон  $\alpha\text{-Fe}$  типдаги  $\beta$ -формадан иборат,  $t_{\text{суюк.}} = 1024^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3030^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $\alpha\text{-Nd}$   $6,908 \text{ г/см}^3$ ,  $\beta\text{-Nd}$   $6,80 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho = 7,01$ ;  $t_{\text{суюк.}} = 1024$ ;  $t_{\text{қайн.}} = 3200$ ;  $c_p = 0,190^{25}$ ;  $C^\circ p = 27,4$ ;  $S^\circ = 70,92$ ;  $\Delta H^\circ = 0$   $\Delta G^\circ = 0$ ;  $p = 0,01^{1345}$ ;  $0,1^{1535}$ ;  $1^{1776}$ ;  $10^{2090}$ ;  $100^{2530}$ .



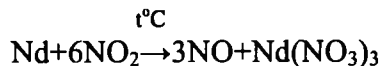
Карл Ауэр фон Вельсбах (1858-1929)

**Кимёвий хоссалари.** Неодим La, Ce ва Pr га нисбатан ҳавода оксидланишга нисбатан барқарор, аммо огир СЕЭлари каби эмас. Қиздирилганда ҳавода тез оксидланади. Минерал кислоталар билан жадал таъсирлашади, қайнаётган сув билан ҳам таъсирлашади. Галогенлар, азот, водород билан асосан қиздирилганда таъсирлашади. Сувли муҳитда Nd(III) бирикмалари барқарор.

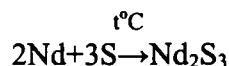
Неодим кислород билан  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, неодим (III) оксидини ҳосил қилади.



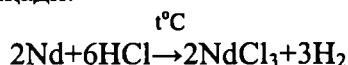
Неодим азот (IV) оксиди билан таъсирлашиб, азот (II) оксидини ва неодим (III) нитратини ҳосил қилади.



Неодим олтингургурт билан  $500\text{-}800^\circ\text{C}$  температурада бирикади ва неодим (III) сульфидини ҳосил қилади.



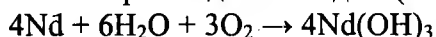
Неодим суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, неодим (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



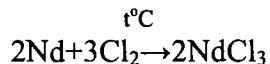
Неодим концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашади ва неодим (III) нитратини, азот (IV) оксидини ва сувни ҳосил қилади.



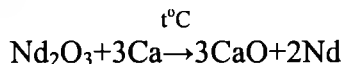
Неодим сув ва кислород билан таъсирлашади ва неодим (III) гидроксиди ҳосил бўлади.



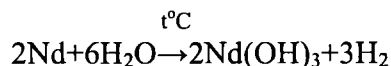
Неодим 300°C температура атрофида хлор билан бирикади ва неодим (III) хлоридини ҳосил қилади.



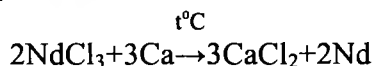
Неодим (III) оксиди кальций билан 1000-1100°C температурада таъсирлашиб, кальций оксиди ва неодим ҳосил бўлади.



Неодим қайноқ сув билан таъсирлашиб, неодим (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Неодим (III) хлорид 550-850°C температурада кальций билан таъсирлашиб, кальций хлориди ва неодимни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Сийрак ер элементлари ажратилган вақтда энгил лантаноидлар билан концентранди ва Pr билан биргаликда чиқади Pr(III) ва Nd(III) бирикмаларининг аралашмаси дидим деб аталади. Металлсимон неодим сувсиз галогенидлардан уларнинг суюқланмасини электролиз қилиб ёки кальций термик усулда қайтариб олинадиган  $\text{NdF}_3$  ёки  $\text{NdCl}_3$  суюқланмаларини электролиз (Li, K, Ca, Ba галогенидларидан қўшиб) 1000°C температурада олиб борилади ва токнинг катоддаги зичлиги 4,7 А/см<sup>2</sup>, анод ва катоднинг материали графит моддасидан иборат.

**Қотишмалари.** Неодим магний ва алюминий асосида энгил қотишмалар тайёрлашдаги компонентлардан бири ҳисобланади. Nd-Fe-B таркибли қотишмани кучли доимий магнитлар ишлаб чиқаришда истиқболли материаллардан бири ҳисобланади.

**Ишлатилиши.** Махсус конструкцион қотишмалар ва пўлатларни легирлашда (юқори сифатли пўлатларни модификациялаш), неодим 1,5% титанга қўшилганда тоза титаннинг мустаҳкамлигини бир ярим марта оширади ва шу сабабли у титаннинг легирланиши учун қўлланилади.

Неодимнинг оксид ва фосфати – рангли шиша саноатида пигмент, фосфатлари – керамика маҳсулотлари ишлаб чиқаришда,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  – бадий ва оптик шиша учун фотометрлар ва бошқа қурилмаларда компонент сифатида, неодим шишаси асосидаги лазерли материаллар, итрий-алюминийли гранатлар ва бошқалар, рангли телевизорлар экранини тайёрлаш учун  $\text{Y}_2\text{O}_3$  асосидаги материаллар катодли люминофорлар фаолаторлари сифатида ишлатилади.

Доимий кучли магнитлар ишлаб чиқаришда (неодим-иттирий – кобальт ва неодим-темир-бор) қотишмалари ишлатилади.

Неодим бирикмалари кишлок хўжалигида уруғларни униб чиқиш қобилятини ва ҳосилдорлигини ошириш учун ишлатилади. Неодим оксидининг чизиқли термик кенгайиш коэффициентлари жуда кичик бўлганлиги сабабли диэлектрик сифатида ва неодимли шиша ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Неодим фториди толали оптикада юқори сифатли оптолонали светодиодлар тайёрлашда ишлатилади.

Неодим теллуриди жуда яхши термоэлектрик материал. У термо-электрик қотишмаларда компонент сифатида юқори мустақамлик ҳамда уларни электрофизик хоссаларини яхшилашда (термо-ЭЮК 170 мкВ/К атрофида) ишлатилади.

**61. ПРОМЕТИЙ** (“Prometium”) Pm – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ радиофаол элементи, тартиб рақами 61, атом массаси 144,9128; лантаноидларга тегишли. Прометий табиатда учрамайди, чунки кам муддатда яшай оладиган изотопларга эга; ядро реакциялари натижасида олинади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^5$ . Прометий биринчи марта сунъий равишда 1938 йилда М.Пул ва Л.Куилл томондан кашф қилинган, ammo элементнинг кимёвий ажратилиши амалга оширилмаган. Биринчи марта Pm кимёвий жиҳатдан 1947 йилда Дж.Маринский ва Л.Гленденин томонидан уран бўлиниши маҳсулотларидан олинган: изотоп  $^{147}\text{Pm}$  ( $T_{1/2} = 2,6$  йил)  $^{235}\text{U}$  нинг бўлинишидан олинади ва изотоп  $^{49}\text{Pm}$  ( $T_{1/2} = 47$  соат).

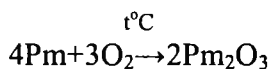
**Табиатда тарқалиши.** Прометийни ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $3,7 \cdot 10^{-3}\%$ . Прометий бошқа лантаноидлар сингари СЕЭ билан биргаликда ксенотим, монацит, ортит, бастнезит ва бошқа минераллар таркибида учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Прометий – оч кулранг металл. Гексагонал панжарали ягона модификацияси мавжуддир  $\alpha = 0,365$  нм ва  $c = 1,165$  нм. Суюқланиш температураси  $1170^\circ\text{C}$ , қайнаш температураси  $3000^\circ\text{C}$ , зичлиги  $7,26$  кг/дм<sup>3</sup>.

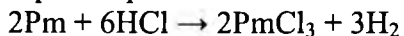
**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий жиҳатдан Pm неодимга ва бошқа лантаноидларга ўхшаш хоссаларни ва бирикмаларида Pm III валентлиликни намоён қилади. Унинг тоза ҳолатда оксиди  $\text{Pm}_2\text{O}_3$ , хлориди  $\text{PmCl}_3$ , бромиди  $\text{PmBr}_3$ , йодиди  $\text{PmI}_3$  ва нитрати  $\text{Pm}(\text{NO}_3)_3$ , ҳамда оксалати  $\text{Pm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  олинган. Прометий бирикмаларининг хоссалари СЕЭлари тузлари хоссаларига ўхшаш.

Нам ҳавода хиралашади, кислоталарда эрийди. Кимёвий жиҳатдан прометий – типик СЕЭ.

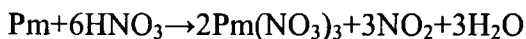
Прометий кислород билан  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, прометий (III) оксидини ҳосил қилади.



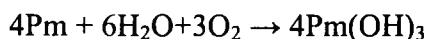
Прометий хлорид кислотанинг суялтирилган эритмаси билан таъсирлашиб, прометий (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



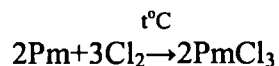
Прометий концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, прометий (III) нитрати, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



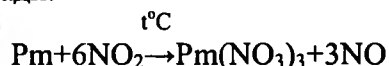
Прометий сув ва кислород билан таъсирлашиб, прометий (III) гидроксидини ҳосил қилади.



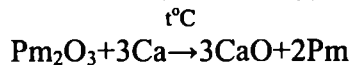
Прометий  $250-300^\circ\text{C}$  температурада хлор билан таъсирлашиб, прометий (III) хлоридини ҳосил қилади.



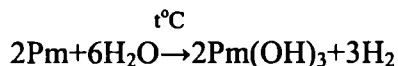
Прометий 200°C температурада азот (IV) оксиди билан таъсирлашиб, прометий (III) нитрати ва азот (II) оксидини ҳосил қилади.



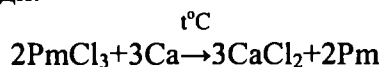
Прометий уч оксиди 1000-1100°C температурада аргон муҳитида кальций билан таъсирлашиб, кальций оксидини ва прометийни ҳосил қилади.



Прометий кайноқ сув билан таъсирлашиб, прометий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Прометий (III) хлорид 550-850°C температурада кальций билан таъсирлашиб, кальций хлориди ва прометийни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Уран ядросини спонтан (бирданига) бўлиниши натижасида уран минералларида  $^{147}\text{Pm}$  ҳосил бўлади (1 г уранга  $4 \cdot 10^{-15}$  мг прометий тўғри келади).

Бўлиниш вақтида  $^{147}\text{Pm}$  ва  $^{149}\text{Pm}$  изотопларининг чиқиши тегишлича 2,6 ва 1,3% ни ташкил этади. Қуввати 100 МВт бўлган реакторни суткалик иши давомида 1,5 г прометейни олиш мумкин. Прометей  $^{147}\text{Pm}$  изотопи кўринишида микроскопик миқдорда ураннынг бўлинишида ион алмашишининг ва хроматографик колонкада ажратиш усуллари ёрдамида олиш мумкин. Элементар прометей вакуумда  $\text{PmF}_3$  ни литий билан қайтариб олинган.

**Бирикмалари.**  $\text{Pm}_2\text{O}_3$  – оксиди,  $\text{PmF}_3$ ,  $\text{PmCl}_3$ ,  $\text{PmBr}_3$ ,  $\text{PmI}_3$  – галогенидлари маълум.

**Ишлатилиши.**  $^{147}\text{Pm}$  яримўтказгичли схемаларда, кам габаритли радиоприёмникларда, снарядларни бошқаришда қўлланиладиган курилмаларда, улкан баландликдаги ишларни амалга оширишга ва океанографик тадқиқотларда ҳамда радио изотопли юрак фаолияти стимуляторларида, кулоқ аппаратларида ишлатиладиган миниатюр батареяларни тайёрлашда қўлланлади.

Прометий-147 (ярим емирилиш даври 2,64 йил) токнинг радиоизотопли манбаларини ишлаб чиқаришда, бу ерда у  $\text{Pm}_2\text{O}_3$  кўринишида ва шунинг ҳисобига, унинг тўлқинларида гамма нурлар бўлмайди, у нисбатан хавфсиз. Ажралаётган прометий оксиди қуввати (яхлит ҳолатдаги зичлиги 6,6 г/см<sup>3</sup>), 1,1 Вт/см<sup>3</sup> га этади.

Радиолюминифорларга қўшимча сифатида ишлатилади ва бу унинг β-нурланишдан нур таратишни таъминлайди. Бунда кўзғатувчидан фарқли равишда α-нурланиш базасида люминофорнинг тезда эскиришига олиб келмайди.

Бундан ташқари, у атом батареяларини тайёрлашда, радиоизотопли юрак фаолияти стимуляторларида, кулоқ аппаратларида ишлатиладиган миниатюр батареяларни ва соат батареяларини тайёрлашда қўлланилади.

**62. САМАРИЙ.** Sm – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи); тартиб рақами 62, атом массаси 150,36. Табиатда олтита барқарор изотоплари мавжуд:  $^{144}\text{Sm}$ (3,15%),  $^{148}\text{Sm}$ (11,35%),  $^{149}\text{Sm}$ (13,87%),  $^{150}\text{Sm}$ (7,47%),  $^{152}\text{Sm}$ (26,55%),  $^{154}\text{Sm}$ (22,43%). Сунъий йўл билан радиофаол изотоплари олинган:  $^{142}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 4380$  кун),  $^{143}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 540$  кун),  $^{145}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 340$  кун),

$^{146}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 3 \cdot 10^7$  йил),  $^{148}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 7 \cdot 10^{15}$  йил),  $^{151}\text{Sm}$  ( $T_{1/2} = 80$  йил),  $^{153}\text{Sm}$ ( $T_{1/2} = 46,7$  соат). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^6$ .

1879 йилда француз кимёгари Лекок де Буабодран томонидан кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобигидаги масса бўйича миқдори  $7,0 \cdot 10^{-4}$  %. Минераллари монацит ва бастиезит 0,7-1,3 %  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  кўринишида тарқалган.

**Физикавий хоссалари.** Sm – кумушсимон кулрангли металл,  $t_{\text{суюк}} = 1073^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = 1778^\circ\text{C}$ , зичлиги  $\alpha\text{-Sm} 7,537$  г/см<sup>3</sup>,  $\beta\text{-Sm} 7,40$  г/см<sup>3</sup>. Самарий триг;  $C^\circ_p = 27,2$ ;  $S^\circ = 68,2$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;

Самарийнинг механик хоссалари, бошқа СЕЭлари каби қўшимчаларнинг қолдиқ миқдори билан боғлиқ.

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий хоссаларига кўра Sm бошқа лантаноидларга ўхшаш. Кимёвий бирикмалари ичида унинг  $\text{Sm}^{2+}$  валентли бирикмалари кенг тарқалган. Ҳавода барқарор, қиздирилганда  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  га қадар оксидланади. Бошқа СЕЭлари каби, Sm водород билан фаол таъсирлашиб,  $\text{SmH}_2$  ва  $\text{SmH}_3$  ларни ҳосил қилади.

Самарий углерод билан таъсирлашиб,  $\text{Sm}_3\text{C}$ ,  $\text{Sm}_2\text{C}_3$ ,  $\text{SmC}_2$  таркибли карбидларни ҳосил қилади.  $\text{SmSi}_2$  таркибли силициди ҳам маълум. Азот билан таъсирлашиб  $\text{SmN}$  таркибли нитридни ҳосил қилади. Самарий кислород билан самарий  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  оксидни ( $t_{\text{суюк.}} = 2320^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = 3527^\circ\text{C}$ ) ҳосил қилади.  $\text{SmO}$  ва  $\text{SmO}_{0,4}$  оксидлари ҳам маълум. Оксидланиш қиздирилганда амалга ошади, хона температурасида Sm оксидланмайди. Самарий олтингугурт билан  $\text{Sm}_2\text{S}_3$  ( $t_{\text{суюк.}} = 1780^\circ\text{C}$ ) ва  $\text{SmS}$   $t_{\text{суюк.}} = 1940^\circ\text{C}$  сульфидларни ҳосил қилади. Галогенлар билан  $\text{SmF}_3$  ва  $\text{SmF}_2$ , дифториддан ташқари икки қатор галогенидларни ҳосил қилади.

Самарийнинг оддий ва оралиқ металллар, яримўтказгичли элементлар билан асосан церий, неодим, празеодимга ўхшаб таъсирлашади. Самарий кўплаб металллар билан суюклантирилганда бирикмалар ҳосил қилади. Самарийнинг уран ва кальций билан суюқ ҳолатда чекланган миқдорда эрувчанлиги иккиламчи қотишмалар ҳосил қилиши аниқланган.

Юкори даражада тозаликдаги самарийни хона ва юкори температураларда пластик деформацияга учратиш мумкин.

**Олиниши.** Самарий металл металлотермик ёки электролитик усулларда ишлаб чиқариш структурасига ва иқтисодий кўрсаткичларга боғлиқ равишда олинади. Самарийни дунё миқёсидаги ишлаб чиқариш ҳажми бир неча 100 тонна билан баҳоланади, унинг энг кўп қисми манацитли қумдан ион алмашиниш усулида олинади. Самарий металл  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ни қайтариб олади. Саноатда ТУ 48-4-207-72 бўйича самарий лантанотермик маркалари СММ-1, СММ-2 ва СММ-3 чиқарилади. Самарий куймалар шаклида чиқарилади.

**Бирикмалари.**  $\text{SmO}$ ,  $\text{SmO}_{0,4}$ ,  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  – оксидлари,  $\text{SmH}_2$ ,  $\text{SmH}_3$  – гидридлари,  $\text{Sm}_3\text{C}$ ,  $\text{Sm}_2\text{C}_3$ ,  $\text{SmC}_2$  – карбидлари ва  $\text{SmN}$  – нитриди,  $\text{Sm}_2\text{S}_3$ ,  $\text{SmS}$  – сульфидлари,  $\text{SmF}_3$ ,  $\text{SmCl}_3$ ,  $\text{SmBr}_3$ – галогенидлари маълум.

**Ишлатилиши.** Самарий ўта кучли доимий магнитлар ишлаб чиқаришда, самарий, кобальт ва қатор элементлар билан биргаликда ишлатилади. Эътиборлиси шундаки, бу соҳада самарий-кобальтли магнитларнинг ишлатилиши неодимли магнитлар томонидан сиқиб чиқарилаёпти, лекин самарий асосли қотишмаларнинг қўлланилишига деярли чеклангани йўқ.

Унинг қотишмаларини кобальт, цирконий, гафний, мис, темир ва рутений билан легирланиши орқали, анча юкори даражадаги коэрцитив кучи ва қолдиқ индукцияли



Поль Эмиль Лекок де Буабодран (1838-1912)



магнитлар олишга эришилган. Бундан ташқари ультрамайда заррачали юқори эффектив қотишмалари кукунларидан электр разрядларида гелий атмосферасида пуркаш орқали ҳамда преслаш ва қиздириб бириктириш орқали олинган доимий магнит СЕЭ қотишмалари асосида олинган доимий магнит майдони тавсифларидан 3 марта юқори бўлади.

Моносулфид самарий SmS асосида тайёрланган генераторларнинг ЭЮК қиймати жуда юқори бўлиб, унинг фойдали иш коэффициентини (ФИК) 50% атрофидалиги аниқланган. Бу монокристалли 130<sup>0</sup>С ҳароратга қадар қиздириб, электр энергияси ишлаб чиқаришнинг ФИКни 67-85 % га кўтариш мумкин. Бу бугунги кунда планетамизда органик ёқилғи захиралари камайиб бораётган бир даврда муҳим аҳамият касб этади.

Автомобил транспорти учун самарий моносулфидни қўллаш асосида ядро қурилмали транспорт яратиш муаммоси ечилмоқда ва бу қурилма ядро автомобили учун деярли хавфсиз ҳисобланмоқда.

Самарий теллуриди термоэлектрик материал (термо ЭЮК 320 мкВ/К) сифатида чекланган миқдорда ишлатилади.

Самарий моносулфиди ажойиб бир тензосезувчан материалдир. У тензосезувчан датчиклар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Ядро энергетикасида самарий атом реакторларини бошқаришда ишлатилади, чунки табиий самарий учун иссиқлик нейтронлари кесим юзаси 6800 барндан юқори бўлади.

Самарий ва стронций манганатлари гигант кўрсаткичда магнитокалорик эффектга эга ва шу сабабли магнитли холодильникларни конструкциялаш учун қўлланилиши мумкин.

Самарий оксиди юқори оловга, суюқланган фаол металлларга қарши бардошлилиги ва юқори суюқланиш температурасига (2270<sup>0</sup>С) эга. Шу сабабли ундан оловга бардошли материал сифатида ишлатилади.

Самарий лазер нурларини кўзгатувчи сифатида каттиқ ва суюқ муҳитда қўлланилиши мумкин. Самарий люминифорлар фаолатори сифатида рангли теливизорлар ишлаб чиқаришда ва уяли алоқа телефонлари тайёрлашда ишлатилади.

Металл ҳолатидаги самарий ёғдусиз зарядсизланувчи стартерлар электродлари ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Ўта тоза самарий оксиди микроэлектроникада диэлектрик сифатида кремнийли МДП-варикопларни ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Бадий шиша, оловбардош керамик материаллар, катализаторлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

**61.ЕВРОПИЙ** (лот. “Еуропа” – “Европа”, Европа китъаси шарафига, “Europium”). Eu – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 63, атом массаси 151,96; СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи). Иккита барқарор изотоплари мавжуд – <sup>151</sup>Eu (47,82%) ва <sup>153</sup>Eu(52,18%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^7$ . Европий француз кимёгарни Э.Демарсе томонидан 1901 йилда кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1,3 \cdot 10^{-4}\%$ . Бошқа СЕЭлари билан биргаликда минералларда – монацит, лопарит, бастнезит, оз миқдорда ксенотим, эвксенит, гадолинит, апатит каби минералларда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Европий – оч қулрангли металл,  $t_{\text{суюқ}} = 826^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = 1440^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $5,259 \text{ кг/см}^3$ , механик қайта ишлашга осон берилувчан.

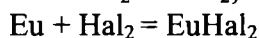
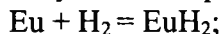


Эжен Демарсе  
(1852-1903)

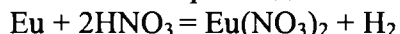
Европий кб.;  $c_p = 0,171^0$ ;  $C_p^0 = 26,8$ ;  $S^0 = 71,1$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ; ;  $p = 0,01^{608}$ ;  $0,1^{702}$ ;  $1^{820}$ ,  
 $100^{1200}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Европий ҳавода секин-аста оксид қавати ва гидратланган карбонатлар билан копланеди, озгина киздирилганда тезда оксидланади. Сув ва минерал кислоталар билан хона ҳароратида таъсирлашади. Галогенлар, азот, водород билан кучсиз киздирилганда таъсирлашади.

Европий водород ва галогенлар билан куйидагича реакцияга киришади:



Сув билан таъсирлашиб, эрувчан бирикма  $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ни ҳосил қилади. Кучли кислородли кислоталар билан деярли осон таъсирлашади:



Ишқорлар билан европий таъсирлашмайди. Бирикмаларда европий икки ва уч валентли бўлади. Унинг кўплаб бирикмалари – одатда оқ рангдан крем рангигача, қизғиш рангли ёки тўқ сарик рангларда бўлади.

Европий (II) оксиди,  $\text{EuO}$  – қизил жигарранг кристаллар кубсимон панжарали,  $t_{\text{суюк.}} = 1980^\circ\text{C}$  атрофида бўлади.  $\text{LiH}$  европийнинг оксигалогенидлари билан таъсирлашиб, вакуумда  $1000^\circ\text{C}$  температурада  $\text{Eu}(\text{OH})_2$  нинг парчаланиши натижасида олинади.

Европий (II) гидроксиди,  $\text{Eu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – сарик рангда, аммо сақлаш натижасида секин-аста оқариб боради. Кўринишига қараб европий (III) оксиди бўлади,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  – рангсиз кристаллар. Барқарор модификациялари: кубсимон панжарали ва моноклин.  $\text{Eu}^{3+}$  тузларини парчалаб (оксалат, сульфат, нитрат ва бош.)  $800-1000^\circ\text{C}$  температурада олинади. Ядро реакторлари керамик қаватлари таркибига киради.

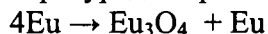
Европий (III) фториди,  $\text{EuF}_3$  – рангсиз кристалл модда. Иккита модификацияси мавжуддир: ромбик ва гексагонал панжарали,  $t_{\text{суюк.}} = 1276^\circ\text{C}$ ;  $\text{EuCl}_3$  нинг газ ҳолатида  $\text{HF}$  билан таъсирлашишидан, европий фтораммоний комплексларнинг  $400-500^\circ\text{C}$  температурада термик парчаланишидан ва бошқа усулларда олинади.

Европий (III) хлориди,  $\text{EuCl}_3$  – рангсиз кристалл, гексагонал панжарали модда.  $\text{Cl}_2$  нинг  $\text{CCl}_4$  ва  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  ёки  $\text{Eu}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  билан  $200-600^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашишидан,  $100^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада хлорлаш орқали олинади. Европийнинг хлор ва бром билан бирикмаларининг ёруғликка сезгирлиги юқори.

**Олиниши.** Европий металли вакуумда  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  ни лантан ёки углерод билан қайтариб ёки  $\text{EuCl}_3$  суюқланмасини электролиз қилиб олинади. Европий оксидини кислород атмосферасида европий металлин киздириб олиш мумкин. Ёки европийнинг оксалатини, нитратини, сульфатини, гидроксидини ёки корбонатини  $800-1000^\circ\text{C}$  температурада термик парчалаб олинади.

Шунингдек, европий (II,III) оксидларини куйидаги усулларда олиш мумкин:

- $\text{EuO}$  ва  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  оксидлар аралашмасини  $900^\circ\text{C}$  температурада инерт муҳитда киздириб;
- $\text{Eu}_2\text{O}_3$  ёки  $\text{Eu}(\text{OH})_3$  ни  $1650^\circ\text{C}$  температурада водород билан қайтариб;
- европий (II) оксидини юқори температурада парчалаб.



Европий металли  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  ни вакуумда лантан билан ёки  $1200^\circ\text{C}$  температурада аргон муҳитида углерод билан қайтариб, шунингдек,  $\text{EuCl}_3$  суюқланмасини электролиз қилиб олинади.

**Бирикмалари.**  $\text{EuO}$ ,  $\text{Eu}_{16}\text{O}_{21}$ ,  $\text{Eu}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  – оксидлари;  $\text{EuS}$  – сульфид;  $\text{EuF}_2$ ,  $\text{EuCl}_2$ ,  $\text{EuBr}_2$ ,  $\text{EuI}_2$  ва бошқа галогенидлари;  $\text{EuH}_2$  гидрид ва  $\text{EuB}_6$  боридлари маълум.

**Ишлатилиши.** Европий ядро энергетикасида нейтронларни ютувчи (европий оксиди, европий гексабориди и боратлар) сифатида ишлатилади. Европий оксиди атом-водород энергетикасида сувни термохимёвий парчалашда ишлатилади.

Европий ионлари лазер нурларини спектрнинг кўриниш соҳасида 0,61 мкм тўлқин узунлигига эга бўлган генерацияси учун ишлатилади (пушти нурлар), шу сабабли европий оксиди қаттиқ корпусли ва нисбатан кенг тарқалган суюқлик лазерлари тайёрлашда ишлатилади.

Европий самарий моносольфиди таркибида легирловчи кўшимча саналади ҳамда легирловчи компонент сифатида олмосга ўхшаш (ўта қаттиқ) углерод нитриди синтезида қўлланилади. Европий силицид юпка қаватлар кўринишида интеграл микроэлектроникада ўз қўлланилишини топди.

Европий монооксиди ва самарий монооксиди қотишмаси юпка қаватлар кўринишида магнитли яримўтказгичли материаллар кўринишида ривожланиб бораётган функционал электроникада қўлланилади.

Европий узлуксиз равишдаги люминифорларнинг таркибий қисми бўлиб, электрон-нурли ва плазмали рангли экранларда қўлланилади. Европий вольфрамат – люминофор, микроэлектроникада ишлатилади.

Европий билан легирланган стронций борати люминифор сифатида қора рангли лампаларда ишлатилади.

Европий катионлари аввалдан тиббиёт диагностикасида флуоросент зонд сифатида ишлатилади. Европийнинг радиофаолизотоплари саратон касаллигининг айрим формаларини даволашда ишлатилади.

Ёруғликка сезувчанлиги юкори бўлганлиги сабабли европийнинг бром, хлор ва йод билан бирикмалари интенсив кўринишда ўрганилмоқда.

Ўзининг сув билан реакциясида кимёвий жихатдан кальций сингари тутати. рН нинг 6 дан паст қийматида европий сувда ион ҳолатида миграцияланиши мумкин. рН нинг юкорироқ қийматида европий қийин эрийдиган ва тегишла равишда нисбатан ҳаракатчан гидроксидлари кўринишида бўлади. Ҳаводаги кислород билан кейинги оксидланиши  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  ҳосил бўлиши билан амалга ошади. Европийнинг максимал кузатилаётган концентрацияси табиатдаги кам минералланган сувларда 1 мкг/л дан кам кўрсаткични ташкил этади (денгиз сувида –  $1,1 \cdot 10^{-6}$  мг/л). Сувнинг сифатига таъсири бундай концентрацияларда сезиларли эмас.

**64. ГАДОЛИНИЙ** (Ю.Гадолин номидан; лот. “Gadolinium”). Gd – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 64, атом массаси 157,25, СЕЭларига тегишли. Еттита барқарор изотоплардан таркиб топган, масса сонлари 152, 154-158, 160. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^7 5d^1$ .



Поль Эмиль Лекок  
де Буабодран  
(1838-1912)

Гадолинийни 1880 йилда швейцариялик кимёгар Ж.Мариньяк ва француз кимёгари П.Э.Лекок де Буабодран томонидан кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $5,4 \cdot 10^{-4}$  %. Гадолиний гадолинит, монацит, бастнезит, ксенот, апатит каби минералларда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Гадолиний – ёрқин кулранг рангли металл,  $t_{\text{суюқ.}} = 1312^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3280^\circ\text{C}$ ;

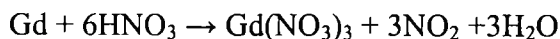


Жан Шарль  
Галиссар де  
Мариньяк  
(1817-1894)

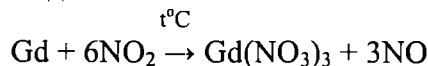
зичлиги  $7,895 \text{ г/см}^3$ . Гадолиний гекс.;  $C_p^\circ = 37$ ;  $S^\circ = 68,2$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 8,8$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 338^{25}$ ; механик қайта ишлашга осон бериледи.

**Кимёвий хоссалари.** Гадолиний ҳавода  $\sim 20^\circ\text{C}$  ҳароратда секин оксидланади,  $100^\circ\text{C}$  ҳароратда тез оксидланади. У минерал кислоталар билан таъсирлашади (фторид кислотадан фаркли равишда), ишқорлар эритмаси билан таъсирлашмайди. Гадолиний водород, азот, галогенлар билан қиздирилганда таъсирлашади.

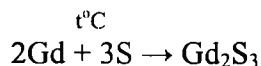
Гадолиний концентранган нитрат кислота эритмаси билан таъсирлашиб, гадолиний (III) нитрати, азот (IV) оксид ва сувни ҳосил қилади.



Гадолиний азот (IV) оксиди билан  $200^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, азот (II) оксиди ва гадолиний (III) нитратини ҳосил қилади.

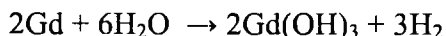


Гадолиний олтингугурт билан  $500\text{-}800^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, гадолиний (III) сульфидни ҳосил қилади.

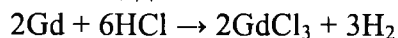


Гадолиний (III) оксиди кальций билан  $1000\text{-}1100^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, кальций оксидини ва гадолинийни ҳосил қилади.

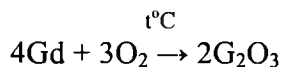
Гадолиний кайнок сув билан таъсирлашиб гадолиний (III) гидроксиди ҳосил бўлиб, водород ажралиб чиқади.



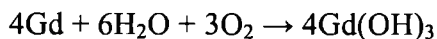
Гадолиний суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, гадолиний (III) хлориди ҳосил бўлиб, водород ажралиб чиқади.



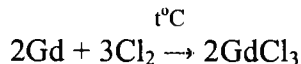
Гадолиний кислород билан  $300^\circ\text{C}$  температурада бирикиб гадолиний (III) оксидни ҳосил қилади.



Гадолиний сув ва кислород билан таъсирлашиб, гадолиний (III) гидроксидини ҳосил қилади.



Гадолиний хлор билан  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, гадолиний (III) хлоридини ҳосил қилади.



**Олиниши.** Гадолиний кальций билан хлоридлари ёки фторидлари ( $\text{GdF}_3$ ,  $\text{GdCl}_3$ )ни қайтариб олади. Гадолиний бирикмалари сийрак ер элементларининг оксидларини фракциялаб ажратиб олади. Моноцитли ва бастенизитли минераллар сульфат кислота ёрдамида очилади.

Сийрак ер элементлари сув билан ювилади, оксалатлар кўринишида чўктирилади, ундан сўнг керакли элементга айланттирувчи реакциялар амалга оширилади. Агарда тоза ва сифатли металл олиш керак бўлса, у ҳолда сувсиз фторидларни кальций металл билан қайтарилади.

СЕЭ таркибли маъданларни қайта ишлашда Gd ва бошқа элементлар Sm, Eu, Tb, Lu ва Y лар билан концентрацияланади, улардан экстракция ва ион алмашиниш усулларида ажратиб олинади.

**Қотишмалари.** Гадолиний Fe, Ni, Co ли магнитли қотишмалар компонентини ҳосил қилади.

**Ишлатилиши.** Гадолинийнинг асосий қўлланилиш соҳаси электроника ва ядро энергетикаси ҳисобланади.

Гадолинийнинг қатор қотишмалари ва асосан кобальт ва темир билан жуда катта маълумот зичлигига эга маълумотлар ташувчи қурилмалар (флешки) тайёрлаш имконини беради. Бундай ҳолат бу қотишмаларда махсус структуралар – цилиндрик магнитдоменлар ҳосил бўлиши билан асосланади, бунда доменлар ўлчами 1 мкм дан кам, ҳозирги замонавий компьютер техникаси учун 1-9 миллиардга, ёки 0,1-1,0 ГБ 1 см<sup>2</sup> кенгликка тўғри келадиган маълумот ташувчилар тайёрлаш имконини беради.

Гадолиний қотишмалари асосан лазер қурилмалари тайёрлашда ишлатилади. Гадолиний ванадати неодим ва тулий ионлари билан биргаликдаги қотишмасидан тиббиётда, металллар ва минералларни лазер нури билан ишлов бериш учун каттик трубкали лазерлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Атом техникасида гадолиний ўзининг иссиқлик нейтронларидан ҳимоялаш учун қўлланилиш имконини топди. Чунки бу элемент барча барқарор элементлар ичида энг кўп нейтронларни ютиш қобилиятига эга. Унинг кесими 49 000 барн га тенг. Шу сабабли, гадолиний ядро реакторларини бошқаришда ва нейтронлардан ҳимоя қилувчи конструкцион қурилмалар тайёрлашда жуда муҳим аҳамиятга эга.

Гадолиний оксиди асосида эмаллар, керамика ва бўёқлар тайёрланиб, улар атом техникасида қўлланилади. Атом реакторини бошқариш учун гадолиний борати талаб этилади.

Гадолиний оксиди иссиқлик нейтронларни ютишда қўлланиладиган шишалар тайёрлашда ишлатилади. Кенг тарқалган бундай шишанинг таркибида бор оксиди – 33 %, кадмий оксиди – 35 %, гадолиний оксиди – 32 % кўшимчалар бўлади.

Кам миқдорда гадолиний илмий тадқиқотларда жуда паст температуралар олишда, масалан, гадолиний сульфати юмшатиш натижасида абсолют нолга яқин температурани 0,0001 К гача пасайтириш имконини беради. Гадолиний сульфати билан бир қаторда унинг хлориди ҳам ишлатилади.

Умумий формуласи RE-123 бўлган, ўта ўтказувчан керамик материаллар тайёрлаш учун асосий компонент ҳисобланади, бу ерда RE СЕЭлари билан белгиланади. Гадолиний асосида юқори температурали ўта ўтказувчан керамиканинг умумий формуласи – GdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-8</sub>, қисқа ҳолатда – GdBCO. Ўта ўтказувчанликка ўтиш температураси – 94 К атрофида. Бу қотишма юқори температурали ўта ўтказувчан керамик материаллар тайёрлашдаги асосий моддалардан биридир.

Гадолиний гексабориди рентген қурилмалари ва кучли электрон пушкалар учун катодлар тайёрлашда ишлатилади.

Гадолиний ионларининг қўзғалган лазер нурлари учун ишлатилиши ультрабинафша диапазон ишлаш имконига эга тўлқин узунлиги 310 нм бўлган лазер қурилмаларини яратиш имконини беради.

Гадолиний-темир қотишмаси жуда катта ҳажмли водород аккумулятори сифатида ишлатилади. Шунга кўра келажакда водородли автомобиллар учун қўлланилиши мумкин.

Гадолиний – 153 тиббиётда нурланиш манбаси сифатида остеопороз диагностикасида қўлланилади. Гадолиний хлориди Купфер тўқималарини блоклашда жигарни даволашда қўлланилади.

Гадолиний ва никель қотишмаси радиофаол чиқиндиларни утилизацияси учун контейнерлар тайёрлашда ишлатилади.

Гадолиний теллуриди нейтронлар кучли оқимида яхши термоэлектрик материал сифатида ишлатилиши мумкин (термо – ЭЮК 220-250 мкВ/К). Гадолиний селениди ажойиб термоэлектрик хоссаларга эга ва энергиянинг радиоизотопли манбаларида истиқболли материал сифатида қўлланилиши мумкин.

Гадолинийнинг озгина миқдори махсус титанли қотишмалар ишлаб чиқаришга сарфланади.

Гадолиний – 148, альфа – емирилишни ўтказадиган (ярим емирилиш даври 93 йил), радиоизотопи хавфсиз термоэлектрогенераторлар учун кучли иссиқлик манбаи сифатида ишлатилади.

**65. ТЕРБИЙ** Тб – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 65, атом массаси 158,9254. Тербий ягона барқарор изотопга эга  $^{159}\text{Tb}$  ва 16 та сунъий олинган радиоактив изотоплари масса сонлари билан 149, 151-158, 160-162. Нисбатан барқарор радиофаол изотоплари:  $^{157}\text{Tb}$  ( $T_{1/2}=1,5 \cdot 10^2$  йил),  $^{158}\text{Tb}$  ( $T_{1/2}=1,2 \cdot 10^3$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^9$ . 1843 йилда швед кимёгари К.Мосандер томонидан кашф этилган.



Карл Густав  
Мосандер  
(1797-1858)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $4,3 \cdot 10^{-4}\%$ , денгиз сувида  $\sim 10^{-7}$  мг/л. Тербий бошқа СЕЭлари каби биргаликда ксенотим, эвксенит, монацит, бастнезит, лопарит, гадолинит ва бошқа минералларда учрайди. Тербий лантаноидлар таркибига киради, у кўп ҳолатларда АҚШ, Қозоғистон, Россия, Украина, Австралия, Бразилия, Ҳиндистон, Скандинавия мамлакатларида учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Тб – кумушсимон рангли металл,  $t_{\text{суюқ}}=1353^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=3041^\circ\text{C}$ , зичлиги  $\alpha\text{-Tb}$   $8,272 \text{ г/см}^3$ ,  $\beta\text{-Tb}$   $8,12 \text{ г/см}^3$ . Тербий гекс.;  $C^\circ_p=28,95$ ;  $S^\circ=73,2$ ;  $\Delta H^\circ=0$ ;  $\Delta G^\circ=0$ ;

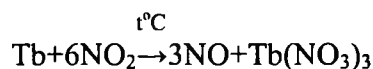
**Кимёвий хоссалари.** Тербий одатдаги температурада сув ва минерал кислоталар билан таъсирлашади. Қиздирилганда – кўплаб кимёвий элементлар билан, лантаноидларга тегишли бўлган бирикмаларни ҳосил қилади. Қиздирилганда тербий оксидланади, оксид қавати билан қопланади.

Тербий углерод билан бирикиб  $\text{Tb}_3\text{C}$ ,  $\text{Tb}_2\text{C}_3$ ,  $\text{TbC}_2$  таркибли карбидларни ҳосил қилади. Водород тербийда эриб,  $\text{TbH}_2$  ва  $\text{TbH}_3$  таркибли гидридларни ҳосил бўлади. Галогенланишувида тригалогенидлар  $\text{TbHal}_3$  ҳосил бўлади, F билан эса  $\text{TbF}_3$  бир қаторда,  $\text{TbF}_4$  ҳам олинади. Тербий фосфиди ҳам  $\text{TbP}$ , нитриди  $\text{TbN}$  ва бориди ҳам кимёда маълум.

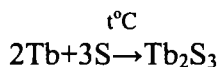
Тербий ҳам даврий жадвалдаги бошқа СЕЭларига хос бўлган хоссаларни намоён қилади.

Тербий – болғаланувчан, эгилувчан металл. Хона ҳароратида деформацияланиши мумкин. Ундан лента, қалин симлар, кабел симлари кўринишидаги ярим маҳсулотлар, олиш учун  $400\text{-}600^\circ\text{C}$  температурада қиздириш ўринлидир, бунда қиздириш ва деформацияни химояловчи атмосферада амалга оширилади.

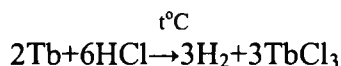
Тербий азот (IV) оксиди билан  $200^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, азот (II) оксиди ва тербий (III) нитратини ҳосил қилади.



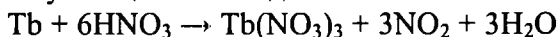
Тербий олтингургурт билан 500-800°C температурада бирикиб, тербий (III) сульфидини ҳосил қилади.



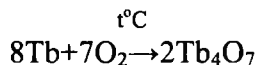
Тербий суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, тербий (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



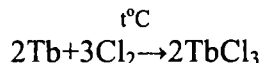
Тербий концентранган нитрат кислотаси эритмаси билан таъсирлашиб, тербий (III) нитратини, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



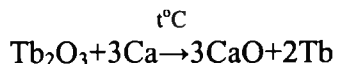
Тербий кислород билан 350°C температура атрофида таъсирлашиб, тетратербий гептаоксидни ҳосил қилади.



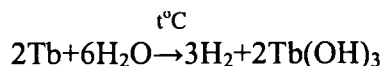
Тербий 300°C температура атрофида хлор билан таъсирлашиб, тербий (III) хлоридини ҳосил қилади.



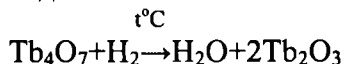
Тербий (III) оксиди кальций билан 1000-1100°C температурада таъсирлашиб, кальций оксиди ва тербийни ҳосил қилади.



Тербий қайноқ сув билан таъсирлашиб, тербий (III) гидрооксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Тетратербий гептаоксиди 400-500°C температурада водород билан таъсирлашади ва тербий (III) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Эркин ҳолатда  $\text{TbF}_3$  ни кальций термик усулда қайтариб олинади. Саноатда кальций термик усулда тербийнинг учта маркаси ТУ 48-4-209-72 бўйича ишлаб чиқарилади. Зарурат бўлганда, олдиндан дистилляцияланган ёки вакуумда суюклантирилган тербийни рекристаллантирувчи ҳолда босим остида сиқилади, кейин монокристаллантирувчи тербий олиш мумкин. Тербий саноатда қуйма кўринишида чиқарилади.

**Ишлатилиши.** Тербий махсус шишалар, магнитли қотишмалар, катализаторлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Лазерли материаллар учун мураккаб оксидли бирикмаларни ўзидан намоён қиладиган, шу жумладан, итрий ортоалюминати  $\text{YAlO}_3$  лар учун, тербийни легирловчи компонент сифатида ишлатиш таклиф қилинган.

Нейтронли майдонларни анализ қилишга мўлжалланган, нейтронфаол детекторлар тайёрлаш учун тербий компонент сифатида ишлатилиши мумкин.

Тербий-темир қотишмаси – замонавий техникада энг яхши магнитконструкция материал (асосан унинг монокристаллари) сифатида ишлатилади. Монокристалл тербий-кобальт қотишмаси абсолют нолга яқин температураларда самарий-кобальт ёки темир-неодим-бор қотишмасига караганда 5-7 марта юқори энг зўр магнитоқаттиқ материал саналади (408 кДж/метр). Демак, бундай таққослаш магнитоқаттиқ материаллар синтез учун катта захира борлиги ҳақида хулоса қилиш имконини беради.

Тербий теллуриди – яхши термоэлектрик материал, таннархи паст бўлган ҳолатда тербий термоэлектрогенераторлар ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин (термо-ЭЮК 160-170 мкВ/К).

Тербийвольфраматни электроникада люминфор сифатида ҳар доим ишлатилади ва ишлаб чиқарилишига эҳтиёж юқори.

Тербийнинг гадолиний билан қотишмаси магнитли совутгичларни конструкциялашда муҳим аҳамиятга эга. Унинг оксиди юқори самарадор оксидланиш катализатори сифатида ишлатилади.

Тербий фториди церий, иттрий фториди билан биргаликда микроэлектроникада кремнийга ёритгувчи қаватлар сифатида ишлатилади.

Охириги йилларда компьютерлар ишлаб чиқаришда тербий феррити катта аҳамият касб этиб келмоқда.

**66. ДИСПРОЗИЙ** (грек. “dysprositos” – “кийин топилувчан”; лат. “Dysprosium”). Dy – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи; СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг иттрий гуруҳи), тартиб рақами 66, атом массаси 162,50. 7 та барқарор изотоплари мавжуд:  $^{156}\text{Dy}$ ,  $^{158}\text{Dy}$ ,  $^{160}\text{Dy}$ ,  $^{161}\text{Dy}$ ,  $^{162}\text{Dy}$ ,  $^{163}\text{Dy}$  ва  $^{164}\text{Dy}$ . Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{10}$ .



Поль Эмиль Леккок де Буабодран (1838-1912)

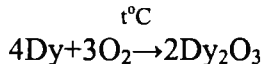
1886 йилда француз кимёгари П.Э.Леккок де Буабодран томонидан кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $5 \cdot 10^4$  %; Диспрозий бошқа СЕЭлари билан биргаликда гадолинит, ксенотим, оз миқдорда – монацит, апатит, бастнезит минералларида учрайди.

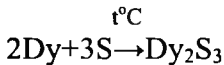
**Физикавий хоссалари.** Диспрозий – ёрқин кулранг рангли металл.  $t_{\text{суюқ.}} = 1409^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 2587^\circ\text{C}$ , зичлиги  $8,660 \text{ г/см}^3$ . Диспрозий гекс.;  $C_p^\circ = 28$ ;  $S^\circ = 74,9$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ; Механик қайта ишлашга осон берилади.

**Кимёвий хоссалари.** Диспрозий ҳавода  $\sim 20^\circ\text{C}$  температурада секин-аста оксидланади,  $100^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада тез, минерал кислоталар билан таъсирлашади (HF дан ташқари), Dy (III) тузларини ҳосил қилади, ишқорлар эритмаси билан таъсирлашмайди. Қиздирилганда азот, водород, хлор, бром ва йодлар билан жадал, фтор билан  $530^\circ\text{C}$  температурада ҳам секин таъсирлашади.

Диспрозий  $300^\circ\text{C}$  температурада кислород билан таъсирлашади ва диспрозий (III) оксидини ҳосил қилади.

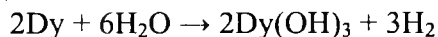


Диспрозий  $500-800^\circ\text{C}$  температурада олтингугурт билан таъсирлашиб, диспрозий (III) сульфидини ҳосил қилади.

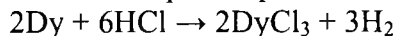




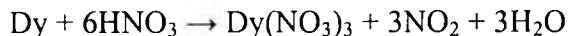
Диспрозий қайноқ сув билан таъсирлашади ва диспрозий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



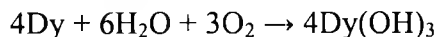
Диспрозий хлорид кислотасининг суолтирилган эритмаси билан таъсирлашади ва диспрозий (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



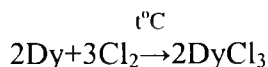
Диспрозий концентрланган нитрат кислотаси билан таъсирлашади ва диспрозий (III) нитратни, азот (IV) оксидини ва сувни ҳосил қилади.



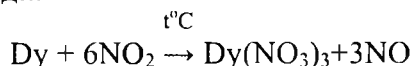
Диспрозий сув ва кислород билан таъсирлашиб, диспрозий (III) гидроксидни ҳосил қилади.



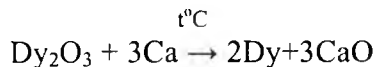
Диспрозий 300°C температура атрофида бирикиб хлор билан диспрозий (III) хлоридни ҳосил қилади.



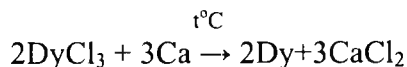
Диспрозий 200°C температурада азот (IV) оксиди билан бирикади, азот (II) оксидини ва диспрозий (III) нитратини ҳосил қилади.



Диспрозий (III) оксиди кальций билан 1000-1100°C температурада бирикади, кальций оксиди ва диспрозийни ҳосил қилади.



Диспрозий (III) хлориди кальций билан 550-850°C температурада таъсирлашади, кальций хлоридини ва диспрозийни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Диспрозий олиш учун  $\text{DyCl}_3$  ёки  $\text{DyF}_3$  лар кальций, натрий ва литий билан қайтарилиб олинади.

**Бирикмалари.**  $\text{Dy}_2\text{O}_3$  – оксид;  $\text{Dy}_2\text{S}_3$  – сульфид;  $\text{Dy}_3\text{C}$ ,  $\text{Dy}_2\text{C}_3$ ,  $\text{DyC}_2$  – карбидлари;  $\text{DyH}_2$ - гидрид.

**Ишлатилиши.** Диспрозий фольгаси нурланган материалларнинг нейтронли радиографиясида,  $\text{DyI}_3$ -кўча, стадион ёритгич лампаларини тайёрлашда,  $\text{Dy}_2\text{O}_3$  – люминофорлар компоненти сифатида кизил нурланишда, махсус шишаларда ишлатилади.

Диспрозий рухли қотишмалар тайёрлаш учун жуда яхши легирловчи компонент бўлиб хизмат қилади. Диспрозийни цирконийга қўшилиши унинг технологик хоссаларини кескин яхшилади (аммо иссиқлик нейтронлари ушланиш кесимини оширади). Чунки диспрозий билан легирланган цирконий қотишмаси босим билан қайта ишлашга осон берилади

(прутларни пресслаш). Диспрозий ионлари тиббиёт лазерларида анчадан бери ишлатилади (тўлқин узунлиги – 2,36 мкм).

Диспрозий самарадор катализатор сифатида ишлатилади. Диспрозий атом техникасида (бориди, борати, оксиди, гафнати) фаол суръатда нейтронларни тўпловчи материал сифатида (копламалар, эмал, бўёк, бошқарув стерженлари), тўпланиш кесими табиатдаги изотоплар аралашмасини 930 барн атрофида, энг фаол табиатдаги изотоплар аралашмасида диспрозий-161 (585 барн) ва диспрозий-164 (2700 барн) ҳисобланади. Гигант даражадаги магнострикцион эффектга эга. Диспрозий-темир котишмаси поликристалл ҳолатида асосан монокристалл кўринишда кучли магнитофрикцион материал сифатида қўлланилади. Диспрозий ортоферрити электроникада ўзининг чекланган қўлланилишига эга. Диспрозий оксиди ўта кучли қувватли магнитлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Диспрозий спектори қуёш нурларига яқин бўлган металлгалогенли ёритгич лампалари ишлаб чиқаришда ишлатилади.

**67. ГОЛЬМИЙ.** (лот. “Holmia” – Стокгольм; лот. “Holmium”). Но –кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 67, атом массаси 164,9304; СЕЭларига тегишли. Табиатда ягона барқарор изотопи мавжуд:  $^{165}\text{Ho}$ . Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^1$ .

Ушбу кимёвий элемент 1879 йилда швед кимёгари П.Клеве томонидан кашф этилган.

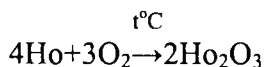
**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1,3 \cdot 10^{-4}\%$ . Бошқа СЕЭлари билан биргаликда монацит, бастнезит, эвкснит, апатит, гадолинит каби минералларда учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Гольмий оч кулранг металл.  $t_{\text{суюқ}} = 1470^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 2707^\circ\text{C}$ , зичлиги  $8,800 \text{ г/см}^3$ . Гольмий гекс.;  $c_p = 0,164^0$ ;  $C_p^0 = 27$ ;  $S^0 = 74,9$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ; Ферромагнит металл. Механик қайта ишлашга осон берилувчан.

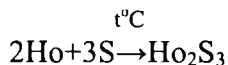


**Кимёвий хоссалари.** Гольмий ҳавода  $\sim 20^\circ\text{C}$  ҳароратда секин-аста,  $100^\circ\text{C}$  температурадан, юқори температурада эса жадал суръатда оксидланади. Минерал кислоталар билан таъсирлашиб (фторид кислотасидан ташқари),  $\text{Ho}^{3+}$  тузларини ҳосил қилади, ишқорлар эритмаси билан таъсирлашмайди. Қиздирилганда азот, водород, хлор, бром ва йодлар билан жадал таъсирлашади. Гольмий –  $\text{F}_2$  билан ва ҳатто  $520^\circ\text{C}$  температурада ҳам секин реакцияга киришади.

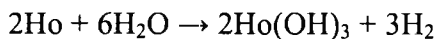
Гольмий  $300^\circ\text{C}$  температурада кислород билан таъсирлашади ва гольмий (III) оксидини ҳосил қилади.



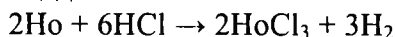
Гольмий  $500\text{-}800^\circ\text{C}$  температурада олтингургурт билан бирлашиб, гольмий (III) сульфидини ҳосил қилади.



Гольмий қайноқ сув билан таъсирлашиб, гольмий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Гольмий суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, гольмий (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



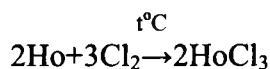
Гольмий концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, гольмий (III) нитрати, азот (IV) оксиди ва сув ҳосил бўлади.



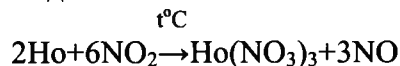
Гольмий сув ва кислород билан таъсирлашади ва гольмий (III) гидроксидни ҳосил қилади.



Гольмий хлор билан 300°C температура атропофида таъсирлашиб, гольмий (III) хлоридни ҳосил қилади.

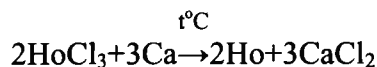


Гольмий 200°C температурада азот (IV) оксиди билан таъсирлашади ва гольмий (III) нитрати ва азот (II) оксидини ҳосил қилади.

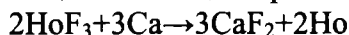


Гольмий (III) оксиди 1000-1100°C температурада кальций билан таъсирлашиб кальций оксиди ва гольмийни ҳосил қилади.

Гольмий (III) хлориди 550-850°C температурада кальций билан таъсирлашади, кальций хлориди ва гольмий ҳосил бўлади.



**Олиниши.** Гольмий фториди кальций билан қайтариб олинади.



**Қотишмалари.** Айрим магнитли қотишмалар гольмийнинг компоненти ҳисобланади.

**Ишлатилиши.** Бирикмалар кўринишида чекланган миқдорда махсус шишалар ишлаб чиқаришда, люминифорлар фаолатори ва микроэлектрониканинг айрим материалларини тайёрлашда ишлатилади.



Карл Густав  
Мосандер  
(1797-1858)

Ўта кучли магнит майдонларини олишда, яъни юқори тозаликдаги гольмий ўта кучли магнит майдонларини тайёрлашда магнитларнинг қутбли пойнақларини тайёрлашда ишлатилади. Бу мақсадда гольмийнинг эрбий билан қотишмаси муҳим аҳамият касб этади. Гольмийнинг радиофаол изотопи – гольмий-166 аналитик кимёда радиофаол индикатор сифатида ишлатилади.

Гольмийнинг алюминий қотишмаларига қўшилиши ундаги газлар сифимини бирдан камайтиради. Гольмий борати атом техникада ишлатилади.

**68. ЭРБИЙ.** Ер – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи; СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 68, атом массаси 167,26. Табиий эрбийни қуйидаги изотоплари мавжуд:  $^{162}\text{Er}$  (0,136%),  $^{164}\text{Er}$  (1,56%),  $^{166}\text{Er}$  (33,41%),  $^{167}\text{Er}$  (22,94%),  $^{168}\text{Er}$  (27,07%),  $^{170}\text{Er}$  (14,88%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{12}$ .

Сунъий равишда радиофаол изотоплари  $^{169}\text{Er}$  ( $T_{1/2} = 9,6$  сутка),  $^{172}\text{Er}$  ( $T_{1/2} = 49,5$  соат) олинган.

1843 йилда швед кимёгари К.Мосандер томонидан кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Эрбийнинг ер қобигидаги масса бўйича миқдори  $4-6 \cdot 10^{-4}\%$ . Эрбий асосан ксенотим ва эвксенит минералларида учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Эрбий кумуш рангли металл,  $t_{\text{суюк.}}=1522^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}}=2857^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $9,045 \text{ г/см}^3$ . Эрбий гекс.;  $C_p^{\circ}=28,12$ ;  $S^{\circ}=73,2$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;

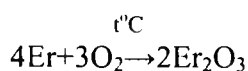
Эрбий юкори кўрсаткичли магниткристалли анизотропия ва магнитострикция хоссалари билан характерланади.

**Кимёвий хоссалари.** Эрбий бошқа лантаноидлар каби кимёвий фаол элемент. Ҳавода оксидланади, сувда ва кислоталарда эрийди, киздирилганда кўплаб металл ва металлмаслар билан таъсирлашади.

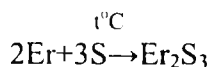
Эрбий галогенлар билан тригалогенидларни –  $\text{ErF}_3$ ,  $\text{ErCl}_3$ ,  $\text{ErBr}_3$ ,  $\text{ErI}_3$ . Углерод билан эса  $\text{Er}_2\text{C}$ ,  $\text{Er}_3\text{C}$ ,  $\text{Er}_2\text{C}_3$ ,  $\text{ErC}_2$  таркибли карбидларни ҳосил қилади.

Эрбий водород билан фаол таъсирлашди,  $\text{ErH}_2$  ва  $\text{ErH}_3$  таркибли гидридларни ҳосил қилади.

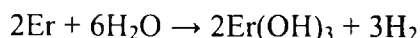
Эрбий  $300^{\circ}\text{C}$  температурада ҳаводаги кислород билан бирикиб, эрбий (III) оксидини ҳосил қилади.



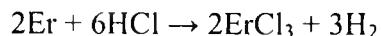
Эрбий  $500\text{-}800^{\circ}\text{C}$  температурада олтингугурт билан бирикади ва эрбий (III) сульфидини ҳосил қилади.



Эрбий кайнок сув билан таъсирлашиб, эрбий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



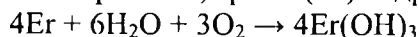
Эрбий суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, эрбий (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



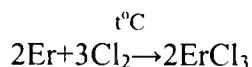
Эрбий концентрланган нитрат кислотаси билан таъсирлашади, эрбий (III) нитрати, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



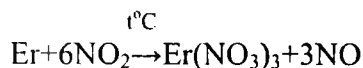
Эрбий кислород ва сув билан таъсирлашиб, эрбий (III) гидроксидини ҳосил қилади.



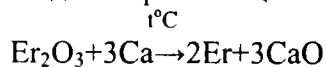
Эрбий  $300^{\circ}\text{C}$  температура атрофида хлор билан таъсирлашиб, эрбий (III) хлоридни ҳосил қилади.



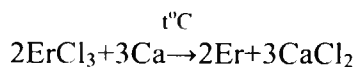
Эрбий  $200^{\circ}\text{C}$  температурада азот (IV) оксиди билан таъсирлашиб, азот (II) оксиди ва эрбий (III) нитратни ҳосил қилади.



Эрбий (III) оксиди  $1000 - 1100^{\circ}\text{C}$  температурада кальций билан реакцияга киришиб, кальций оксиди ва эрбийни ҳосил қилади.



Эрбий (III) хлориди  $550 - 850^{\circ}\text{C}$  температурада кальций билан таъсирлашиб, кальций хлориди ва эрбийни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Эрбий фторидни кальций термик усулда қайтариш натижасида эркин ҳолда ажратиб олинади. Кальций термик усулда эрбий ТШ 48-4-212-72 техник шарт бўйича уч хил маркада ЭрМ-1, ЭрМ-2, ЭрМ-3 ишлаб чиқарилади. Эрбий кўп марта дистилляция, электрон нур ёрдамида эритиш ва кейинчалик қайта кристаллаш орқали 99,9% тозаликдаги эрбий олинади. Эрбий эритилиб, сўнг куйма қолипларга куйилади.

**Ишлатилиши.** Эрбий ферритлар саноатида, бошқарув элементлари, инфрақизил нурларни ютадиган шишалар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Эрбийнинг асосий қўлланилиш соҳаларидан бири унинг оксид (айрим ҳолатларда борат) кўринишида атом техникасида қўлланилишидир. Чунки, масалан, эрбий оксиди ва уран оксид билан аралашмаси атом реакторларининг ишини кескин яхшилаш имконини беради, уларда энергия тақсимланиши, техник-иктисодий кўрсаткичларни ва, энг асосийси, реакторларнинг хавфсиз ишлашини таъминлайди.

Эрбий оксиди монокристалллари юқори самарадор лазер материаллари сифатида қўлланилади.

Эрбий оксидини кварцли суюқланмаларга кўшиб, узок масофаларда ишлайдиган оптик толали кабеллар ишлаб чиқаришда қўлланилади (ЭЛТ– эрбий билан легирланган тола). Эрбий билан легирланган оптик тола, бир хил тўлқин узунлигига эга бўлган нурни ютиш ва уни битта тўлқинда юбориш қобилиятига эга. Ташқи яримўтказгичли лазер тўлқин узунлиги 980 ёки 1480 нм бўлган толага инфрақизил нурларни юборади, эрбий атомлари бунда кўзгалувчан ҳолатга ўтади. У толага 1530 дан 1620 нм гача бўлган оптик сигнал етиб борса, эрбийнинг кўзгалган атомлари кириш сигнали каби ўша тўлқин узунлиги бўйлаб сигнални таркатади.



Пьер Теодор Клеве  
(1840-1905)

**69. ТУЛИЙ.** Тm – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, СЕЭларига тегишли (лантаноидларнинг церийли гуруҳи), тартиб рақами 69, атом массаси 168,9342. Тулийнинг табиатда ягона барқарор изотопи мавжуд:  $^{169}\text{Tm}$ . Тулийнинг нисбатан кенг тарқалган радиофаол изотоплари масса сонлари билан 165-168, 170-172 маълум. Нисбатан энг узок яшайдиган  $^{171}\text{Tm}$  ( $T_{1/2} = 1,92$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{13}$ .

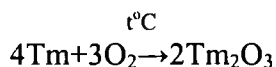
У 1879 йилда швед кимёгари П.Клеве томонидан кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Тулийнинг ер қобиғида масса бўйича миқдори  $8 \cdot 10^{-5}$  %. У асосан ксенотим ва эвксенит минераллари таркибида учрайди.

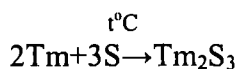
**Физикавий хоссалари.** Тулий – кумуш рангли металл,  $t_{\text{суюқ}} = 1545^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 1947^\circ\text{C}$ , зичлиги  $9,314 \text{ г/см}^3$ . Тулий гекс.;  $C_p^\circ = 26,98$ ;  $S^\circ = 71,5$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ; Тулий юқори кўрсаткичдаги магнитокристалл анизотропия ва магнитострикция билан характерланади. Тулий механик қайта ишловга осон берилади.

**Кимёвий хоссалари.** Тулий кимёвий фаол элемент. Ҳавода оксидланади ва ўзининг кимёвий хоссаларига кўра СЕЭларига ўхшаш.  $200^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада кўплаб металл ва металлмаслар билан таъсирлашади. Тулий углерод билан таъсирлашиб  $\text{Tm}_3\text{C}$ ,  $\text{Tm}_2\text{C}_3$ ,  $\text{TmC}_2$  таркибли карбидларни, водородни эритиб  $\text{TmH}_4$  ва  $\text{TmH}_3$  таркибли гидридларни ҳосил қилади. Тулий нитриди  $\text{TmN}$  ва фосфида  $\text{TmP}$  ҳамда боридлари маълум. Тулий галогенлар билан таъсирлашиб,  $\text{TmF}_3$ ,  $\text{TmCl}_3$ ,  $\text{TmBr}_3$ ,  $\text{TmI}_3$  таркибли галогенидларни ҳосил қилади. Тулий симоб билан амальгама ҳосил қилмайди.

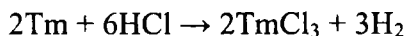
Тулий  $300^\circ\text{C}$  температурада ҳаводаги кислород билан таъсирлашиб, тулий (III) оксидни ҳосил қилади.



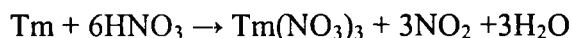
Тулий 500 – 800°C температурада олтингургурт билан таъсирлашиб тулий (III) сульфидини ҳосил қилади.



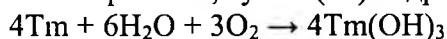
Тулий суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, тулий (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



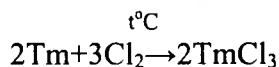
Тулий концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, тулий (III) нитрати, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



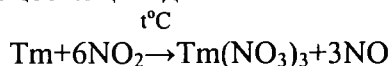
Тулий сув ва кислород билан таъсирлашиб, тулий (III) гидроксидини ҳосил қилади.



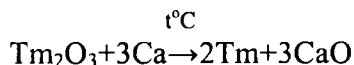
Тулий 300°C температура атрофида хлор билан таъсирлашиб, тулий (III) хлоридини ҳосил қилади.



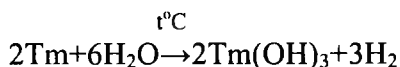
Тулий 200°C температурагача қиздирилганда азот (IV) оксиди билан таъсирлашиб, азот (II) оксиди ва тулий (III) нитратини ҳосил қилади.



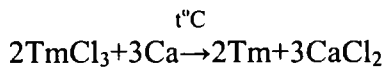
Тулий (III) оксиди 1000 – 1100°C температурада кальций билан таъсирлашиб, кальций оксиди ва тулийни ҳосил қилади.



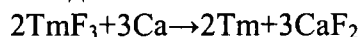
Тулий қайноқ сув билан таъсирлашиб, тулий (III) гидро оксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Тулий (III) хлориди кальций билан 550 – 850°C температурада таъсирлашиб, кальций хлориди ва тулийни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Эркин ҳолдаги тулий  $\text{Tm}_2\text{O}_3$  ни 1000-1500°C температурада лантан билан қайтариб олинади, кейин дистилляция орқали тозаланади. Тулий лантанотермик усулда техник шарт бўйича ТШ 48-4-213-72 уч хил маркада ТуМ-1, ТуМ-2, ТуМ-3 слиткалар кўринишида ишлаб чиқарилади. Тулий металлотермик усулда трифторид тулийни кальций метали ёрдамида қайтариш орқали олинади.



**Ишлатилиши.** Катодальюминофорлар ишлаб чиқаришда, электротехника ва радиоэлектроникада ишлатилади.  $^{170}\text{Tm}$  изотопи портативрентгено-чакнайдиған приборларда ва металллар дефектоскопиясида қўлланилади. Бундан ташқари феррогранатлар, маълумот ташувчилар тайёрлашда қўлланилади.

Тулий ионлари 1,91 мкм тўлқин узунлигига эга бўлган инфрақизил нурларнинг

генерациясида ишлатилади. Бундан ташқари, металл ҳолидаги тулий буғлари ростланадиган тўлқин узунлигига эга бўлган лазер нурларини кўзгатишда ишлатилади.

Тулий монотеллуриди жуда юкори термо-ЭЮКга (700 мкВ/К), ва ФИК термоэлектроўзгартиргич қийматига эга. Шунинг учун унинг асосида термоэлементлар тайёрланади. Тулий теллуриди кўргошин теллуридининг яримўтказгич хоссаларини бошқаришда модификатор сифатида ишлатилади. Тулий борати атом техникасида махсус эмал сифатида қўлланилади.

Тулий биологик жиҳатдан ҳеч қандай аҳамият касб этмайди, бироқ унинг моддалар алмашинувини стимуляция қилиши маълум. Тулийнинг эрувчан ва эримайдиган тузлари кам захарли моддалар ҳисобланади. Элемент ўсимликлар томонидан деярли ўзлаштирилмайди ва шунга кўра овқат занжирига тушмайди. Тулийнинг ўсимликлардаги ўртача миқдори бир тонна қуруқ массага 1 мг тўғрига келади.



Жан Шарль  
Галиссарде  
Мариньяк  
(11817-1894)

**70. ИТТЕРБИЙ** (Иттербийю кишлоғининг номидан олинган, Ytterby Швсцияда, лот. “Ytterbium”). Yb – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 70, атом массаси 173,04, СЕЭларига тегишли (иттрий гуруҳи). Табиатда иттербийнинг 7 та барқарор изотопи мавжуд:  $^{168}\text{Yb}$ (0,14%),  $^{170}\text{Yb}$ (3,03%),  $^{171}\text{Yb}$ (14,31%),  $^{172}\text{Yb}$ (21,82%),  $^{173}\text{Yb}$ (16,13%),  $^{174}\text{Yb}$ (31,84%) ва  $^{176}\text{Yb}$ (12,73%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14}$ .

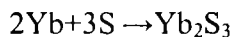
Иттербий 1878 йилда швейцар кимёғари Ж.Мариньяк томонидан иттербийли «ер» –  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  кўринишида кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $3,3 \cdot 10^{-5}$  %. Иттербий бошқа СЕЭлари билан бастансит, монацит, фергюсонит, ксенотим, гадолинит, галенит, эвксенит минералларида учрайди.

**Физикавий хоссалари.** Yb – оч қулрангли металл.  $t_{\text{суюқ.}} = 821^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 1211^\circ\text{C}$ , зичлиги  $7,02 \text{ г/см}^3$ . Иттербий кб.;  $C_p^\circ = 25,1$ ;  $S^\circ = 62,76$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $p = 0,01^{557}$ ;  $0,1^{647}$ ;  $1^{759}$ ;  $10^{1121}$ ;  $100^{1387}$ .

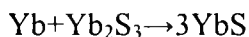
Механик қайта ишлашга осон берилади.

**Кимёвий хоссалари.** Иттербий олтингугурт билан  $500-800^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб иттербий (III) сульфидини ҳосил қилади.

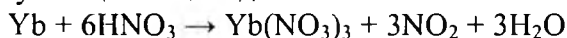


Иттербий элементи иттербий (III) - сульфид билан  $600-1100^\circ\text{C}$  да таъсирлашиб, иттербий (II) - сульфид ҳосил қилади.

$t^\circ\text{C}$

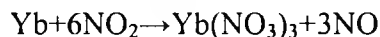


Иттербий концентранган нитрат кислотаси билан таъсирлашиб, иттербий (III) нитрати, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.

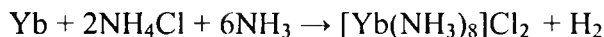


Иттербий азот (IV) оксиди билан  $200^\circ\text{C}$  температурагача киздирилганда таъсирлашиб, азот (II) оксиди ва иттербий (III) нитратини ҳосил қилади.

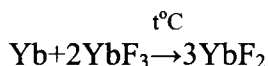
$t^\circ\text{C}$



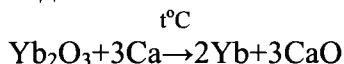
Иттербий аммоний хлориди ва суюқ аммиак билан  $-78^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашиб, окта амминит тербий (II) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



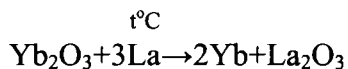
Иттербий, иттербий (III) фториди билан 700°C температура атропоиди таъсирлашиб, иттербий (II) фторидини ҳосил қилади.



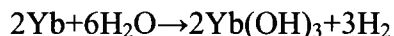
Иттербий (III) оксиди кальций билан 1000 – 1100°C температурада таъсирлашиб, кальций оксиди ва иттербий ҳосил қилади.



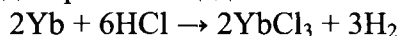
Иттербий (III) оксиди лантан билан таъсирлашиб, лантан (III) оксиди ва иттербий ҳосил қилади.



Иттербий қайноқ сув билан таъсирлашиб, иттербий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади



Иттербий суялтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашиб, иттербий (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Иттербий ҳавода секин, 400°C температурадан юқори температурада тез оксидланади ҳамда оксид ва карбонат аралашмасини ҳосил қилади.

Минерал кислоталар билан хона ҳароратида таъсирлашади, қиздирилганда эса галогенлар билан реакцияга киришади.

**Олиниши.** Металл ҳолидаги иттербий  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  ни лантан, углерод ёрдамида қайтариш орқали ёки лантан хлорид суюқланмасини электролиз қилиш орқали олинади. У вакуумда ҳайдаш орқали тозаланади.

**Бирикмалари.**  $\text{YbF}_3$ ,  $\text{YbF}_2$ ,  $\text{YbCl}_2$ ,  $\text{YbBr}_2$  ва бошқа галогенли бирикмалари,  $\text{YbO}$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  оксидлари,  $\text{Yb}_3\text{C}$ ,  $\text{Yb}_2\text{C}_3$ ,  $\text{YbC}_2$  карбидлари,  $\text{YbH}_2$ ,  $\text{YbN}$ ,  $\text{YbP}$ ,  $\text{YbB}_6$  каби бирикмалари маълум.

**Ишлатилиши.** Иттербий бирикмалари этилен-диаминтетра сирка кислотаси билан тоза препаратларни ионалмашиниш хроматографияси ва трибутилфосфат билан экстракция қилиш орқали олинади.  $\text{Yb}$  бошқа СЕЭлари билан аралашмада пўлатни кислоталовчи ва модификатор сифатида қўлланилади.



Урбен Жорж  
(1872-1938)

Иттербий ионлари 1,06÷1,07 мкм тўлқин узунлигига эга бўлган инфракизил нурларнинг генерациясида ишлатилади. Иттербий оксиди кучли, қувватли, толали лазерлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Гольмий ионлари билан легирланган иттербий, кучли ва технологик лазер материали сифатида ишлатилади.

Иттербий монотеллуриди истиқболли термоэлектрик материал ҳисобланади (термо-ЭЮК 680 мкВ/К). Иттербий асосида турли хил магнит қотишмалар тайёрланади. Иттербий борати атом техникасида махсус эмал ва шишалар тайёрлашда қўлланилади. Иттербий оксиди кремнийли МДП-структурали диэлектрик материаллар олишда қўлланилади.

**71. ЛЮТЕЦИЙ** (лот. “Lutetia Parisiorum” ёки “Lutetia” – “Лютеция”, паризимвларни Чаллс қабиласи бош шаҳри номи, Париж; лат. “Lutetium”). Lu – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 71, атом массаси 174,967; СЕЭларига тегишли. Табиатда Lu иккита барқарор изотопдан таркиб топган  $^{175}\text{Lu}$



(97,40%) ва  $^{176}\text{Lu}$ (2,6%). Радиофаол изотопи  $^{176}\text{Lu}$  ( $T_{1/2} = 2,4 \cdot 10^{10}$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^1$ .

Лютеций 1907 йилда француз кимёгари Ж.Урбен томонидан кашф этил

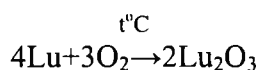
**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $8 \cdot 10^{-3}$  %. Лютеций бошқа СЕЭлари билан ксенотим, фергюсонит, эвксенит, иттрий ва бошқа минералларда учрайди. Асосий саноат минераллари – ксенотим, эвксенит, бастнезитлар ҳисобланади.

**Физикавий хоссалари.** Лютеций – кумушсимон оқ рангли металл.  $t_{\text{суюқ.}} = 1663^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3315^\circ\text{C}$ , рентген зичлиги  $9,85 \text{ г/см}^3$ . Лютеций гекс.;  $C_p^0 = 27,0$ ;  $S^0 = 49,4$ ;  $\Delta H^0 = 0$ ;  $\Delta G^0 = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 18,8$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 322^{25}$ ;  $\rho = 0,01^{451}$ ;  $0,1^{1287}$ ;  $1^{1453}$ ;  $10^{1649}$ ;  $100^{1938}$ ;

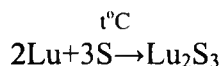
**Кимёвий хоссалари.** Ҳавода мустақкам оксид қавати билан копланди,  $400^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда оксидланади. Нисбатан юқори температураларда галогенлар, S ва бошқа металлмаслар билан таъсирлашади. Минерал кислоталар билан ҳам таъсирлашади. Лютеций ноорганик кислоталар билан таъсирлашиб, тегишли тузларни ҳосил қилади. Лютецийнинг сувда эрийдиган тузлари (хлорид, сульфат, ацетат, нитрат)ни буғлатиш натижасида кристаллогидратлар ҳосил бўлади.

Лютецийнинг сувда эрийдиган тузлари фторид кислотаси билан таъсирлашса, жуда оз эрийдиган ва  $\text{LuF}_3$  чўкма ҳосил бўлади. Бу моддани лютеций оксиди  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  ни газ ҳолатидаги фтор ёки водородфторид билан таъсирлаштириб олинади.

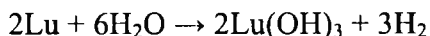
Лютецийнинг гидроксиди унинг сувда эрийдиган тузларини гидролизи натижасида олинади. Лютеций  $400^\circ\text{C}$  температурада кислород билан таъсирлашиб, лютеций (III) оксидини ҳосил қилади.



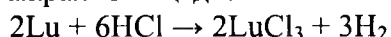
Лютеций  $500 - 800^\circ\text{C}$  температурада олтингугурт билан таъсирлашиб, лютеций (III) сульфидини ҳосил қилади.



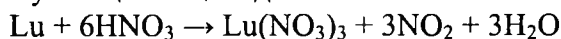
Лютеций қайноқ сув билан таъсирлашиб, лютеций (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



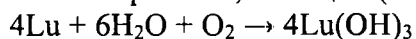
Лютеций суюлтирилган хлорид кислотаси билан таъсирлашади ва лютеций (III) хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



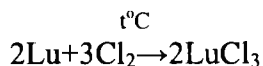
Лютеций концентрланган нитрат кислотаси билан таъсирлашади ва лютеций (III) нитратни, азот (IV) оксиди ва сувни ҳосил қилади.



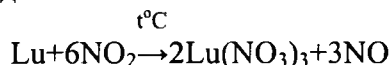
Лютеций сув ва кислород билан таъсирлашиб, лютеций (III) гидроксидни ҳосил қилади.



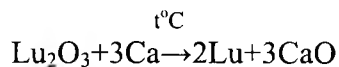
Лютеций  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида хлор билан бирикиб, лютеций (III) хлоридни ҳосил қилади.



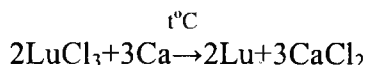
Лютеций  $200^\circ\text{C}$  температурада азот (IV) оксиди билан бирикади ва азот (II) оксидини ва лютеций (III) нитратини ҳосил қилади.



1000 – 1100°C температурада лютеций (III) оксиди кальций билан бирикади, кальций оксиди ва лютецийни ҳосил қилади.



Лютеций (III) хлориди 550-850°C температурада кальций билан таъсирлашади, кальций хлоридини ва лютецийни ҳосил қилади.



**Олиниши.** Минераллардан ажратилган СЕЭлари аралашмасини қайта ишлаш натижасида лютеций СЕЭларининг оғир фракциясидан ажратиб олинади. СЕЭларидан лютеций экстракция ёки ион алмашилиш реакциялари орқали амалга оширилади. Металл лютеций  $\text{LuF}_3$  ни кальций билан қайтариш орқали олинади.

**Бирикмалари.**  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  оксиди,  $\text{Lu}_3\text{C}$ ,  $\text{Lu}_2\text{C}_3$ ,  $\text{LuC}_2$  таркибли карбидлари,  $\text{LuH}_2$ ,  $\text{LuH}_3$  таркибли гидридлари,  $\text{LuN}$  нитриди ва бошқа бирикмалари маълум.

**Ишлатилиши.** Катализаторлар ва люминофорлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Лютеций билан допирланган феррогранатлар, (масалан, гадолиний-галлийли гранат), ЦМД да (цилиндрли магнитли доменларда) маълумотлар ташувчиларни ишлаб чиқаришда ишлатилади. Лютеций ионлари лазер нурлари генерацияси учун ишлатилади. Лютеций скандати, лютеций галлати, лютеций алюминати, гольмий ёки тулий билан легирланганда, 2,69 мкм тўлқин узунлигидаги нурларни генерация қилади, неодим ионлари билан - 1,06 мкм ва ҳарбий кўрсатма ва тиббиёт учун кучли лазерлар ишлаб чиқаришда ажойиб материал ҳисобланади.

Лютеций-темир-алюминий ва лютеций-темир-кремний системалар асосидаги қотишмалари жуда кучли доимий магнит хоссаларига, яъни юқори магнит энергиясига, хоссаларнинг барқарорлигига ва юқори Кюри нуқтасига эга, аммо лютеций таннархининг юқорилиги унинг қўлланилиш чегарасини камайтиради, у фақат жуда зарур соҳаларда-маҳсус тадқиқотлар, космос ва бошқа соҳаларда қўлланилади.

Лютеций оксиди кичик ҳажмли бўлганлиги учун атом техникасида нейтронларни ютувчи сифатида ҳамда фаоллаштирувчи детектор сифатида хизмат қилади. Монокристалл ҳолидаги лютеций силикати ( $\text{LuSiO}_3$ ) церий билан допирланганда, жуда яхши сцинтиллятор ҳисобланади. Шу сабабли у ядро физикасида, элементар заррачалар физикасида, ядро тиббиётида заррачаларни детектрлаш учун қўлланилади.

Лютеций оксиди металлооксид керамикалар юқори ўтказувчанлик хоссаларини назорат қилиш учун ишлатилади. Лютецийнинг хром ва унинг қотишмаларига қўшилиши, қотишмаларнинг механик ва технологик хоссаларини яхшилайд.

**72. ГАФНИЙ** (лот. “Hafnia” – Копенгаген; лот. “Hafnium”). Hf – кимёвий элементлар даврий жадвал-нинг IV гуруҳ элементи, тартиб рақами 72, атом массаси 178,49. Табиатда гафний 6 та изотопдан ташкил топган: 174 (0,18-0,20%), 176 (5,15-5,30%), 177 (18,39-18,55%), 178 (27,08-27,23%), 179 (13,73-13,84%), 180 (35,07- 35,44%). СЕЭларига тегишли. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^2$ .



Дъёрдь де Хвеш  
(1885-1966)

Гафний 1923 йилда Д.Хевеши ва Д.Костер – назарий физика институти олимлари томонидан (Копенгаген) цирконий қатори рудаларини ўрганиш натижасида кашф этилган.

**Табиатда тарқалиши.** Гафнийнинг ер қобигидаги масса бўйича миқдори  $(3-4) \cdot 10^{-4} \%$ . Ўзининг индивидуал минералларига эга эмас, изоморф қўшимча сифатида цирконий минералларида учрайди. (Одатда  $(ZrO_2 + HfO_2)$  массасига нисбатан 1-2% ни ташкил этади. Цирконийнинг айрим минералларида  $(ZrSiO_4)$  гафнийнинг миқдори анча юқори: гафнийли цирконда – 31% гача, наэгитда – 10% гача, альвитда – 15% гача, циртолитда – 24% гача, тортвейтитда (Y, Sc)  $Si_2O_7$  цирконий ва Hf қўшимчалар кўринишида бўлади, лекин унда Hf миқдори цирконийникидан юқорирок бўлади.

**Физикавий хоссалари.** Гафний – кумушсимон кулранг металл, кукунсимон ҳолатда эса кўнғир кулранг, деярли қора, нурсиз (матовый).  $t_{\text{суюк.}} = 2230 \pm 15^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 5225^\circ\text{C}$ , зичлиги  $13,09 \text{ г/см}^3$ . Гафний гекс. ( $\alpha$ ) ёки кб. ( $\beta$ );  $c_p = 0,147^{25-100}$ ;  $C_p^\circ = 25,7$  ( $\alpha$ );  $S^\circ = 43,55$  ( $\alpha$ )  $\Delta H^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta G^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta H_{\text{суюк.}} = 21$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 569$ ;  $p = 0,1^{2870}$ ;  $1^{3205}$ ;  $10^{3700}$ ;  $100^{4440}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Гафний кимёвий хоссаларига кўра Zr билан ўхшашдир. Компакт гафний Hf сув билан 25 МПа босим ва  $400^\circ\text{C}$  температурагача таъсирлашмайди, у  $H_2O$  буғлари билан  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашади. Компакт металл ҳавода турғун, кислород билан таъсирлашмайди.  $500 - 600^\circ\text{C}$  температурада кучсиз оксидланади ва стехиометрик бўлмаган қора оксид қавати билан копланди; температура ошгани сари оксидланиш даражаси ошиб боради ( $700^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада  $HfO_2$  ҳосил бўлади).

Гафний ишқорлар ва  $NH_3$  эритмаларига барқарор,  $100^\circ\text{C}$  температурагача  $HCl$ ,  $H_2SO_4$  ва  $HNO_3$  билан таъсирлашмайди, минерал кислоталар эритмалари HF ва қайнаётган  $H_2SO_4$  билан таъсирлашади.

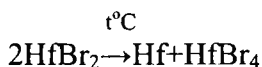
Нормал температурада азот ва водород билан таъсирлашмайди. Углерод билан  $1800-2000^\circ\text{C}$  температурада Hf таркибли карбидни, кремний билан  $1000^\circ\text{C}$  температурадан юқорида – силицидлар,  $350-400^\circ\text{C}$  температурада водородни ютади ва  $HfH_2$  гидридни ҳосил қилади.

Гафний, тантал каби юзасида юпқа пассив қаватнинг ҳосил бўлиши ҳисобига нисбатан инерт материал. Умуман, кимёвий барқарорлиги унинг аналоги цирконийга нисбатан юқори.

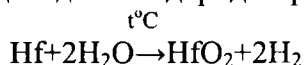
Гафнийнинг яхши эритувчиси фторид кислотаси (HF) ёки фторид кислотаси билан нитрат кислотаси аралашмаси ҳамда зар суви ҳисобланади.

$727^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада ҳавода оксидланади, кислородда ёнади. Галогенлар билан таъсирлашади. Кислоталарга нисбатан барқарорлигига кўра шишага ўхшайди. Цирконий каби, гидрофоб хоссаларга эгадир (сув билан намланмайди).

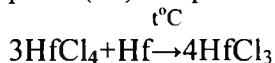
Гафний (II) бромиди вакуумда термик парчаланиши натижасида гафний ва гафний (IV) бромидини ҳосил қилади.



Гафний сув билан  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида таъсирлашади ва гафний (IV) оксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.

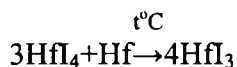


Гафний (IV) хлориди  $500^\circ\text{C}$  температура атрофида вакуумда гафний билан таъсирлашиб, гафний (III) хлоридини ҳосил қилади.

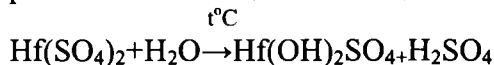


Дирк Костер  
(1889-1950)

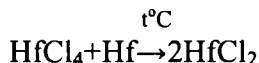
Гафний (IV) йодиди 500-550°C температурада гафний билан таъсирлашиб, гафний (III) йодидини ҳосил қилади.



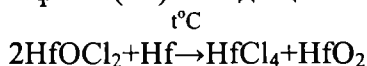
Гафний (IV) сульфати 60°C дан юқори температурада сув билан таъсирлашиб, гафний (IV) дигидроксид-сульфатни ва сульфат кислотасини ҳосил қилади.



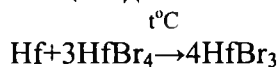
Гафний 350°C температура атрофида гафний (IV) хлориди билан таъсирлашиб, гафний (II) хлоридини ҳосил қилади.



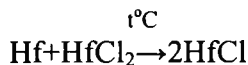
Гафний (IV) оксид-дихлоридининг термик парчаланишида 300°C дан юқори температурада гафний (IV) хлориди ва гафний (IV) оксиди ҳосил бўлади.



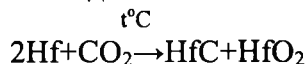
Гафний 500°C температура атрофида ортиқча босим остида гафний (IV) бромиди билан таъсирлашиб, гафний (III) бромидини ҳосил қилади.



Гафний 625-800°C температурада гафний (II) хлориди билан таъсирлашиб, гафний (I) хлоридини ҳосил қилади.



Гафний 800-1000°C температурада углерод (IV) оксиди билан таъсирлашиб, гафний (IV) карбид ва гафний (IV) оксидини ҳосил қилади.



**Олиниши.** Гафний саноатда цирконий билан биргаликда олинади. Цирконийли концентратларни қайта ишлаётган вақтда гафний бирикмалари Zr бирикмаларидан куйидаги усуллар билан ажратиб олинади: Zr нитратларни трибутилфосфатини суюқлик экстракцияси билан ёки гафний роданидларни шу усулда – метилизобутил кетон билан ажратилади, унинг фторидли комплексларини  $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{Hf})\text{F}_6]$  бўлаклаб кристаллизация қилиб, бунда олинаниган концентратлар тегишлича 20-96% (Zr+ Hf), 25-98 % ва 6-10 % Hf таркибида бўлади. Zr ва Hf бирикмалари уларни сульфатларнинг органик аминлар билан экстракция қилиб, ион алмашилиш усулида, шунингдек, уларни тетрагидрохлоридларини тузли ректификация қилиб ажратиш мумкин. Охири ҳолатда ректификацион колоннани ишқорий металллар хлоридлари билан тўлдирилади, унинг ўрта қисмига  $\text{HfCl}_4$  ва  $\text{ZrCl}_4$  буғлари аралашмаси юборилади, жараён температурасига боғлиқ равишда  $\text{HfCl}_4$  кубда ёки колоннанинг юқориги қисмига концентранлади.

Hf метали губка кўринишида  $\text{HfCl}_4$  ни 500-800°C температурада магний билан қайтариб олинади, куйма кўринишида  $\text{HfF}_4$  ни кальций билан 2000°C температурадан юқори температурада қайтариб олинади. Кукунсмон Hf  $\text{HfO}_2$  ни 1300°C температурада кальций билан ёки  $\text{K}_2[\text{HfF}_6]$  натрий билан 800 – 900°C температурада қайтариб олинади. Hf ни яна  $\text{K}_2[\text{HfF}_6]$ , KCl ва NaCl аралашмасини ~ 800°C температурада ёки  $\text{HfF}_4$  ва KCl 700-800°C температурадаги суюқланмасини электролиз қилиб ҳам олинади.

**Қотишмалари.** Гафний карбиди  $\text{HfC}$   $t_{\text{суюқ.}} = 3890^{\circ}\text{C}$ , у қайноқ конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва зар сувида

парчаланеди. У қўшимча сифатида Mo, W ва Re, W ва Hf асосидаги қотишмаларга уларнинг механик хоссаларини яхшилаш учун қўшилади.

**Ишлатилиши.** Металл ҳолатидаги гафний, асосан, аэрокосмик техника, атом саноати, махсус оптика учун қотишмалар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Атом техникасида нейтронларни тутиб қолиш қобилиятига кўра ишлатилади ва унинг атом саноатида, бу – бошқарув стерженлари ишлаб чиқаришда, махсус керамика ва шиша (оксид, карбид, борид, оксокарбид, диспрозий гафнати, литий гафнати)лар ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Гафний дибориднинг муҳим ва афзаллик томони шундаки, борнинг “ёниши” жараёнида ундан оз миқдордаги газ (гелий, водород) ажралиб чиқишидир.

Оптикада гафний оксидининг қўлланилишининг асосий сабаби температурага барқарорлиги (суюқланиш температураси 2780°C) ва нурни синдириш кўрсаткичининг жуда юқорилиги ҳисобланади. Гафнийнинг муҳим қўлланилиш соҳаларидан яна бири махсус маркали шишаларни оптик-толали буюмлар ҳамда жуда сифатли оптик буюмлар, ойналарга қоплама, шу жумладан, тунги кўриш қурилмалари, тепловизорлар ишлаб чиқаришида фойдаланилади.

Гафний карбид ва бориди (суюқланиш температураси 3250°C) ўта юқори емирилишга чидамли қопламалар ва жуда каттик қотишмалар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бундан ташқари, гафний карбиди жуда қийин эрийдиган моддалардан бири (суюқланиш температураси 3960°C) ва шу сабабли у космик кемалар соплосини ва газ фазали ядро реактив двигателлари учун конструкцион элементлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Гафний нисбатан энг кам электрон чиқариш қобилиятига эга (3,53 эВ) ва шунинг учун кучли радиолампа ва электрон пушқалар учун катодлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бир вақтнинг ўзида, бу унинг сифати, юқори суюқланиш температураси билан бир қаторда, металлари аргонда пайвандлашда гафнийни қўллаш имконини беради ва асосан электродлар (катодлар) карбонат ангидридида кам углеродли пўлатни пайвандлаш мақсадида ишлатилади. Бу каби электродларнинг барқарорлиги вольфрам асосида тайёрланган электродларникига нисбатан карбонат ангидриди газида 3,7 марта юқори барқарорликни намоён қилади. Кам қийматдаги чиқиш ишига эга бўлган самарали катодлар сифатида барий гафнати ҳам ишлатилади.

Гафний карбиди майда говакли керамик буюм сифатида цезий – 133 буғлари устида, унинг буғланиши учун вакуумда ўта юқори эффектив электронлар коллектори сифатида қўлланилиши мумкин. Бу ҳолатда электронларнинг чиқиш фойдали иши 0,1-0,12 эВ дан камроққа пасаяди ва бу эффект юқори самарадор термоэмиссион электрогенераторлар ва кучли ионли двигателлар қисмларини яратишда қўлланилиши мумкин.

Гафний ва никель диборидлари ҳисобига юқори емирилишга чидамли ва каттик композицион қопламалар аввалдан ишлатилиб келинмоқда.

Тантал-вольфрам-гафний қотишмаси газсимон фазали ядровий ракета двигателлари учун мақбул ёқилги узатгичи ҳисобланади.

Гафний билан легирланган титан қотишмалари кемасозликда қўлланилади (кема двигателларини ишлаб чиқаришда), гафний билан легирланган никелнинг қотишмалари нафақат унинг мустаҳкамлигини ва коррозион турғунлигини оширибгина қолмай, балки пайвандланишини ва пайвандланган бўғимлар мустаҳкамлигини оширади.

**Гафний тантал карбиди.** Гафнийнинг танталга қўшилиши унинг юзасида мустаҳкам ва ўтказмас мураккаб оксидлар қаватининг ҳосил бўлиши ҳисобига ҳавода оксидланиш турғунлигини оширади (иссиқликка бардошлик). Бундан ташқари, ушбу оксидлар қавати иссиқлик ўзгарувига жуда барқарор. Унинг бу хоссаларидан ракета техникаси учун жуда

муҳим қотишмалар тайёрлаш имконини беради (сопла, газли руллар). Гафний ва танталнинг асосий қотишмаларидан бири ракета соплларини тайёрлашда ишлатилади, унда 20% гача гафний бўлади. Шуни таъкидлаш керакки, гафний-тантал қотишмларини ҳаво-алангали ва кислород-алангали металлрни кесишда электродлар ишлаб чиқаришда қўллаш катта иқтисодий самара беради. Бундай қотишманинг қўлланилиш тажрибаси (гафний – 77%, тантал – 20%, вольфрам – 2%, кумуш – 0,5%, цезий – 0,1%, хром – 0,4%) шуни кўрсатадики, тоза гафнийга нисбатан иш ресурслари 9 марта юқоридир.

Гафний билан кобальтни легирлаш қувурсозликда, нефт, кимё ва озиқ-овқат саноати учун қўллаб қотишмлар тайёрлаш имконини беради.

Гафнийнинг СЕЭлари асосида (шу жумладан, тербий ва самарий асосида) тайёрланган айрим қотишмаларда ўта кучли доимий магнитлар тайёрлашда ишлатилади.

Гафний (HfC, 20 %) ва тантал карбиди қотишмаси (TaC, 80 %) энг қийин суюқланадиган қотишмадир ( суюқланиш температураси 4216 °С). Бундан ташқари, бу қотишмани оз миқдордаги титан карбиди билан легирлаш унинг суюқланиш температурасини яна 180 градусга ошишига олиб келиши ҳақида маълумотлар бор.

1% гафнийнинг алюминийга қўшилиши орқали металл заррачалари ўлчами 40-50 нм бўлган мустаҳкам алюминий қотишмалари олинади. Бу билан нафақат қотишманинг мустаҳкамлиги, балки унинг силжиш ва товланишдаги чўзилувчанлиги ва мустаҳкамлиги чегараси ҳам ортади.

Гафний оксиди юқори диэлектриклик хусусиятига эга. У асосида тайёрланган диэлектриклар кейинги ўн йилликда микроэлектроникада одатдаги кремний оксиди ўрнини олади. 2007 йилдан гафний (IV) оксиди 45-нм процессор Intel Репгунларида ишлатила бошланди. Гафний силициди юқори диэлектриклик хусусиятига эга бўлиши ундан диэлектрик материаллар тайёрлашда ҳам қўлланилади. Гафний ва скандий қотишмалари микроэлектроникада ўта муҳим хоссали резистив пленкалар олиш имконини беради.

Гафний юқори сифатли қўп қаватли рентген ойналарини ишлаб чиқаришда қўлланилади.

2014 йилда техаслик олимлар гафнийнинг ярим емирилиш даврини 1 дақиқа 25 сониягача камайтириш натижасида, уни ҳарбий мақсадларда ишлатиш имкониятини яратишди. Ядровий изотопининг кенг ишлатилиш сабабларидан яна бири дозировкасини бошқариш имконига эга бўлган, кучли гамма нурлар манбаси сифатида қўлланилишидир (дефектоскопия), транспорт учун энергия, жуда катта сизимли энергия аккумулятори (1 килограмми тахминан 4,35 тонна бензинга эквивалентдир) каби тармоқларда ишлатилади.

Гафний-178 м<sup>2</sup> ишлатишнинг асосий муаммоларидан бири унинг ядровий изомер сифатида ишлаб чиқаришни қийинлигидир. Бир вақтнинг ўзида у атом электростанциясининг (ишлатиб бўлинган ютгичли гафнийли стерженлар) одатдаги маҳсулоти (чиқинди) ҳам саналади. «Гафний цикли» деб номланадиган жараён эксплуатацияси ва унинг қўлланилиш соҳасининг кенгайиши, реакторларнинг бошқарилиши гафний орқали амалга оширилиш билан ошиб боради. Изомернинг атом саноатида ривожланган давлатларда тўпланиши «гафнийли энергетикани» пайдо бўлишига олиб келади.



Экеберг Андрес  
Густав  
(1767-1813)

**73. ТАНТАЛ** (“Tantalum”). Та – кимёвий элементлар даврий жадвалнинг V гуруҳ элементи, тартиб рақами 73, атом массаси 180,948. Иккита табиий изотопга эгадир: барқарор Та<sup>181</sup> (99,9877%) ва радиофаол Та<sup>180</sup> (0,0123%; T<sub>1/2</sub>= 10<sup>12</sup>йил). Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>6</sup>5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup>5p<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>4f<sup>14</sup>5d<sup>3</sup>.

1802 йилда швед кимёгари Экеберг томонидан Финляндия ва Швецияда топилган минераллардан кашф қилинган. Қадимги юнон мифологиясидаги қаҳрамон номи Танталга аталган. Тоза кўринишда пластик тантал биринчи бўлиб 1903 йилда немис кимёгари Болтон томонидан ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-4}$  %. Тантал ва ниобийнинг хоссалари яқинлиги уларнинг геохимёвий бирга жойлашиши ва ҳар доим минералларда бир вақтда учраши билан боғлиқдир, ниобий изоморф ҳолатда тантални алмаштиради. Кўп сонли минералларнинг тантал ва ниобий учун саноат аҳамиятига эгалари: танталит-колумбит (Fe, Mn) (Ta, Nb)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, лопарит (Na, Ce, Ca, Sr) (Nb, Ti) O<sub>3</sub>, микролит (Na, Ca)<sub>2</sub>(Ta, Ti)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>(F, OH). Тантал кўшимча сифатида учрайдиган амалий аҳамиятга эга бўлган минераллари касситерит ва вольфрамит ҳисобланади.

**Физикавий хоссалари.** Та – кулранг металл, оз миқдордаги кўк рангдаги товланишга эга.  $t_{\text{суюқ}}=2997^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}}=5287^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $16,6 \text{ г/см}^3$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Тантал қб.:  $c_p=0,140^{25}$ ;  $0,142^{0-100}$ ;  $C_p^{\circ}=25,36$ ;  $S^{\circ}=41,5$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=34,7$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=744,8$ ;  $p=0,01^{3056}$ ;  $0,1^{3352}$ ;  $1^{3705}$ ;  $10^{4135}$ ;  $100^{4680}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Тоза тантал – пластик металл, совуқда босим остида осон қайта ишланади. Тантал муҳим механик хоссалари нисбатан паст ва юқори температураларда сақланади.

Танталнинг хоссалари унинг тозалик даражасига боғлиқдир. Асосан унга водород, азот, кислород ва углерод кўшимчалари кучли таъсир кўрсатади, уларнинг таъсирида металл мўрт бўлиб қолади.

Тантал хона ҳароратида ҳавода барқарор,  $280^{\circ}\text{C}$  температурада оксидлана бошлайди, температура ошиб борган сари оксидланиш даражаси ортиб боради. Атомлар водородни тез ютади ва ҳатто хона ҳароратида, молекуляр ҳолатдагисини  $250^{\circ}\text{C}$  температурадан юқори температурада ютади. Фтор билан хона ҳароратида, Cl билан  $250^{\circ}\text{C}$  температурадан юқорида, Br билан  $300^{\circ}\text{C}$  температурадан юқорида, I ва S-чўғланиш температурасидан юқорида амалга ошади. Азот билан реакцияга киришиши  $300^{\circ}\text{C}$  температура атрофида бошланади. Қиздирилганда тантал C, B, Si, P, Se, Te, сув буғи, CO ва CO<sub>2</sub>, NO, HCl, HBr, H<sub>2</sub>S лар билан реакцияга киришади.

Унга яхшигина кислородсизлантирилган  $1200^{\circ}\text{C}$  температурада натрий билан, калий ва унинг қотишмалари Na, Li ва Pb  $1000^{\circ}\text{C}$  температурада, Bi  $900^{\circ}\text{C}$  температурада ва ундан юқорида, Hg  $600^{\circ}\text{C}$ , Ga  $450^{\circ}\text{C}$  температурада, Mg ва унинг қотишмаси уран-магний ва плутоний-магний  $1150^{\circ}\text{C}$  температурада реакцияга киришади.

Кўплаб кислоталар ва бошқа агрессив муҳитда нитрат, нитрит, хлорид, сульфат, метилсульфат, хромат, хлорат ва бошқа кислоталар ҳамда органик кислоталар, зар суви, водород пероксиди, хромли аралашма, Al, NH<sub>3</sub>, Fe, Ca, Mg ва бошқа тузлар эритмаларига юқори коррозия барқарорлиги билан характерланади. Тантал оксид кавати электр тоқини металлдан электролитга ўтишига қаршилик қилиши, унинг кимматли хоссаси бўлиб, тантал анод сифатида хизмат қилишига имкон беради.

Галогенлар билан катор галогенидлар ва комплекс тузларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Металл концентратлари одатда уч босқичда қайта ишланади:

1. Очиш.

2. Та ва Nb ни ажратиш ва уларни тоза бирикмаларини олиш.

3. Та олиш ва рафинадлаш.

Та ва Nb ни ажратиш, уларни бошқа элементлар бирикмаларидан тозалашнинг рационал усуллари экстракция ва ректификациядир.

Металл ҳолидаги тантални олиш амалий қийинчиликларга боғлиқ, бу уни кийин суюқланувчанлиги ва қиздирилганда юқори реакцион қобиляти билан изоҳланади. Саноатда тантал электрокимёвий, натрий термик ва карботермик усулларида қайтарилди. Тантал хлоридини термик диссоцияланиши ёки водород билан қайтариш жараёни ҳам мумкин бўлади. Электродитик усулда тантал, одатда,  $K_2TaF_7$ ,  $Ta_2O_5$  ва ишқорий металллар галогенидлари тутган суюқланмалардан олинади.  $TaCl_5$  ни электролизи истиқболли ҳисобланади.  $Ta_2O_5$  дан тантални карботермик усулда қайтариш икки босқичда олиб борилди, аввалига  $Ta_2O_5$  ни курум билан аралашмаси  $CO$  атмосферасида ёки  $H_2$  атмосферасида  $1800 - 2000^\circ C$  температурада карбид олинади, сўнгра карбид ва беш оксид аралашмасидан вакуумда  $1900 - 2000^\circ C$  температурада металл ғовакли брикет ёки штабик кўринишида олинади.

Кўрсатилган усуллардан бири билан қайтарилган тантал кейинчалик суюқлантирилади ёки кукунли металлургия усулида қайта ишланади. Охири ҳолатда кукундан прессланиб олинган металл штабиклари ҳароратда суюқланма қилиниб, вакуумда  $2600 - 2800^\circ C$  температурада бирданига рафинацияланади. Совуқда болгаланиб, қисқа иккинчи ишловдан зич тайёр маҳсулот олинади.

**Қотишмалари.** Тантал легирланиши мумкин бўлган бошқа металлларни ва қотишмаларни қаттиқлаштиради, окувчанлик чегарасини оширади, оловбардошлик қотишмаларни иссиқликка чидамлилигини оширади. Тантал турли рангли металл қотишмаларига металл кўринишида ёки  $TaC$  кўринишида қўшилади. 3,7% тантални вольфрамга қўшилиши электр қаршилигини 30-40% га оширади. Титаннинг 10-60%  $Ta$  билан қотишмаси яхшигина коррозия ва оптик хоссалар билан фарқланади. Платинанинг 20% гача тантал тутган қотишмалари арзон, қаттиқ ва тоза платинага нисбатан зар суви, кислоталар ва бошқа агрессив муҳитлар таъсирига чидамли бўлади. Қаттиқ қотишма «тантунг»  $TaC (>2\%)$ ,  $Co$ ,  $Cr$ ,  $W$  коррозия ва турли емирилишга чидамли.  $Zr-Nb-Ti-W-1-8\%$   $Ta$  қотишмаси ҳам юқори мустаҳкамликка эга.

**Ишлатилиши.** Танталнинг энг кўп қўлланилиш соҳаси электротехника ва кимёвий машинасозлик ҳисобланади. Танталдан асосан электродитик конденсаторлар ишлаб чиқариш саноатида муҳим аҳамият касб этади. Кам габаритли танталли конденсаторлар катта сизимга эга яримўтказгичли приборлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Уни ростлагичлар ва криотронлар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Танталли иссиқлик алмаштиргичлар, қиздиргичлар, конденсаторлар, кувур ўтказгичлар, реакторлар ва шунга ўхшашлар  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  ва бошқа кислоталар, кўплаб органик ва ноорганик моддалар ишлаб чиқарадиган корхоналарда қўлланилади. Танталдан сунъий тола саноати учун лаборатория идишлари, фильерлар тайёрланади. Тантал қиздиргичлар ва юқори температурали печларнинг деталлари ишлаб чиқарилади. Тикланиш хирургиясида танталдан тайёрланган листлар, фольгалар, симлар суякларни, нервларни маҳкамлашда, тикиш ишларида, мушакларнинг ўрнини босишга ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

**74. ВОЛЬФРАМ** (нем. “Wolf” – бўри, “Rahm” – қуйма («бўри кўпиги» – номланиши XVI-асрда берилган, қайсики, қалайни эритишга халакит қилиб уни шлакка ўтказган.), лот. “Wolframium”).  $W$  – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ элементи, тартиб рақами 74, атом массаси 183,85. Табиатдаги вольфрам бешта барқарор изотоплардан таркиб топган масса сонлари билан 180 (0,135%), 182 (26,41%), 183 (14,4%), 184 (30,64%) ва 186 (28,41%) маълум. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^4$ .



Карл Шееле  
(1742-1786)



1781 йилда аввалига швед кимёғари К.Шееле томонидан  $WO_3$  оксид кўринишида, металл ҳолатидаги W биринчи марта Х.Ф.Д'Элуяр томонидан 1873 йилда ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Вольфрам табиатда кам тарқалган. Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $1 \cdot 10^{-4}\%$ . Вольфрамнинг 15 дан ортик минераллари мавжуд, улардан кўплари вольфраматлардир. Нисбатан муҳим минераллари-вольфрамит  $(Fe, Mn)WO_4$  (унинг таркибидаги темир ва марганецнинг миқдорига нисбат берилиб, ферберит  $(Fe:Mn>4:1)$  ва гюбнерит  $(Mn:Fe>4:1)$  ҳамда шеелит  $CaWO_4$  деб аталади.

Ўзбекистон Республикасида вольфрамли конлар Жанубий Тянь-Шанда кўпроқ жойлашган. Бу ерда улар пастмагматик Скарин-Шеелитли шаклдаги гуруҳлар кўринишида ва турлича Нурота, Зирабулоқ, Карчюбинсес ва Чакил қалъа тоғларида палеозой даврига мос ҳолатлари аниқланган. Кўпроқ қизиқиш уйғотадиган конлар: Лангар, Қўйтош, Ингичка, Қоратепа, Ялтон, камроқ тарзда – Чош-тепа, Камонгарон, Жом, Сарикқўл, Сазагон ва бошқалар.

Тянь-Шань маркази, Чотқол-Курама тоғларида грейзен гранитли, грейзен ва кварцли-серцит-грейзинли жилולי вольфрам минераллари катта аҳамият касб этади. Амалдаги объектлардан – Саргардон, Майдонтол-ойган конлар гуруҳи ва руда бошқармасидир. Жанубий Тянь-Шанда Ингичка ва Қўйтош руда конлари базасида Скарин-шеелитли конлардан қисман фойдаланилмоқда.

**Физикавий хоссалари.** Вольфрам – оч кулранг металл. Вольфрам – энг қийин суюқланидиган металл,  $t_{\text{суюқ}}=3380^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}}=5900^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $19,3 \text{ г/см}^3$ ,  $c_p=0,144^{0-1000}$ ;  $C^\circ_p=24,3$ ;  $S^\circ=32,7$ ;  $\Delta H^\circ=0$ ;  $\Delta G^\circ=0$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=769$ ;  $p=0,01_{3230}$ ;  $0,1^{3525}$ ;  $10^{4295}$ ;  $100^{4810}$ .

Техник ҳолатдаги вольфрам нормал ҳароратда мўрт,  $200 - 500^\circ\text{C}$  температурада пластик ҳолатда. Мустақкамлигини сақлаш бўйича  $800 - 1300^\circ\text{C}$  температурада Mo, Ta ва Nb ни анча ортда қолдиради.

**Кимёвий хоссалари.** Компакт вольфрам ҳавода барқарор,  $400^\circ\text{C}$  температурада оксидлана бошлайди,  $500^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада тез оксидланиб, уч оксидни  $WO_3$  ҳосил қилади. Қайноқ ва совуқ сув билан таъсирлашмайди, сув буғлари билан  $600^\circ\text{C}$  температурадан юқорида  $WO_3$ ,  $WO_2$  ва бошқа оксидларга қадар оксидланади. Совуқда HCl,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ , ҳамда  $HNO_3$  ва  $H_2SO_4$  аралашмасига барқарор,  $HNO_3$  ва HF кислоталар аралашмаси билан актив таъсирлашади,  $H_2O_2$  билан  $90-100^\circ\text{C}$  температурада HF таъсирига барқарор, HCl,  $H_2SO_4$  ва  $H_2CrO_4$  билан кучсиз таъсирлашмайди,  $HNO_3$  ва зар суви билан нисбатан кучлироқ. Совуқ ҳароратда ишқорлар эритмаси билан ва  $NH_3$  билан таъсирлашмайди, улар билан кислород иштирокида қиздирилганда кучсиз таъсирлашади.

Азот билан  $1500^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада таъсирлашади. Водород билан таъсирлашмайди.

S ва Se буглари ҳамда  $H_2S$  ва  $H_2Se$   $400^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада тегишли равишда дисульфид  $WS_2$  ва диселенид  $WSe_2$  ларни, кремний ва бор билан  $1400^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада силицидлар ( $WSi_2$  ва  $W_5Si_3$ ) ва боридлар ( $W_2B$ , WB,  $W_2B_5$  ва бошқалар) ҳосил бўлади. Углеводородлар билан  $1100 - 1200^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб, карбидларни ҳосил қилади.  $\sim 1400^\circ\text{C}$  температурагача CO атмосферасида ҳавода барқарор, нисбатан юқори температурада вольфрам карбидларни ҳосил қилади.

Вольфрам Hg, Na, K, Ga, Mg лар билан  $600^\circ\text{C}$  температурада секин таъсирлашади.  $600^\circ\text{C}$  температурада Вуд қотишмасида барқарор,  $1000^\circ\text{C}$  температурада эвтектик қотишмада Na-K,  $1680^\circ\text{C}$  температурагача суюқланган Bi, Ca, Cu ва Sn лар билан таъсирлашмайди.  $1100^\circ\text{C}$  температура уранда секин эрийди,  $700^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада суюқ Al билан таъсирлашиб, интерметаллидларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Таркибида 55-65 %  $WO_3$  бўлган руда концентратларидан W ни олишда фойдаланилади. Вольфрамни саноатда ажратиб олиш усуллари:

**1. Ишқорий.** Вольфрамли ёки шеелитли концентрат  $Na_2CO_3$  билан 800 – 900°C температурада суюклантирилиб, парчланади. Сўнгра суюқланма сув ёки  $Na_2CO_3$  эритмаси билан автоклавда 200-225°C температурада танлаб эритилади. Вольфрамли концентратлар баъзан NaOH эритмаси билан қиздириб парчланади. Вольфрамитни суюқланма ҳолатида тўлиқ парчалаш учун ортикча  $Na_2CO_3$  олиш керак, шеелит ҳолатида шихтага  $SiO_2$  қўшилади. Ҳосил бўлган  $Na_2WO_4$  эритмасидан уни қўшимчалар (Si, P, As, Mo, F)  $CaCl_2$  ёки  $Ca(NO_3)_2$  иштирокида тозаланганда  $CaWO_4$ , чўқади ва у HCl ёки  $HNO_3$  билан парчланади ва вольфрам кислотаси ажратилади. Уни юқори температурада қиздиради,  $WO_3$  олинади ёки  $NH_3$ нинг сувли эритмасида эритилади, ундан эса буғлатиш ёрдамида паравольфрамат  $(NH_4)_{10}[H_2W_{12}O_{42}] \cdot 4H_2O$  кристалланган ҳолда олинади.

**2. Кислотали.** Шеелитли концентратлар (65-75%  $WO_3$  таркибли) HCl,  $HNO_3$  таъсирида парчланади, бунда ҳосил бўлган вольфрам кислотаси  $NH_3$  ни сувли эритмасида эритилади ва кейин аммоний вольфрамат кўринишида кристалланади. Вольфрамли концентратларни қайта ишлангандаги асосий маҳсулотлар –  $WO_3$  ( $WO_3 \cdot H_2O$  ёки  $(NH_4)_{10}[H_2W_{12}O_{42}] \cdot 4H_2O$ ) ни термик парчалаб олинади) ва ферровольфрам [W(65-80%) ва Fe (35-20%) қотишмаси] ҳосил бўлади. Кўп қувурли ёки айланадиган қувурли печларда 700 – 900°C температурада водород билан  $WO_3$  ни қайтариб W кукун кўринишида олинади.

Чекланган ҳолатда вольфрамни гекса галогенидларни водород ёрдамида қайтариб олинади. Газ фазаси оқимида жараён ўтказилганда юқори дисперсли кукун олинади, қайноқ қаватда эса йирик гранулалар олинади (200-500 мкм). Йирик гранулаларни иссиқ газостатик зичлаб компакт тайёр маҳсулотга айлантирилади.  $WF_6$  (газсимон шаклдаги) ни қайтариб буюм олиш усули, бошқа металл ёки графитдан ясалган тагликда 600-700°C температурагача қиздирилган зич қоплама кўринишидаги газ фазада вольфрамни чўктиришга асосланади. Юқори тозалikka ва тартиблиги билан фарқ қиладиган вольфрам монокристалли қуймали штабикларни тигелсиз зонали суюклантириш усулида олинади.

**Қотишмалари.** Вольфрам 35-45% вольфрам карбид асосидаги WC (85-95% WC ва 5 – 15% Co) асосидаги каттик қотишмалар ишлаб чиқаришга сарфланади. Айрим қотишмалар, WC дан ташқари TiC, TaC ва NbC ларни ҳам таркибида бўлади. Бу қотишмаларни кесувчи ва бургилаш инструментларини ишчи қисмларини, фильер симларни тортишиш учун ва бошқа материаллар тайёрлашда ишлатилади. W бошқа металл билан қотишма кўринишида авиацион ва ракета техникасида, электротехникада ҳам кенг қўлланилади.

**Ишлатилиши.** 50% гача олинadиган вольфрам легирланган пўлатлар (асосан инструментларни) олишда, асосий қисми 8-20% вольфрам таркибли тез кесадиган инструментлар тайёрлашда ишлатилади. Тоза W спираллар ва электролампалар ишлаб чиқаришда чўғланма симлар, электровакуум техникада катодлар, рентген қувурлар, тўрлар, катод қиздиргичлари, юқори кучланишли ростлагичлари ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Вольфрамнинг асосий қўлланилиш соҳаси – металлургияда кийин эрийдиган материаллар асоси сифатида ишлатилади.

Қийин эрийдиган ва пластиклик хусусияти вольфрамни ёритгич қурилмаларда чўғланма симлар ҳамда кинескоп ва бошқа вакуум қувурлар тайёрлаш учун тенги топилмайдиган материал сифатида қаралади.

Юқори пластиклиги ҳисобига вольфрам жуда оғир қотишмалар тайёрлаш асоси ҳисобланади, у асосидаги қотишмалардан посангилар тайёрлашда, артиллерия қуролларининг очик снарядлари ва калибр ости зирхли ўзаклари (сердечник), зирхли ўқлар

ўзаклари ва баллистик ракеталар (180 минг айл/мин. гача) гироскоп роторларини тайёрлаш учун ишлатилади. Вольфрам аргон-ёйли пайвандлашда электрод сифатида ишлатилади.

Вольфрам қотишмалари ўзининг юқори эриш температурасига эгаллиги учун, улар кукунли металлургия усули орқали олинади. Вольфрам таркибли қотишмалар иссиқликка бардошлилиги, кислотага чидамлилиги билан, қаттиклиги ва емирилишга чидамлилиги билан характерланади. Улар тиббиётда хирургик инструментлар, танк зирх (брон)лари, самолётларнинг муҳим деталларини ва радиофаол моддаларни сақлаш учун контейнерлар тайёрлашда ишлатилади. Инструментал пўлатларнинг энг яхши маркалари учун вольфрам муҳим компонентдир.

Вольфрам юқори температурали вакуум печларда қиздиргич элементлари сифатида ишлатилади. Вольфрам ва рений қотишмалари бу печларда термопара сифатида ишлатилади.

Металларни механик қайта ишлаш ва нометалл конструкцион материалларни машина-созликда (чархлаш, фрезерлаш, болгалаш) қудукларни бургилашда, тоғ-кон саноатида вольфрам карбиди асосидаги қаттиқ қотишмалари ва композицион материаллар кенг қўлланилади (масалан, победит, WC кристаллари кобальтти матрицада; Россияда кенг қўлланиладиган маркалар – BK2, BK4, BK6, BK8, BK15, BK25, T5K10, T15K6, T30K4) ҳамда вольфрам карбиди, титан карбиди, тантал карбиди аралашмаси (ТТ марка) қайта ишлашнинг энг қийин шароитлари учун, масалан, қаттиқ материалларни ўйиш ва жилолашда ишлатиладиган перфораторлар ва иссиқликка чидамли пўлатларни болгалаш ва чархлашда ишлатилади. Темир асосли қотишма ва пўлатларда легирловчи элемент сифатида ишлатилади (қўп ҳолларда молибден билан бирга). Юқори легирланган пўлат «тез кесадиған» синфга тегишли, маркировкаси Р ҳарфи билан бошланадиган, деярли ҳар доим вольфрам таркибида бўлади ( P18, P6M5. rapid – тез, жадал).

Вольфрам сульфиди  $WS_2$  юқори температурада ( $500^\circ C$  гача) суртма сифатида ишлатилади.

Вольфрамнинг айрим бирикмалари катализаторлар ва пигментлар сифатида ишлатилади.

Вольфрам дителлуриди  $WTe_2$  иссиқлик энергиясини электр энергиясига айлантириш учун қўлланилади (термо – ЭЮК 57 мкВ/К атрофида).

Сунъий радионуклид  $^{185}W$  моддалар тадқиқотида радиофаол нишон сифатида ишлатилади. Барқарор  $^{184}W$  изотопи уран билан қотишмаси қаттиқ фазали ракета ядро двигателларида қўлланиладиган компонент сифатида ишлатилади, чунки бу вольфрамнинг тарқалган изотопларидан яғонаси бўлиб, иссиқлик нейтронларининг паст тутиб қолиш кесимига эгадир.

**75. РЕНИЙ** (Германиянинг Рейн вилояти шарафига қўйилган). Re – кимёвий элементлар даврий жадвалнинг VII гуруҳ элементи; тартиб



Вальтер Ноддак  
(1893-1960)

рақами 75, атом массаси 186,207, СЕЭларига тегишли. Табиатда ренийнинг иккита изотопи учрайди, барқарор  $^{185}Re$  (37,07%) ва радиофаол  $^{187}Re$  (62,93%,  $T_{1/2} = 10^{11}$  йил). Ренийнинг кенг тарқалган сунъий изотоплари масса сонлари билан 183, 184, 186, 188, 189, 190, 192. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^5$ .

1925 йилда немис кимёгарлари Вальтер ва Ида Ноддак эр-хотинлар томонидан кашф этилган.



Ида Ноддак  
(1896-1978)

**Табиатда тарқалиши.** Ренийнинг алоҳида минераллари деярли учрамайди; у молибденни изоморф ҳолатда молибденитда, мисни халькопиритда алмаштиради. Ренийнинг минерали-джезказганит  $Cu(ReMo)S_4$ . Колумбит- $Fe(Nb,Re)_2O_6$  дир.

Ўзбекистонда ренийнинг захиралари мавжуд бўлиб, у асосан Олмалик ва Қизилкум конларида мис ва уран рудалари билан биргаликда учрайди. Молибденли концентратларда ренийнинг миқдори анча юқорилиги билан аҳамиятлидир.

**Физикавий хоссалари.** Рений компакт ҳолатида кумушсимон кулрангга эга, диспергирлангани – қора.  $t_{\text{суюқ}}=3190^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}}=5600^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $21,02 \text{ г/см}^3$  ( $293\text{K}$ ). Рений гекс.;  $c_p=0,135^{25}$ ;  $0,153^{0-1200}$ ;  $C_p^{\circ}=25,2$ ;  $S^{\circ}=36,5$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=33,5$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=715,5$ ;  $p=0,01^{3060}$ ;  $0,1^{3375}$ ;  $1^{3760}$ ;  $10^{4250}$ ;  $100^{4880}$ .

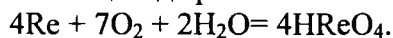
Юқори тозаликдаги монокристалл рений юқори пластиклиги билан характерланади. Деформация хона ҳароратида ҳам юқори температурада ҳам ренийнинг мустаҳкамлиги ошишига сабаб бўлади.

**Кимёвий хоссалари.** Re атомининг ташқи қаватида еттита электрон мавжуд. Ташқи электронлар конфигурацияси  $5d^5 6s^2$ . Рений ҳавода одатдаги ҳароратда барқарор. Металлнинг  $300^{\circ}\text{C}$  температурада оксидланиб ( $\text{ReO}_3$ ,  $\text{Re}_2\text{O}_7$ ) оксидларни ҳосил қилиши билан бошланади ва  $600^{\circ}\text{C}$  температурадан юқорида бу жараён жадал давом этади. Водород билан рений суюқланиш температурасига қадар таъсирлашмайди. Азот билан умуман таъсирлашмайди. Рений бошқа қийин суюқланадиган металллардан фарқли равишда, карбидлар ҳосил қилмайди. Фтор ва хлорда қиздирилганда таъсирлашиб,  $\text{ReF}_6$  ва  $\text{ReCl}_5$  таркибли бирикмалар ҳосил қилади, бром ва иод билан металл тўғридан-тўғри таъсирлашмайди. Олтингургурт буглари  $700-800^{\circ}\text{C}$  температура рений билан  $\text{ReS}_2$  сульфидини ҳосил қилади.

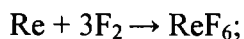
Рений совуқда хлорид ва фторид кислотасида исталган концентрацияда ҳам эримайди ва ҳатто  $100^{\circ}\text{C}$  температурагача температурада ҳам таъсирлашмайди. Нитрат кислотасида, қайноқ концентрланган сульфат кислотасида, водород пероксидида металл эрийди ва рений кислотасини ҳосил қилади. Ишқорлар эритмасида қиздирилганда рений секин-аста эрийди, суюқланган ишқорлар уни тезда эритишади.

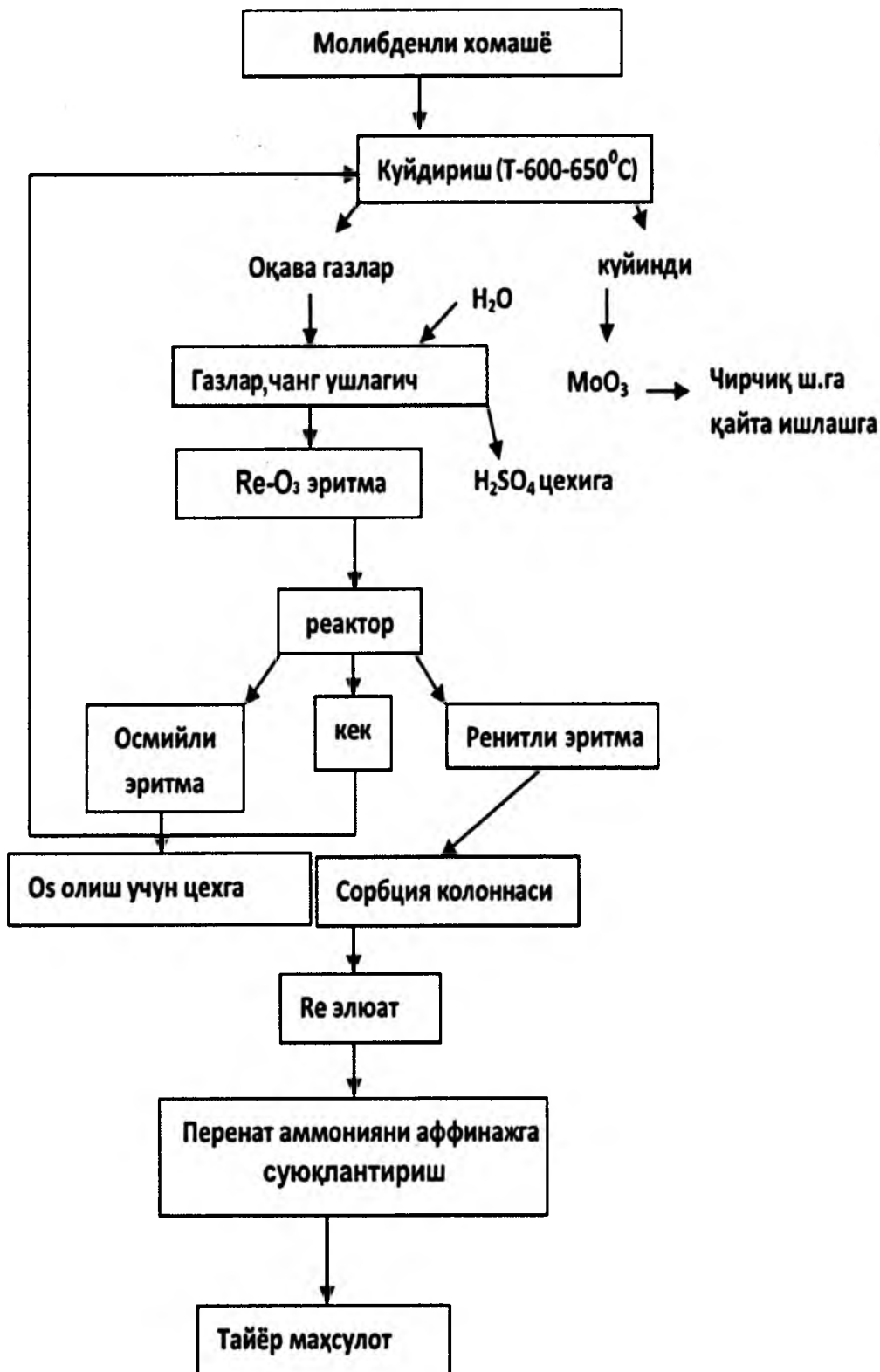
Рений учун барча валент ҳолатлари  $+7$  дан  $-1$  гача маълумдир, қайсики унинг кўп сонлилигини ва турлилигини асослайди. Етти валентли ренийнинг бирикмалари нисбатан барқарор. Рений ангидрид  $\text{Re}_2\text{O}_7$  – ёрқин сарик модда, сувда яхши эрийди. Ренийли кислота  $\text{HReO}_4$  – рангсиз, кучли; нисбатан кучсиз оксидловчи ( $\text{HMnO}_4$  дан фарқли равишда).  $\text{HReO}_4$  нинг ишқорлар, металл оксидлари ёки карбонатлар билан таъсирлашиб, унинг тузларини – перренатларни ҳосил қилади. Бошқа оксидланиш даражасидаги рений бирикмалари рений (VI) оксиди  $\text{ReO}_3$  – пушти-қизил оксид, рений (IV) оксид –  $\text{ReO}_2$  қўнғир-жигарранг оксид, осон учувчан хлоридлари ва оксихлоридлар  $\text{ReCl}_5$ ,  $\text{ReOCl}_4$ ,  $\text{ReO}_3\text{Cl}$  ва бошқалар маълум.

Реакцион қобилияти металл ҳолатидаги ренийнинг тозалигига боглик. Кукун ҳолатидаги рений металл “пишириш” орқали (металлокерамик жараён), электр ёйида эритиш ёки электронлар тўпида фокусантириб компакт ҳолатига ўтказилиши мумкин. Кукунсимон металлургия ренийни слиткалар кўринишида олиш имконини беради. Бунда кукунсимон рений метали гидравлик босимдаги пўлатли матрицаларда прессланади. Прессланган куймаларни икки босқичда қотирилади. Компакт ҳолатида рений солиштирма кимёвий инертликка эгадир: ҳаводаги кислород билан  $350^{\circ}\text{C}$  температурагача оксидланмайди, сув билан, водород галогенид кислоталар ва суюлтирилган сульфат кислотаси билан таъсирлашмайди. Кукунсимон рений нам ҳавода рений кислотасига қадар оксидланади:

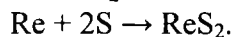
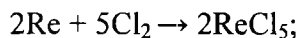


Қиздирилганда рений метали фтор, хлор, бром, олтингургурт, селен билан таъсирланади:



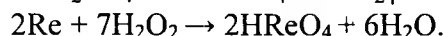
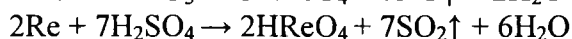


3.14-расм. Олмалиқ кон-металлургия комбинати шароитида аммоний перренат олиш технологиясининг технологик тасвири.



Ҳатто юқори температурада рений углерод (II) оксиди, метан ва углерод билан таъсирлашмайди.

Рений метали концентранган ва суюлтирилган нитрат кислотасида, концентранган сульфат кислотасида, водород пероксидда осон эрийди. Барча ҳолатларда рений кислотаси ҳосил бўлади:



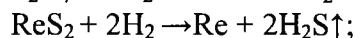
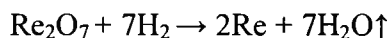
Кислород иштирокида рений суюқланган ишқорларда метаперренатлар ҳосил қилиб эрийди.

**Олиниши.** Рений металнинг олиниши:

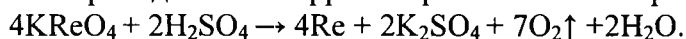
1. Ишқорий металллар ва аммоний перренатларни водород билан қайтариб (саноат усули), аммоний перренатидан юқори тозаликдаги металл олинади:



2. Рений оксидлари, оксигалогенидлари ва сульфидларини водород билан қайтариб олинади:



3. Сульфат кислота иштирокида калий перренат эритмасини электролиз қилиб:



Ренийнинг асосий манбалари сульфатли (ёки азот сульфатли) эритмалардир.

Уларни молибденатли концентратларини қайта ишлаганда ва мис эритиш корхоналарида сульфат кислотали цехларидаги электрофилтрлардаги ювинди кислоталар олиш жараёнида олинади. Бундан ташқари, кальций молибдатни чўктиргандан кейинги филтрат эритмадан (молибденли саноат маҳсулотларини қайта ишлашда) ва аммоний тетрамолибдатни чўктиргандан кейинги филтрат эритмалардан ҳам ренийни ажратиб олинади. Эритмаларда 0,01-0,04 г/л рений ва 0,2-2 г/л молибден бўлади.

Турли хил таркибли саноат эритмаларидан ренийни ажратиб олиш учун куйидаги усуллардан қўлланилади:

1. Фаолланган кўмирдаги сорбция.

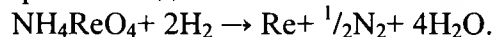
2. Ион алмашилиш қатрон орқали сорбция қилиш.

3. Суюқлик экстракцияси.

4. Кам эрийдиган бирикмаларни чўктириш ( $\text{KReO}_4$  или  $\text{Re}_2\text{S}_7$ ).

Эритмаларни қайта ишлашнинг охириги маҳсулоти аммоний перренати ҳисобланади,  $\text{NH}_4\text{ReO}_4$  ундан рений метали олинади.

Металл ҳолидаги рений куйидаги усулда олинади: қувурли печларда аммоний перренатни водород билан қайтариб олинади:



Жараён 2 босқичда боради: 350 – 370<sup>0</sup>С температурада ( $\text{ReO}_2$  ҳосил бўлгунча), 950 – 970<sup>0</sup>С температурада.

Эритмани қайта ишлагандан сўнг реакторда осмийли эритма олиниб, осмий олиш цехига юборилади. Кек куйдириш жараёнига қайтарилади ва сорбцион колонкага

юбориладиган ренийли эритма олинади. Сўнгра аммоний перренатдан  $\text{NH}_4\text{ReO}_4$  аффинажли суюқланма тайёрланади.

Рений электр ва катод лампалари учун чўғланма сим материали бўлиши мумкин. Маълумотларга қараганда, ренийли симлар чўғланма лампаларда вольфрамниқидан анча яхшироқ ҳисобланади.

**Қотишмалари.** Баъзи металл буюмларни тайёрлашда қуйидаги таркибли қотишма ишлатилади: 2% Re, 50-90% W ва Cr, 30% гача Fe ва Ni (ёки Co) уни яна термопара W-Re учун, рений металидан электроконтакт ва қотишмалар W-Re-Mo иссиққа чидамли қотишмалар тайёрлашда ишлатилиши маълум.

**Ишлатилиши.** Рений юқори суюқланиш температураси ( $3000^\circ\text{C}$  температурадан юқори) ва механик мустаҳкамлик, катта электр қаршилиги, аҳамиятли электрон эмиссия вольфрамга, каттароқ газларга нисбатан барқарорлиги уни электротехника ва электроникада қўллаш имконини беради.

Вольфрамли симлар учун ренийни қоплама қилиш таклиф қилинган, бу унинг мустаҳкамлигини ва чангланмаслигини таъминлайди. Бундан ташқари, рений никелдан тайёрланган термопараларда  $2000^\circ\text{C}$  бўлган температураларни ўлчашда, ишлаб чиқаришда қўлланиладиган электр контактларига қоплама сифатида қўлланилади.

Ўзи ёзадиган ручкалардаги пўлат пероларнинг тугунини тайёрлаш учун, компас кўрсаткичларини ва юқори қаттиқлик, антикоррозияли хусусиятга ва чидамлик талаб қилинадиган бошқа деталлар тайёрлаш учун ҳам рений қотишмалари ишлатилади.

Рений, аммоний перранати ва ренийнинг бошқа бирикмаларини аммиак, бошқа ноорганик ва органик моддалар синтезида фаол катализаторлар сифатида қўлланилади.  $\text{SO}_2$  нинг  $\text{SO}_3$  га оксидланиш жараёни учун ренийнинг ёки 90 % W ва 10 % Re арашлашмаси катализатор сифатида қўлланилиши олимлар томонидан расман патентлаштирилган.

Ренийнинг бошқа қийин эрийдиган металллар (вольфрам, молибден ва тантал) билан қотишмалари авиа ва космик техникада (термион двигател деталлари, ракеталарнинг тумшук қисми насадкалари, ракета қавариқ ғовак қисмлари, газли қувурлар палласи ва бошқаларни тайёрлашда) қўлланилади.

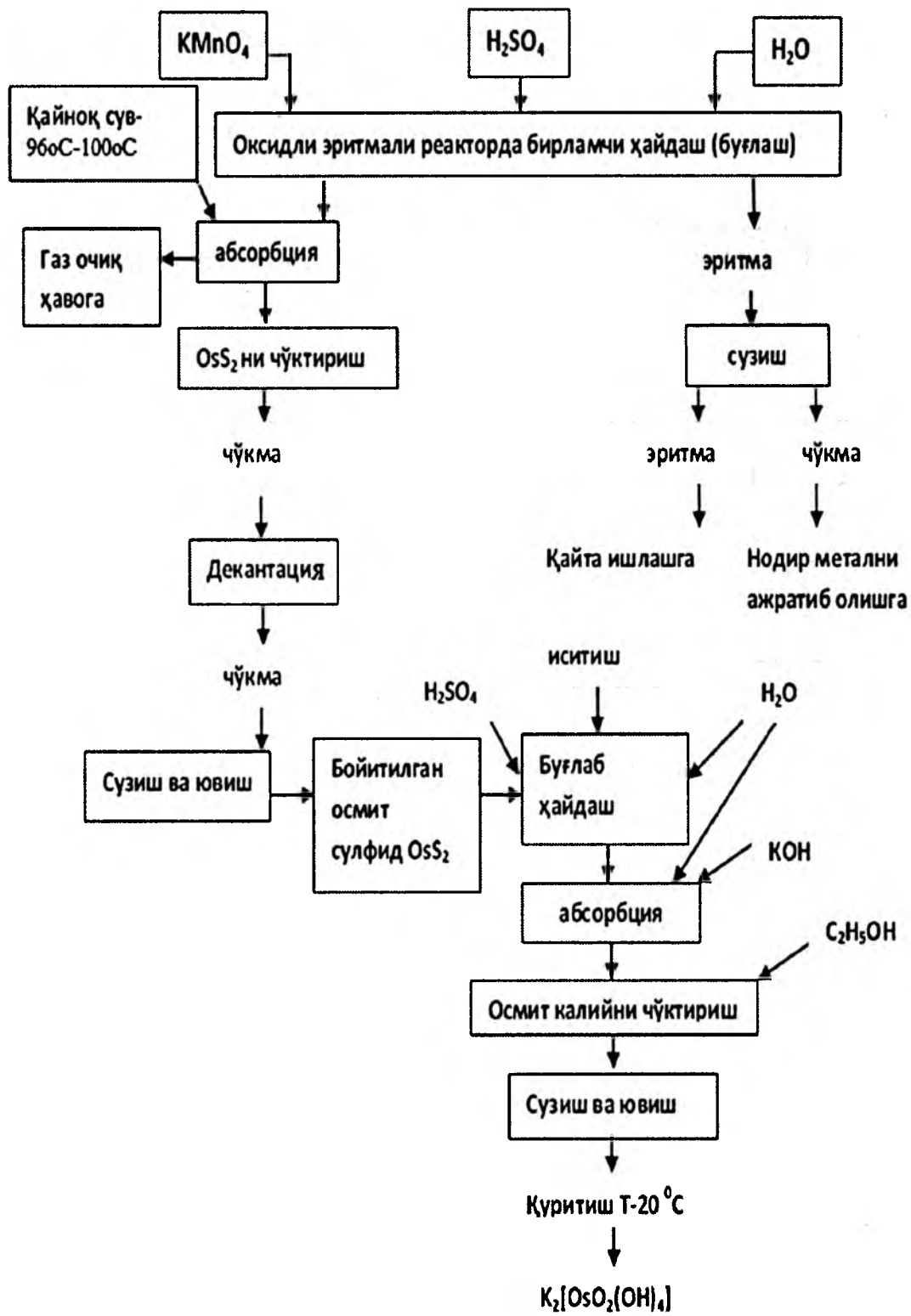
**76. ОСМИЙ** – (грекчадан “osme” – “ҳид”; лот. “Osmium”). Os – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 76, атом массаси 190,2, платина металлари оиласига мансуб. Табиатда 7 та барқарор изотоплари мавжуд:  $^{184}\text{Os}$  (0,018%),  $^{186}\text{Os}$  (1,59%),  $^{187}\text{Os}$  (1,64%),  $^{188}\text{Os}$  (13,3%),  $^{189}\text{Os}$  (16,1%),  $^{190}\text{Os}$  (26,4%),  $^{192}\text{Os}$  (41,1%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^6$ .



Смитсон Теннант  
(1761-1815)

1804 йилда инглиз олими С.Теннант томонидан кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида масса бўйича миқдори  $5 \cdot 10^{-6}$  %. Асосий минераллари: табиий қотишмалар Os ва Ir – осмийли ирридий, Os ва Ir дан ташқари улар бир қанча минерал ҳосил қилувчи элементлар таркибига ва қаттиқ эритмалар синфига киради. Осмий яна S ва As туридаги бирикмалар ҳолида ҳам учрайди (эрлихманит, осмийли лаурит, осарсит). Изоморф қўшимчалар сифатида халькопирит, пирротин, пентландит, кубанит, магнетит таркибига киради.



3.15-расм. Осмиини кукун ҳолида олишнинг технологик тасвири.



**Физик хоссалари.** Осмий ҳаворанг оқ ялтироқ металл, гекс.;  $p = 22,5^{20}$ ;  $t_{\text{суюқ}} = 3027$ ;  $t_{\text{қайн.}} = 5000$ ;  $c_p = 0,129^{0-25}$ ;  $C_p^\circ = 24,7$ ;  $S^\circ = 32,6$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}} = 31,8$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 749$ ;  $p = 1^{3240}$ ;  $10^{3630}$ ;  $100^{4110}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Жуда майдаланган осмий кукуни хона хароратида ҳавода  $\text{OsO}_4$  гача секин оксидланади, ҳавода қиздирилганда ёниши мумкин. Хона шароитида  $400^\circ\text{C}$  температурагача оксидланишга чидамли. Компактли  $\text{Os}$  иссиқ  $\text{HCl}$  ва зар сувида эримайди. Майда дисперсли  $\text{Os}$   $\text{HNO}_3$  ва қайноқ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да  $\text{OsO}_4$  гача оксидланади, қиздирилганда  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Te}$  ва бошқалар билан таъсирлашади. Металл ҳолдаги осмий ишқор эритмаси ва оксидловчилар таъсирида реакцияга кириши мумкин, бунда беқарор тузлар эркин ҳолдаги осмий кислоталари  $\text{H}_2\text{OsO}_4$  осматлар ҳосил бўлади.  $\text{OsO}_4^{2-}$ ни  $\text{KOH}$  билан таъсирлашиш реакциясида этанол таъсирида ёки  $\text{KNO}_2$  билан реакциясидан осмат (VI)  $\text{K}_2[\text{OsO}_2(\text{OH})_4]$  ёки  $\text{K}_2\text{OsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  лар олинади. Осматлар этанол билан  $\text{Os}(\text{OH})_4$  (қора рангли) гидроксидгача қайтариледи. Азот атмосферасида диоксидига айланади.  $\text{OsO}_2$  перосматлар  $\text{M}_2[\text{OsO}_4\text{X}_2]$  маълум, бу ерда  $\text{X}=\text{OH}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{OsO}_4^{2-}$  ни концентранган ишқор эритмаларини таъсирлашувидан ҳосил бўлади.

**Олиниши.** Осмийни хомашё манбалари – платина таркибли маъданлардир (осмийни масса бўйича миқдори  $0,7-0,9 \cdot 10^{-4}\%$ ). Осмий ва бошқа платиноидлар  $\text{Cu}$  ва  $\text{Ni}$  ни электролитик рафинадлашда шлам (қолдиқларда) концентратланади. Шламлардан платинасимон металллар концентрати олинади, таркибида масса бўйича  $0,1\%$  осмий бўлади.

Осмийни ажратиб олиш учун концентратни ҳавода  $800 - 900^\circ\text{C}$  температурадан юқори температурада куйдирилади.

Газ фазада таркибида  $\text{OsO}_4$ ,  $\text{SO}_2$  ва  $\text{SeO}_2$  таркибли моддалар  $\text{NaOH}$  нинг  $10\%$  ли эритмасига юттирилади. Эритма  $\text{pH}=8$  гача нейтралланади ва сўнгра  $\text{SO}_2$  таъсирида  $\text{Na}_8[\text{Os}(\text{SO}_3)_6]$  тутган чўкма (масса бўйича  $2-3\%$   $\text{Os}$ ) олинади. Чўкмадан  $\text{SO}_2$  йўқотиш учун  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан қайта ишланади, кейин оксидловчилар (масалан,  $\text{NaOH}$  иштирокида  $\text{Cl}_2$  билан) ёрдамида қайта ишланади. Ҳосил бўлган  $\text{OsO}_4$  ни ҳайдаб, ишқорни  $20\%$  ли эритмасида юттирилади (эритмадаги осмийни миқдори  $60$  г/л). Бу эритма ҳосил бўлган перосматни осматгача қайтариш учун метанол билан қайта ишланади, сўнгра  $\text{KOH}$ нинг тўйинган эритмаси билан қайта ишланиб,  $\text{K}_2[\text{OsO}_2(\text{OH})_4]$  чўктирилади. Олинган туз  $120^\circ\text{C}$  температурада автоклавда  $\text{HCl}$  иштирокида водород билан қайтариледи ва осмий метали кўринишида олинади. Уни водород атмосферасида  $90^\circ\text{C}$  температурада қуритилади, кейин  $930^\circ\text{C}$  температурада куйдирилади ва жуда майда кукун ҳолигача майдаланади ( $\text{Os}$  ни миқдори  $99,98\%$ , қўшимчалар –  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Si}$ ).

Бошқа технологик тасвир бўйича  $\text{OsO}_4$  ни ишқорий эритмасини  $\text{NH}_4\text{Cl}$  билан қайта ишланади ва Фреми тузи  $[\text{OsO}_2(\text{NH}_4)_4]\text{Cl}_2$  олинади, қуритилади, водород атмосферасида  $700-800^\circ\text{C}$  температурада куйдирилади ва осмий губка кўринишида олинади, кейинчалик майдаланади ва водород фторид кислотаси билан турли қўшимчаларни йўқотиш учун қайта ишланади. Тозалиги  $\text{Os} - 99,95\%$  бўлган ҳолда олинади.

Осмийли эритмани бирламчи ҳайдашда реакторга  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  юборилади. Олинган эритма сузилади. Эритма қайта ишлашга юборилади, чўкмани нодир металллар цехига, газни эса сув ва  $\text{Na}_2\text{O}$  ни қўшган ҳолда адсорбция жараёнига йўналтирилади. Сўнгра  $\text{OsS}_2$  чўктирилади, чўкмани декантация қилинади, филтрланади ва ювилади. Кейин  $\text{OsS}_2$  сув ва сульфат кислота қўшилган ҳолда дистилланади, адсорбцияланади, кейин калий осмат чўктирилади, филтрланади ва ювилади, қуритилади ва осмий  $\text{K}_2[\text{OsO}_2(\text{OH})_4]$  кукуни кўринишида олинади.

**Қотишмалари.** Осмий юқори қаттиқлик ва ейилишга чидамли иридий, Ir ва Ru, W ва Mo, Pd ли қотишмалар учун асосий компонентдир.

**Қўлланилиши.** Юқори қаттиқлиги ва жуда юқори температурада суюқланиши осмийнинг ишқаланиш тугунларида қоплама сифатида қўллаш имконини беради.

Аммиак синтезида органик бирикмаларни гидридлашда катализатор сифатида қўлланилади.

“Осрам қотишмаси” (вольфрам билан осмий) накалли лампалар симини тайёрлашда ишлатилади.

Осмийни ҳарбий мақсадларда қўлланиши тўғрисида артиллерия тошлари ва ракеталарни боеголовка сифатида қўлланилиши тўғрисида маълумотлар бор. Шунингдек, авиа ва ракета техникасидаги электрон қурилмаларида ишлатилади.

Ўта қаттиқ ва ишқаланишга чидамли бўлган компонентлари иридий ва рутений билан қотишмаларидир.

Осмий тетраоксиди электрон микроскопияда биологик объектларни фиксация қилиш учун қўлланилади.

Платина (90 %) ва осмийнинг (10 %) қотишмаси электрокардиостимуляторлар ва энгил таёқчали клапанлари каби хирургик имплантантларда ишлатилади.

Осмийнинг алюминий билан қотишмаси одатда юқори пластик ва шу сабабли 2 баробар ортиқ чўзилиши мумкин.

Осмий-187 амалий кенг қўлланилмайди. Айрим маълумотларга кўра, бу изотоп билан олиб бориладиган ишлар капиталларини ўзлаштириш ноқонуний ҳисобланади.

Осмий изотопи аэрокосмик соҳада, фармацевтикада, бир қанча ўлчов асбобларини тайёрлашда, ювилер мақсадларда қўлланилади.

**77. ИРИДИЙ** ( греч. “iris”. туркум “iridos” – “камалак”; лот. “Iridium”). Ir – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 77, атом массаси 192,22; платина металлари оиласига киради. Табиий иридий икки барқарор изотоплар аралашмасидан ташкил топади  $^{193}\text{Ir}$  (62,7%) ва  $^{191}\text{Ir}$  (37,3%). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^7$ .

Иридийни инглиз олими С.Теннант томонидан 1804 йилда кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Иридий ер қобиғида масса бўйича  $1 \cdot 10^{-7}\%$ . Иридий ва осмий таркибли минераллари турли нисбатларда-невьянскит (Ir, Os) ёки осмийли иридий (Os, Ir), платинали, родийли ва рутенийли невянскитлар ауросмиридлар ҳолида учрайди. Турли минераллар таркибида (иридий  $10^{-4}\%$  гача) мис никель олтингугуртли темир таркибли рудалар таркибида тарқок ҳолда учрайди.

**Физик хоссалари.** Иридий – оқ кумуш рангли металл;  $t_{\text{суюқ.}} = 2447^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}} = 4577^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $22,42 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ). Иридий кб.;  $c_p = 0,131^{0-100}$ ;  $c_p^\circ = 25,10$ ;  $S^\circ = 35,48$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 26,4$ ;  $\Delta H_{\text{буғ.}} = 612,5$ ;  $p = 0,01^{2297}$ ;  $0,1^{2525}$ ;  $1^{2810}$ ;  $10^{3160}$ ;  $100^{3625}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Иридий ҳавода оддий шароитда ва қиздиришга чидамли, майдаланган кукуни кислород окимида  $600 - 1000^\circ\text{C}$  температурада  $\text{IrO}_2$  га айланади.  $1200^\circ\text{C}$  температурада қисман  $\text{IrO}_3$  кўринишида буғланади. Компакт иридий  $100^\circ\text{C}$  гача бўлган температурада барча маълум кислоталар ва уларнинг аралашмалари билан таъсирлашмайди. Янгитдан чўктирилган иридий қуруми зар сувида қисман эриб,  $\text{Ir(III)}$  ва  $\text{Ir(IV)}$  бирикмалари аралашмасини ҳосил қилади. Иридий кукуни ишқорий металллар хлоридлари иштирокида



Смитсон Теннант  
(1761-1815)

хлорлаш орқали 600 – 900°C температурада эритилиши ҳамда  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ёки  $\text{BaO}_2$  билан пиширилиб, кейинчалик кислоталарда эритилиши мумкин. Иридий фтор  $\text{F}_2$  билан 400 – 450°C, хлор ва олтингургурт билан қизил чўғланиш температурасида таъсирлашади.

**$\text{IrCl}_2$**  – ярқироқ қўнғир яшил кристалл. Ишқор ва кислоталарда ёмон эрийди. 773°C температурагача қиздирилганда,  $\text{IrCl}$  ва хлорга, 798°C дан юқори температурада тегишли элементларга парчланади. Металл иридийни ёки  $\text{IrCl}_3$  хлор окимида 763°C температурада қиздириб олинади.

**$\text{IrS}$**  – ярқироқ қўнғир-кўк тусли қаттиқ модда. Сувда ва кислоталарда оз миқдорда эрийди. Калий сульфидида эрийди. Металл ҳолатидаги иридийни олтингургурт буғларида қиздириб олинади.

**$\text{Ir}_2\text{O}_3$**  – ярқироқ қўнғир-кўк модда. Сув ва этанолда оз миқдорда эрийди. Сульфат кислотасида ҳам эрийди. Иридий (III) сульфидини енгил куйдириш орқали олинади.

**$\text{IrCl}_3$**  – учувчан бирикма, унинг ранги олинган маҳсулотнинг майдаланганлик даражаси ва тозалигига боғлиқ равишда тўқ зайтун рангидан то ёрқин сариқ-яшил ранггача ўзгаради. Тўқ зайтун рангли бирикманинг зичлиги – 5,292 г/см<sup>3</sup>, сувда, ишқорларда ва кислоталарда оз миқдорда эрийди. 765°Cда  $\text{IrCl}_2$  ва хлорга, 773°C температурада  $\text{IrCl}$  ва хлорга, 798°C температурадан юқори температурада – тегишли элементларга қадар парчланади. 600°C температурагача қиздирилган иридий юқларига куёш нурлари билан тўғридан-тўғри ёритилганда ёнаётган магнийли тасма иштирокида хлор таъсир эттириб олинади. Бундай шароитда 15-20 дақиқадан сўнг тоза иридий хлориди олинади.

**$\text{IrBr}_3$**  – зайтун-яшил рангли кристалл модда. Сувда эрийди, спиртда оз миқдорда эрийди. 105-120°C гача бўлган температурада дегидратланади. Кучли қиздирилганда тегишли элементларга қадар парчланади.  $\text{IrO}_2$  нинг бромид кислотаси билан таъсири натижасида олинади.

**$\text{Ir}_2\text{S}_3$**  – қаттиқ жигаррангдаги модда. 1050°C дан юқори температурада тегишли элементларга парчланади. Сувда оз миқдорда эрийди. Нитрат кислотаси ва калий сульфиди эритмасида эрийди. Водород сульфидининг иридий (III) хлоридига таъсири ёки кукун ҳолатидаги металл иридийнинг вакуумда 1050°C дан юқори бўлмаган температурада олтингургурт билан қиздириш натижасида олинади.

**$\text{IrO}_2$**  – қора тетрагональ кристаллар рутил панжараси кўринишида бўлиб, зичлиги – 3,15 г/см<sup>3</sup> га тенг. Сувда, этанол ва кислоталарда оз миқдорда эрийди. Водород билан металлга қадар қайтарилади. Қиздирилганда элементларга қадар термик диссоцияланади. Кукун ҳолатидаги иридийни ҳавода ёки кислородда 700°C температурагача қиздириб,  $\text{IrO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ни парчалаб олинади.

**$\text{IrF}_4$**  – сариқ мойсимон суюқлик, ҳавода парчланиб, сув билан гидролизланади.  $t_{\text{суюқ}} = 106^\circ\text{C}$ .  $\text{IrF}_6$  ни кукун ҳолатидаги иридий билан 150°C температурада қиздириб олинади.

**$\text{IrCl}_4$**  – гигроскопик жигар рангли қаттиқ модда. Совуқ сувда эрийди ва иссиқ сувда парчланади. Металл иридийни хлор билан юқори босим остида (600-700 °C) қиздириб олинади.

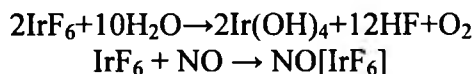
**$\text{IrBr}_4$**  – ҳавода суюқланадиган кўк рангли модда. Этанолда эрийди, сувда парчланди, қиздирилганда тегишли элементларга қадар диссоцияланади.  $\text{IrO}_2$  нинг бромид кислотаси билан паст температурада таъсирлашиши билан олинади.

**$\text{IrS}_2$**  – қаттиқ жигарранг модда. Сувда кам миқдорда эрийди. Водородсульфидини иридий (IV) тузлари эритмаси устида ўтказиб ёки кукун ҳолатидаги иридийни олтингургурт билан вакуумда ҳавосиз шароитда қиздириб олинади.

**$\text{Ir}(\text{OH})_4$**  – ( $\text{IrO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) хлороиридат (IV)ларни оксидловчилар иштирокида,

эритмаларини нейтраллаш натижасида олинади. Кўнғир-кўк чўкма  $\text{Ir}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  хлороиридат (III)ларни ишқорли муҳитда нейтрализация қилиб олинади ва ҳавода осонгина  $\text{IrO}_2$  қадар оксидланади. Деярли сувда эримади.

$\text{IrF}_6$  – сариқ тетрагонал кристалл модда.  $t_{\text{суюк}}=44^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}}=53^\circ\text{C}$ , зичлиги – 6,0 г/см<sup>3</sup>. Иридий метали таъсири натижасида  $\text{IrF}_4$ га айланади, водород билан иридий металига қадар қайтарилади. Флюоритли трубкада иридийни фтор атмосферасида қиздириб олинади. Кучли оксидловчи, сув ва азотмонооксиди билан таъсирлашади:



$\text{IrS}_3$  – кулранг, сувда оз эрийдиган кукун. Кукунсимон иридийни мўл миқдордаги олтингургурт билан вакуумда қиздириб олинади. Олти валентли иридий бирикмаси ҳисобланмайди, чунки таркибида S-S боғларни тутади.

Одатда ва қиздирилганда ҳавода барқарор. 1200°C температурадан юқори температурада кислород атмосферасида иридий қисман уч оксид кўринишида  $\text{IrO}_3$  оксидланади, ушбу бирикиш жараёни фақат газли фазада, 1200°C температурада таъсирлашади. Иридий оксидлари сувда, кислота, ишқорларда эримади.

**Олиниши.** Иридий олишда асосий манба – мис ва никел ишлаб чиқариш корхонасининг анодли шламли қолдиқ чиқиндиларидир. Платина гуруҳи металлари концентратидан Au, Pd, Pt ва бошқалар ажратиб олинади. Ru, Os ва Ir таркибли қолдиқ  $\text{KNO}_3$  ва KOH билан эритмага айлантирилади. Сув билан танлаб эритилади, эритма  $\text{Cl}_2$  билан оксидланади,  $\text{OsO}_4$  ва  $\text{RuO}_4$  ҳайдаб олинади, иридий таркибли чўкма  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ва NaOH билан суюкланма зар суви ва  $\text{NH}_4\text{Cl}$  эритмаси билан қайта ишланади, иридий  $(\text{NH}_4)_2[\text{IrCl}_6]$  кўринишида чўктирилади, кейин юқори температурада куйдириб иридий метали олинади. Юқори алифатик аминлар билан эритмалардан гексахлориридатларни экстракциялаб ажратиш усулини келажаги бор. Мутахассисларнинг таъкидлашича, нодирмас металллардан иридийни ажратиш учун келажакда ион алмашиниш усулидан фойдаланиш маъқулроқ бўлади.

Осмий гуруҳи минералларидан иридийни ажратишда минерални  $\text{BaO}_2$  билан қайта ишланади,  $\text{OsO}_4$  ни ҳайдаб олинади ва иридийни  $(\text{NH}_4)_2[\text{IrCl}_6]$  кўринишида чўктирилади.

**Қотишмалари.** Иридийнинг W ва Th билан қотишмалари – термoeлектрик генераторлар материаллари, Hf билан космик аппаратларда ёқилғи баклари материали, Rh, Re, W билан 2000°C температурадан юқори температурада эксплуатация қилинадиган термопара материали, La ва Ce билан – термoeмиссион катод материаллари сифатида қўлланилади. Радиофаол изотопи  $^{192}\text{Ir}$  қувур ўтказгичларнинг радиографик тадқиқотларида γ-нурларнинг портатив манбаси сифатида ҳамда саратон касалликларида радиотерапия учун қўлланилади.

**Ишлатилиши.** Иридийнинг асосий қисми қотишма кўринишида ишлатилади, асосан платинали қотишмалари, кимёвий идишлар, заргарлик буюмлари, жарроҳлик асбоблари, эримайдиган анодлар тайёрлаш учун аниқлик билан ишлайдиган приборлар тузишда ва бошқа соҳаларда қўлланилади.

**78. ПЛАТИНА** (исп. “platina” – “камайтирувчи”, plata – кумуш; лот. Platinum) Pt – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, тартиб рақами 78, атом массаси 195,08, платина металлари оиласига киради. Табиий платина тўрт барқарор изотопдан ташкил топган:  $^{194}\text{Pt}$ (32,9%),  $^{195}\text{Pt}$ (33,8%),  $^{196}\text{Pt}$ (25,2%),  $^{198}\text{Pt}$  (7,2%) ва икки радиофаол изотоп  $^{190}\text{Pt}$ (0,013%),  $^{192}\text{Pt}$ (0,78%). Элементнинг электрон тузилиши  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1 4f^{14} 5d^9$ .

Тоза платина элементи 1803 йилда олим Волластон томонидан соф ҳолда тажрибада ажратиб олинган.

**Табиатда тарқалиши.** Платина нисбатан ноёб элементлардан биридир, унинг ер юзидаги ўрғача масса бўйича миқдори  $5 \cdot 10^{-7} \%$  ни ташкил қилади. Платинанинг муҳим минераллари – туғма (соф ҳолда) платина, поликсен (6-10% Fe мавжуд), палладийли платина (60-90% Pt, 7-39% Pd), ферроплатина (12-20% Fe), иридийли платина (55-60% Pt, 30% гача Ir), сперрилит  $\text{PtAs}_2$ , куперит  $\text{PtS}$ , брэггит (Pt, Pd, Ni)S лар ҳисобланади.

**Физик хоссалари.** Платина оқ-кумушрангли металл,  $t_{\text{суюк}} = 1769^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{кайн}} = 3800^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $21,4520 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho = 0,13325$ ;  $\alpha_P = 25,9$ ;  $\alpha_S = 41,5$ ;  $\Delta H = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 19,7$ ;  $\Delta H_{\text{буг.}} = 510,4$ ;  $\rho = 0,012049$ ;  $0,12270$ ;  $12530$ ;  $102860$   $1003270$ ; Иссиқ ҳолатда яхши силлиқланади ва пайвандланади. Платинани совуқ деформациялаш уни мустаҳкамроқ қилади. Платинани юмшатиш унинг пластиклигини тиклайди. Легирловчи қўшимчалар, одатда, унинг мустаҳкамлиги ва қаттиклигини оширади.

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий хоссаларига кўра платина палладийга яқин, аммо бироз кимёвий барқарорлигига кўра устунлик қилади. Хавода ва кислород атмосферасида қиздирилганда учувчи оксидлар ҳосил қилиб оксидланади.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да ва бромда секин эрийди, бироқ зар сувида тўлиқ эрийди. Бошқа минерал ва органик кислоталар билан таъсирлашмайди. Қиздирилганда ишқорлар,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , S, Se, Te, P, C, Si ва галогенлар билан реакцияга киришади.  $\text{H}_2$  ни ютади, бироқ Pd, Ir ва Ru дан кўра камроқ. Платина таркибига ўтган  $\text{H}_2$  ни вакуумда олиш қийин.

Кислород билан қизил-жигарранг  $\text{PtO}_3$  оксидини, жигарранг  $\text{PtO}_2$  оксидини ва қора PtO оксидини ҳосил қилади, бунда улар тегишли равишда температураларда, хона ҳароратида,  $380\text{-}400^\circ\text{C}$  ва  $560^\circ\text{C}$  ларда парчланади.

**Олиниши.** Чўкинди платина, платина ломлари ёки концентратлари зар сувида эрийди. Сўнг эритмадаги ортикча  $\text{HNO}_3$  ни чиқариш ва иридий билан палладийни  $\text{Ir}^{3+}$  ҳамда  $\text{Pd}^{2+}$  гача тиклаш учун этанол ва шакар сиропи қўшилади. Кейинчалик  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ёрдамида  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$  чўктирилади, чўкма қуригилади ва ҳароратни босқичма-босқич  $800\text{-}1000^\circ\text{C}$  температурагача кўтариб қиздириш натижасида тоза бўлмаган говакли платина олинади. Тоза платина эса ушбу маҳсулотни зар сувида эритиб, қайта чўктириб, қиздириш орқали олинади. Говакларини йўқотиш учун платина қайта эритилади. Платина тузларини тиклаш жараёнида майда заррачали қора платина олинади. Платина қопламаларини олиш учун фосфат ёки цис-диамминнитрит электролитлари ишлатилади.

**Қотишмалари.** Pt-Pd(70-30%) қотишмаси – 70 йилларда автомобиллар чиқинди газларининг тўлиқ ёнишида катализатор вазифасида фойдаланилган. Юқори кучланишли реле туташмаларида платинанинг иридий ва рутений билан қотишмаси ишлатилади. Платина ва унинг иридий ҳамда рений билан қотишмаси нефт кимёсида бензиннинг октан сонини ошириш мақсадида қўлланилади. Rh ва Au ли қотишмаларидан эса шишали тола ишлаб



Уильям Хайд Волластон или Уолластон (1766-1828)

чиқариш учун филъерлар олишда ишлатилади, шунингдек, печларда футеровка, керамика ва шиша учун бўёқ сифатида ҳам фойдаланилади

**Ишлатилиши.** Платина, унинг қотишмалари ва бирикмаларининг асосий ишлатилиш соҳалари – автомобилсозлик (ривожланган мамлакатларда 30-65%), электротехника ва электроника (7-13%), нефт кимёси ва органик синтез (7-12%), шиша ва керамика саноати (3-17%), заргарлик буюмлари (2-35%). Электроника ва электротехникада платина электр жиҳозлари улаш ва қаршилик печларида ишлатилади.

Шиша саноатида платина родий ва иридий аралашмаси қўшилган ҳолда оптик шиша ишлаб чиқариш печининг асосий конструкцион материали сифатида фойдаланилади. Платина, шунингдек, юқори температурада ишловчи термopара ва қаршилик термометрларида материал сифатида, электролизда электрод сифатида, лаборатория идишлари ва жиҳозлари ясашда, тиш даволаш ишларида ҳам ишлатилади.

XIX асрнинг биринчи чорагидан Россияда юқори сифатли пўлатни легирловчи қўшимча сифатида ишлатила бошланди.

Платина катализатор сифатида ҳам ишлатилади. (асосан родийли қотишмаси). Платинадан оптик шишани эритиш жараёни учун идишлар ва аралаштиргичлар, лазер техникаси учун махсус ойналар, иридийли қотишмасидан мустаҳкам электр улаш тизимлари ишлаб чиқарилади.

Платина бирикмалари (аминоплатинат) саратон касаллигининг турли хил формаларини даволашда цитостатик сифатида қўлланилади. Платина ва унинг қотишмалари заргарлик буюмлари ясашда ҳам кенг ишлатилади.

Ҳар йили дунё заргарлик саноати 50 тоннагача платина ишлатади. 2001 йилгача платина заргарлигининг асосий талабгори Япония эди. 2001 йилдан кейин дунё бўйича 50% бозорни Хитой эгаллади. 1980 йилларда Хитой платинали заргарлик буюмларининг 1% ига эгалик қиларди. Ҳозирги кунда Хитойда йилига ўртача 10 млн дона платина заргарлик буюмлари сотилади. Бу буюмларнинг умумий массаси 25 тоннани ташкил қилади.

Платина, олтин ва кумуш – танга вазифасини ўтовчи асосий металллардандир. Бироқ платинадан танга ясаш олтин ва кумушдан минг йиллардан кейин бошланди. Платинадан буюк хизматлари учун рағбатлантирувчи кўкрак нишонлар тайёрлаш учун ҳам ишлатилади.

**79. ОЛТИН** (Augum) Au – кимёвий элементлар даврий жадвалининг I гуруҳ элементи, тартиб рақами 79, атом массаси 196,9665, нодир металллар туркумига киради. Табиатда фақат битта барқарор изотопи учрайди  $^{197}\text{Au}$ . Элементнинг электрон тузилиши:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1 4f^{14} 5d^{10}$ .

Олтин инсониятга нафақат энг қадимги даврлардан маълум, балки у инсониятнинг ўз эҳтиёжлари учун фойдалана бошлаган ва кашф этилган металлларидан энг биринчисидир. Олтинни қадимдан Мисрда (мил.авв. 4100-3900), Ҳиндистон ва Ҳиндихитойда (мил.авв. 2000-1500) казиб олинганлиги ва ундан турли буюмлар ясалганлиги тўғрисида археологик маълумотлар мавжуд.

**Табиатда тарқалиши.** Олтин ер қобигида массасига кўра  $4,3 \cdot 10^{-7}$  % ни ташкил қилади. Табиатда 20 дан ортиқ минераллари мавжуд бўлиб, уларнинг асосийси туғма олтин (электрум, мисли, палладийли, висмутли олтин ва ҳ.к.), таркибида Ag бўлган (озгина миқдордан 43% гача) қаттиқ эритма ҳосил қилади. Au кимёвий бирикмалари табиатда кам учрайди, булар асосан теллуридлар – калаверит  $\text{AuTe}_2$ , креннерит  $(\text{Au,Ag})\text{Te}_2$ , сильванит  $\text{AuAgTe}_4$ , петцит  $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$ , мутманнит  $(\text{Ag,Au})\text{Te}$ , монтбрейит  $\text{Au}_2\text{Te}_3$  ва ҳ.к. Олтин асосан кварц, карбонатлар, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопиритлар билан бирга учрайди. Рудаларда эса 0,1-1000 мкм гача ҳажмлардаги зарра шаклида, баъзан бир неча ўн

килограммгача бўлган туғма ҳолда учрайди. Шунингдек, Cu, Fe, Pb таркибли, айрим ҳолларда платина гуруҳи металлари, Mn, Be ва бошқалар қаттиқ эритма таркибида бўлади.

Ўзбекистонда маъданли ва олтин минераллари бўлган 600 га яқин кон манбалари маълум. Ўзбекистон Республикаси Давлат Геология фонди томонидан 144 та жой кадастр қилинган. Шундан бор-йўғи 12 тасида ишлаб чиқариш йўлга қўйилган, 16 тасида кидириш ишлари олиб борилмоқда, 15 та кон кидириб топилган. 2017 йилги маълумот бўйича олтиннинг асосий қазилма бойликлари жойлашган энг аҳамиятлилари, учта геологик-иктисодий районларда (ГИР) жойлашган: Қизилқумда (Кўкпатас, Мурунгов, Муўютенбой, Балпантов, Беспантов, Омонтайтов, Даугизтов, Ажибугут, Турбой, Олтинтов, Айчим ва бошқалар), Нурота-Самарқанд йўналишида (Чормитан, Гужумсой, Сармиш, Бирансой, Маржонбулок, Олтинқазган ва бошқалар) ва Тошкент вилояти атрофи (Кўчбулок, Қайрағоч, Қизилолмасой, Оқтурпоқ, Ковулди, Пирмуроб, Ғузаксой, Сартабутқон ва ҳ.к.).

Ўзбекистондаги олтин маъданлари жойлашган рўйхатда, ҳақли равишда биринчи ўринни энг катта қазилма бойлик манбаси бўлган Мурунгов эгаллайди. Бу коннинг очилиши, кидириш ишлари ва ундан унумли фойдаланиш жараёнлари ҳар доим геологларда, тоғ-кончиларида, технологларда ва давлатнинг барча ишбилармонларига қизиқиш уйғотиб келмоқда (2017 й маълумотларидан). Ўз таркибиға ГМЗ-1,2 ва 1995 йилда қурилган ГМЗ-3, 2010 йил ишға туширилган ГМЗ-4 ларни ўзида мужассам этган Навоий кон металлургия комбинатидан ташқари, кидириб топилган конлар базасида Ангрен ва Чодак олтин ажратиб олувчи фабрикалар ҳам фаолият кўрсатмоқда.

Олтин қазиб оладиган саноат корхоналарининг захира таъминоти турлича баҳолаш бўйича юқори туради.

Республиканинг олтин маъданларини намоён бўлиши асосан учта металлогенетик зоналарда концентрланади: Қурама, Зарафшон-Туркистон ва Жанубий Бўкантоғ, қисман даражада Туркистон-Олой ва Зарафшон-Олой, ҳамда яна озроқ даражада Қатармой ва Шимолий Бўкантоғ тоғ кон зоналаридир.

Олтин-кварцли ГСТ (геологик саноат турида)

1.Мурунгов (Мурунгов, Мутенбой, Бесапантов)

2.Чормитан

3.Пирмуроб (Пирмуроб, Ғузаксой)

Олтин-сульфидли-кварцли ГСТ

1.Қизилолмасой (Қизилолмасой, Оқтурпоқ)

2.Кочбулок (Кочбулок, Қаулди, Қайрағоч)

3.Болпантов

4.Маржонбулок

5.Сармиш (Сармиш, Бирансой)

6.Булутхан (Булутхан, Рабинжон, Қумтепа)

**Физикавий хоссалари.** Олтин сариқ металл;  $t_{\text{суюқ.}} = 1064,43^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 2947^{\circ}\text{C}$ ; зичлиги  $19,299 \text{ г/см}^3$ . Олтин кб.;  $c_p = 0,132^{0-100}$ ;  $C_p^{\circ} = 25,4$ ;  $S^{\circ} = 47,40$ ;  $\Delta H^{\circ} = 0$ ;  $\Delta G^{\circ} = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ.}} = 12,55$ ;  $\Delta H_{\text{пар}} = 348,5$ ;  $\sigma = 1120^{1200}$ ;  $\rho = 0,01^{1403}$ ;  $0,1^{1574}$ ;  $10^{2055}$ ;  $100^{2412}$ ; Буғ босими, 0,01 мм симоб устуни;  $1403^{\circ}\text{C}$  ҳароратда;  $0,1 - 1574^{\circ}\text{C}$ ;  $10 - 2055^{\circ}\text{C}$ ;  $100 - 2421^{\circ}\text{C}$ .  $1200^{\circ}\text{C}$  ҳароратда сирт таранглиги –  $1120 \text{ мН/м}$ .

Олтин – юмшоқ ва пластик металл. Моос шкаласи бўйича олтиннинг қаттиқлик даражаси 2,5 га тенг (10 – олмоснинг қаттиқлик даражаси). Тоза олтиннинг бир функциясини (31,103 г) 9 квадрат метр майдонга ёйиш ёки жуда ингичка 5 микронли 50 километр ип тайёрлаш мумкин.

Мис, қўргошин, мишьякли қўшимчалар олтиннинг болғаланувчанлик даражасини кескин туширади.

Атом радиуси, А (Полинг бўйича) - 1,44.

Ион радиуси  $Au^+$ , А (Аренс бўйича) - 1,37.

Атом ҳажми,  $см^3/г$  атом - 10,23.

Олтиннинг термодинамик хусусиятлари (хоссалари)

Стандарт ҳосил бўлиш энтальпияси  $\Delta H$  (298 К) – 0 кДж/моль.

Стандарт ҳосил бўлиш Гиббс энергияси  $\Delta G$  (298 К) – 0 кДж/моль.

Стандарт ҳосил бўлиш энтропияси S (298 К) – 47,4 Дж/моль.

Стандарт моляр иссиқлик сифими  $C_p$  (298 К) – 25,4 Дж/моль.

Эриш энтальпияси  $\Delta H_{эриш}$  – 12,55 кДж/моль.

Қайнаш энтальпияси  $\Delta H_{қайнаш}$  – 348,5 кДж/моль

**Кимёвий хоссалари.** Паст кимёвий фаоллик олтиннинг асосий хусусиятларидан биридир.

Олтин “зар суви”да ва калий цианидда эрийди. Сульфат ва нитрат кислоталарда 250°C температурада қайнатилганда қисман эрийди. Шунингдек олтин селен кислотаси ( $H_2SeO_4$ ) да хлорид ва хром кислоталари аралашмаларида эрийди.

**Олтин ва кислород.** Кислород оқимида 450°C температурагача киздирилганда бир ҳажм олтин 48 ҳажм кислородни ютади. Ҳозирги вақтда олтиннинг бир валентли оксиди мавжудлиги аниқланган  $Au_2O$ . Бу кўк рангли гидрозол ёки мустаҳкам бўлмаган сиёҳранг кукун. Олтин (I) оксидини  $AuCl$ ,  $Au_2Cl_6$ ни калий гидроксид ёки ишқорий металл карбонати билан қайнатиб олиш мумкин.

Олтиннинг уч валентли оксиди ҳам олинган –  $Au_2O_3$ . Бу жигарранг қаттиқ бирикма. Олтин (III) оксиди беқарор, ёруғликда ёки 155°C температурада қиздирилганда парчаланadi. КОН да эрийди. Олтин (III) оксидини  $AuO(OH)$  вакуумда қиздириб ёки кислород ва озон аралашмасини диспергацияланган олтинга таъсир эттириб олиш мумкин. Бунда қорамтир жигарранг чанг ҳосил бўлади, у 40%  $Au_2O_3$ даги олтин аралашмасидан иборат. Ушбу кукунни 150°C температурада қиздирганда озон ажралади ва олтин металнининг кукунни ҳосил бўлади.

Агар  $Au_2O_3$  га аммиак таъсир эттирилса, қуритилгандан сўнг олтин деб номланувчи, тез алангаланадиган, ҳаттоки эҳтиётсиз қўл теккизганда ҳам портловчи модда ҳосил бўлади.

$\Delta H_{298(хос.)}^0 = -13,0$  кДж/моль;  $\Delta G_{298(хос.)}^0 = 78,7$  кДж/моль. Оксидларни ҳосил бўлиш реакцияларининг эндотермиклиги, олтиннинг одатдаги шароитларда оксидланишини қийинлиги билан изоҳланади.

Шуни таъкидлаш керакки, қотишмалар тайёрлаш жараёнларида олтиннинг кислородли бирикмалари ҳосил бўлмайди, чунки улар қиздирилганда осон парчаланadi ва ҳаттоки ёруғликда ҳам.

**Олтин ва олтингугурт.** Олтин ва олтингугуртнинг биргаликдаги суюқланмасида ҳеч қандай бирикма ҳосил қилмайди. Олтиннинг олтингугуртли бирикмасини водород-сульфид билан калий цианида эритилган олтинни таъсирлаштириш орқали олиш мумкин. Ушбу эритмадан хлорид кислота ёрдамида  $Au_2S$  чўктирилади. Олтин (I) сульфиди қорамтир-жигарранг тусдаги қаттиқ модда, сувда ва суюлтирилган кислоталарда ёмон эрийди. “Зар суви”да, цианидлар, ишқорий металлларнинг сульфид ва полисульфидларида эрийди.

$Au_2S_3$  олтин сульфидининг хоссалари И.Н. Масленицкий томонидан баён қилинган. У ушбу моддани кулранг тусдаги кичик ялтироқ маҳсулот кўринишида олган. Оддий шароитларда бу



бирирма кислоталарга нисбатан тургун, аммо цианид эритмаларида парчланади. 200°C температурадан юкори хароратда қиздирилганда Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub> парчланиб, олтин ажралиб чиқади.

**Олтин ва азот.** Агар қайнаётган сувда олтин оксидига аммиак таъсир эттирилса, Au<sub>3</sub>N 5H<sub>2</sub>O таркибли нитрид ҳосил бўлади.

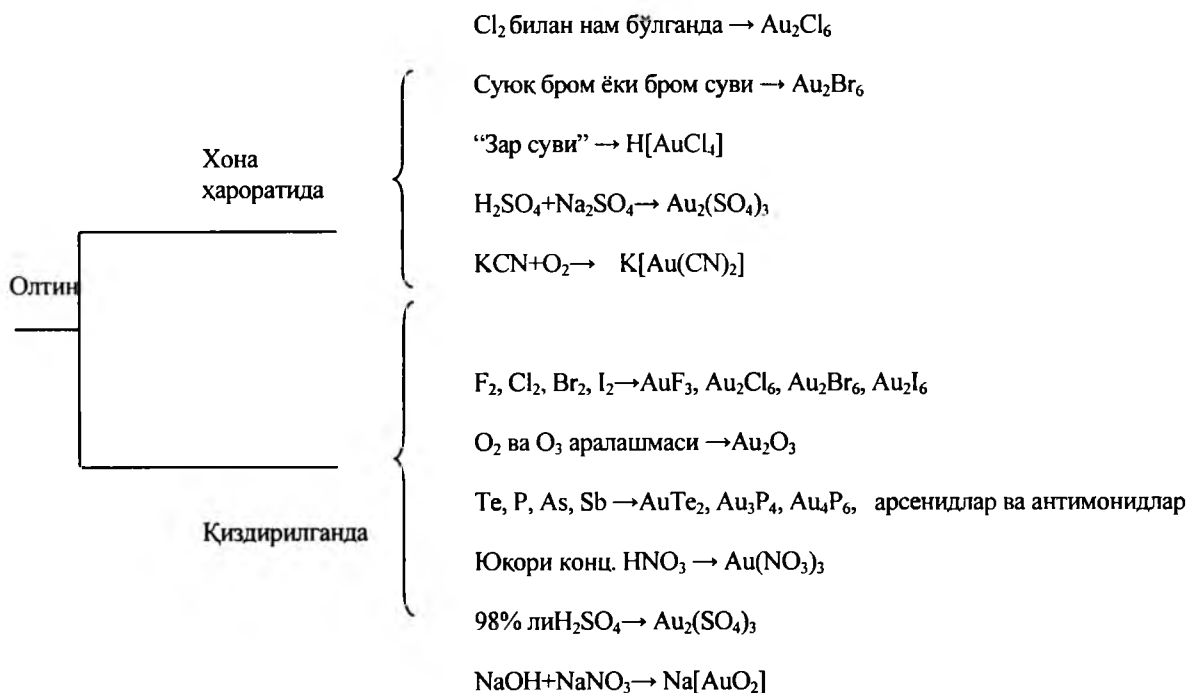
Аммиак билан AuO таъсирлашганда куйидаги реакция бўйича икки валентли олтин нитриди ҳосил бўлади Au<sub>3</sub>N<sub>2</sub>:



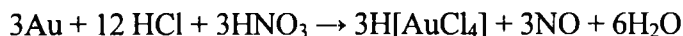
**Олтин ва фосфор.** Олтин фосфидини Au<sub>2</sub>P<sub>3</sub> қайтариш реакцияси асосида тайёрланган олтинни қизил фосфор билан кавшарланган жойда 500°C температурада олинган. Бу яшил мўрт модда бўлиб, 7,2 ккал/моль энергия ютилишидан ҳосил бўлади, қиздирилганда осонлик билан парчланади.

**Олтин ва углерод.** Олтин карбид – Au<sub>2</sub>C<sub>2</sub> ни олтин тузларини ацетилен билан ишлов бериб ҳосил қилиш мумкин. Бу бирикма мустаҳкам бўлмайди ва поргловчи модда ҳосил қилади.

Металл ҳолидаги олтин фтор, хлор (газ ёки хлорли сув) ва йод билан қиздирилганда тегишли галогенларни ҳосил қилади. Совуқ хароратда хлор олтин билан фақатгина намлик иштирокида реакцияга киришади. Металл ҳолидаги олтин одатдаги хароратда суяк бромда, бром сувида ёки бромни эфирли эритмаларида осон эрийди ва олтин трибромид ҳосил қилади.



Олтин HClни ортикча миқдори иштирокида зар сувида эритилса, олтинводородхлоридли кислота чўкмага тушади:



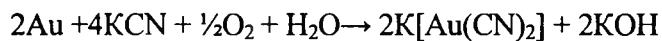
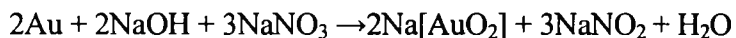
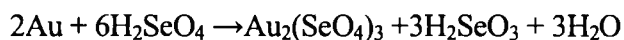
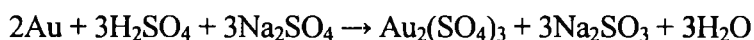
Галогеноводородлар (HF, HCl, HBr, HI) олтин билан нитрат, гипохлорит, хлорат, перманганат ва пероксид оксидловчилари иштирокида реакцияга киришади.

Кислород, олтингурут, азот ва бор олтин билан бевосита реакцияга киришмайди. Кислород ва озон аралашмасининг металл ҳолидаги олтин билан таъсирлашиши натижасида олтин (III) оксиди – Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ҳосил бўлади.

Олтин қиздирилганда теллур, фосфор, мышьяк ва сурьма билан AuTe<sub>2</sub> теллурид, Au<sub>3</sub>P<sub>4</sub> ва Au<sub>4</sub>P<sub>6</sub> фосфидлар, арсенатлар ва антимонидлар ҳосил қилган ҳолда реакцияга киришади.

Оксидловчилар (нитратлар, перманганатлар, хром кислотаси, иодатлар, перйодатлар, марганец (II) оксиди, рух (II) оксиди) ёрдамида олтин юқори концентрацияли сульфат кислота билан 300 °С температурадан юқори ҳароратда ва ортофосфор кислота билан 250°С температурада таъсирлашади. Олтиннинг реакцияга киришиш ҳолатлари қуйидаги схемада иллюстрацион кўрсатилган:

Олтин концентранган сульфат кислота ва гидросульфитлар ёки ишқорий металллар сульфатлари аралашмасида, 98% ли H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> эритмасида 130 °С температурадан юқори температурада эрийди, юқори концентрацияли тоза HNO<sub>3</sub> да, қиздирилганда ишқорий металллар нитратлари ва асослардан иборат суоқланмаларида натрий пероксиди ёки BaO<sub>2</sub> билан қиздирилганда кислород иштирокида ишқорий металллар цианид эритмаларида эрийди.

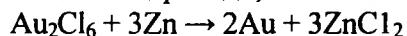


KOH эритмасида олтиннинг анодли эришида аурат калий K[AuO<sub>2</sub>] ва анодда чўкма Au<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ҳосил бўлади. Олтин HClO, HIO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HN<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH кислоталар билан реакцияга киришмайди.

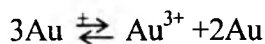
**Олтин бирикмалари.** Олтин (I) ва (III) нинг кўпгина ва олтин (II) нинг бир нечта бирикмалари аниқланган. Охириги бирикмалар барқарор эмас. Бир ва уч валентли олтин барқарор координацион бирикмалар ҳосил қилишга мойил.

Олтин тузлари эритмалари қайтарувчилар бўлмаганда барқарор бўлади, чунки улар иштирокида металл ҳолидаги олтин осон ажралади ёки олтиннинг турли хил рангдаги коллоид эритмалари ҳосил қилади.

Олтиннинг кўпчилик бирикмалари беқарор ва паст температураларда ҳам парчланади. Олтин тузларинининг эритмаларидан олтин ундан фаолроқ бўлган рух, магний, алюминий, никель каби металллар осонлик билан сиқиб чиқарилади, масалан:



**Бир валентли олтин бирикмалари.** Бир валентли олтин бирикмалари жуда кам учрайди, чунки одатда уларни олиш кийин, шу сабабли улар олтин (III) ва металл ҳолидаги олтин билан биргаликда ҳосил бўлади. Бир валентли олтин бирикмалари барқарор эмас, сувда тез парчаланеди:

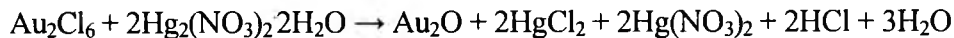
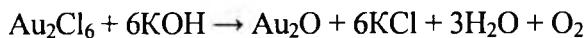
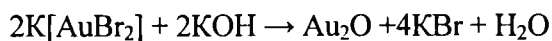
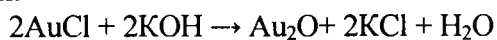


Олтин (I) нинг координацион бирикмалари, масалан,  $\text{Me}^I[\text{Au}(\text{CN})_2]$ , сувда барқарор ҳисобланади.

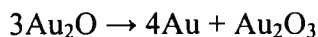
**Олтин гидрид.**  $\text{AuH}$ , олтин металлени водород атмосферасида киздирганда (1400 °C) ёки атомар водородни олтин фольгага таъсиридан кам миқдорда ҳосил бўлади.

Олтин гидрид оқ рангли кукун кўринишида бўлади. Олтин гидрид  $\text{NaOH}$  билан таъсирлашганда  $\text{AuOH}$  га ва  $\text{H}_2\text{S}$  билан таъсирлашганда  $\text{Au}_2\text{S}$  га айланади.

**Олтин оксиди.**  $\text{Au}_2\text{O}$  – олтин оксиди  $\text{AuCl}$ ,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ёки  $\text{K}[\text{AuBr}_2]$  ни  $\text{KOH}$  ёки ишқорий металл карбонати билан қайнатилганда, шунингдек,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  билан суюлтирилган эритмаларидан қайтариб олинади:



Олтин оксиди кўк рангли гидрозол ёки барқарор бўлмаган сиёхранг кукун кўринишида бўлади. У 225 °C температурада осонлик билан қуйидаги реакция бўйича диспропорцияланади:

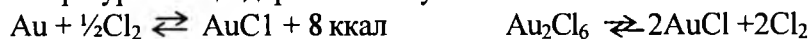


Шунинг учун олтин оксиди  $\text{Au}_2\text{O}$  ни олтин ва  $\text{Au}_2\text{O}_3$  дан ташкил топган аралашма деб қараш мумкин.

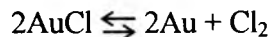
Концентрланган  $\text{NH}_4\text{OH}$  эритмасини  $\text{Au}_2\text{O}$  билан таъсирлаштириганда қора рангли, иссиқ сувда барқарор бўлмаган, киздирилганда портлаш билан парчаланадиган  $\text{Au}_3\text{N}$  ни ҳосил бўлади.

Шунингдек, қора рангли иссиқ сувда беқарор, кучли зарб таъсирида портлайдиган  $3\text{Au}_2\text{O} \cdot 4\text{NH}_3$  бирикмаси ҳам маълум.

**Олтин хлорид.**  $\text{AuCl}$ , газ ҳолидаги хлорни 254-282°C температурагача киздирилган олтин металл билан таъсирлаштириб,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  (175 °C) ни термик парчалаш орқали ёки  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  ни вакуумда 160-200°C температурагача киздириб олиш мумкин.



$\text{AuCl}$  бирикмаси сариқ рангли аморф кукун бўлиб, зичлиги 7,4 г/см<sup>3</sup>. Сувда яхши эримайди, ёруғлик таъсирида  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ва олтин метали билан диспропорцияланади, 287°C температурагача киздирилганда элементларга ажралади.



Кукун шаклида олтин хлорид димер  $Au_2Cl_2$  га эга бўлади. Олтин хлорид суюлтирилган  $HCl$  ва  $KBr$  билан куйидаги тенглама бўйича таъсирлашади:



**Дихлороауратлар** (I),  $Me^I[AuCl_2]$ , (бунда,  $Me^I = Na^+, K^+, NH_4^+$ ), ишқорий металлар хлоридларининг олтин (I) хлорид билан реакцияси натижасида, ишқорий металлар хлоридлари иштирокида олтин (III) хлоридини қайтарилганда ва  $Me^I[AuCl_4]$  ни суюқланма ҳолигача киздирганда ҳосил бўлади. Дихлороауратлар – сариқ рангли бирикма, улар беқарор ва сувда осон парчаланеди:

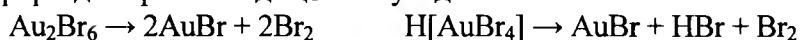


Аммиакатлар ҳам маълум  $AuCl_nNH_3$  (бунда,  $n = 12, 6, 4, 2, 1$ ). Суюқ аммиак билан  $AuCl$  таъсирлашганда оқ рангли кукун шаклидаги  $AuCl \cdot 12NH_3$  ҳосил бўлади,  $20^\circ C$  ҳароратда  $AuCl \cdot 3NH_3$  га айланади. Углерод оксидини  $120^\circ C$  ҳароратда тетрахлорэтилендаги  $Au_2Cl_6$  суспензиясидан ўтказилганда ёки  $AuCl$  ни  $CCl_4$  да (баъзан  $C_6H_6$  да) ёки  $90^\circ C$  ҳароратгача киздирилган  $AuCl$  дан ўтказилганда  $AuCl \cdot CO$  ҳосил бўлади.

$AuCl \cdot CO$  бирикмаси рангсиз кристалларга эга бўлиб, улар бензол ва эфирда эрувчан, сув, ҳаво, хлор, углерод оксиди иштирокида парчаланеди,  $75^\circ C$  температурадан юқори ҳароратда олтин, хлор ва фосгенга қисман парчланиб бугланади.

$[AuS=C(NH_2)_2]Cl$  бирикмаси олтин (I) оксиди ва тиомочевина тасирланишидан ҳосил бўлади.

**Олтин бромид.**  $AuBr$ ,  $Au_2Br_6$  ни  $115^\circ C$  температурагача киздирганда ёки  $H[AuBr_4] \cdot 3H_2O$  ни вакуумда  $10^\circ C$  ҳароратда парчалаганда ҳосил бўлади.



Олтин бромид қисман металл олтиндан ва  $Au_2Br_6$  дан иборат, чунки у осонлик билан куйидаги реакция бўйича диспропорцияланади:



$AuBr$  бирикмаси  $7,9 \text{ г/см}^3$  зичликдаги қаттиқ сариқ модда сифатида олинади.  $212^\circ C$  температурагача киздирилганда элементларга ажралади ва  $Au_2Br_6$  га ва олтин элементига иссиқ сув, спирт, эфир ёки ацетон таъсирида диспропорцияланади.

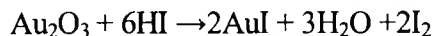
Водород бромид  $AuBr$  билан куйидаги тенглама орқали реакцияга киришади:



$AuBr$  нинг янги тайёрланган сувли эритмалари ишқорий металлар бромидлари билан дибромоеауратлар (I) ҳосил қилади,  $Me^I[AuBr_2]$  (бунда,  $Me^I = K^+, Na^+$ ), улар тетрабромоеауратларга (III)  $Me^I[AuBr_4]$  ва олтин металига айланади.

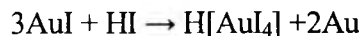
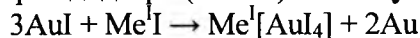
Дибромоеауратлар (I)  $Me^I[AuBr_2]$  шунингдек, тетрабромоеауратни  $Me^I[AuBr_4]$  қайтариш йўли билан ҳосил қилинади. Шунингдек, аммиакатлар ҳам мавжуд  $AuBr_nNH_3$  (бунда,  $n = 6, 4, 3, 2$ ).

**Олтин йодид.**  $AuI$ ,  $100^\circ C$  ҳароратда йоднинг сувли эритмаларини олтин металига таъсир эттириб,  $Au_2Cl_6$  ёки  $H[AuBr_4]$  ни  $KI$  эритмасида қайтариш орқали,  $HI$  ни  $Au_2O_3$  га таъсир эттириб олиш мумкин.



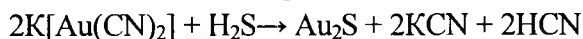
Олтин йодид – лимон-сарик рангли қаттик модда бўлиб,  $8,25 \text{ г/см}^3$  зичликдаги кристаллар ҳосил қилади,  $177^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда ва сув билан таъсирлашганда элементларга ажралади. Олтингугурт диоксид ва углерод оксиди AuI ни олтин металлгача қайтаради.

Олтин йодид ишқорий металллар йодидлари (ёки HI) билан куйидагича реакцияга киришади:



Аммиакатлари AuI nNH<sub>3</sub> (бундан =8, 6, 4, 3, 2, 1) ва AuI учламчи фосфин ва арсин билан координацион бирикмалар ҳосил қилади, таркибида KI бўлган H[AuCl<sub>4</sub>] га сув-спиртли қўшиладиган координацион бирикмалари мавжуд.

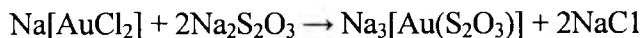
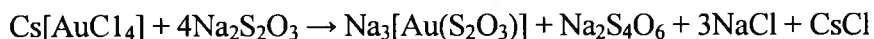
**Олтин сульфид.** AuS, H<sub>2</sub>S ни юқори концентрацияли K[Au(CN)<sub>2</sub>] ёки K[AuBr<sub>2</sub>] эритмаси билан барбаторлаш, шунингдек, олтин сақлаган пиритни қиздириш ёрдамида олиш мумкин.



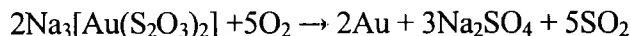
Қорамтир-жигарранг қаттик модда бўлган Au<sub>2</sub>S сувда ёмон эрийди, “зар суви”, ишқорий металллар сульфидлари, цианидларида эрийди. Охирги икки ҳолатда тиосоллар ҳосил бўлади:



Дитиосульфатоурат (I) натрий, Na<sub>3</sub>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] 2H<sub>2</sub>O, Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>, Me<sup>I</sup>[AuCl<sub>4</sub>] тетрахлоауратлар (III) ёки Me<sup>I</sup>[AuCl<sub>2</sub>] дихлороауратларга Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5H<sub>2</sub>O эритмаси ёрдамида ишлов берилганда ҳосил бўлади.

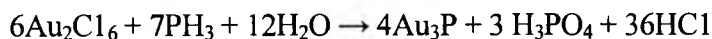
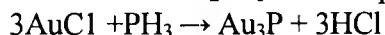


Na<sub>3</sub>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] 2H<sub>2</sub>O бирикмаси кизил-жигарранг кўринишда бўлади,  $150^\circ\text{C}$  температурада дегидратланади, ҳавода юқори температурада қиздирилганда парчланади ва галогеноводородлар, сульфат ҳамда оксалат кислота таъсирида Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub> га айланади:

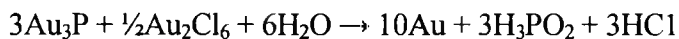


BaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O ёрдамида Na<sub>3</sub>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] 2H<sub>2</sub>O бирикмасини спирт ёки ацетон иштирокида ишлов берганда Ba<sub>3</sub>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O чўкишига олиб келади. Шунингдек, калийли тузи ҳам мавжуд K<sub>3</sub>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>].

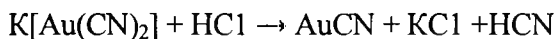
**Олтин фосфид.** Au<sub>3</sub>P, фосфинни AuCl ёки Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> га таъсир эттириб олинади:



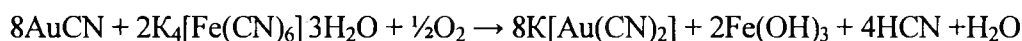
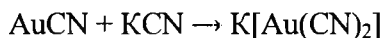
Олтин фосфид қора кукун кўринишда бўлади, сув ва ишқорий эритмаларда парчланади, бунда HCl ёрдамида PH<sub>3</sub> ҳосил қилади. Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> олтин фосфид билан реакцияга киришганда қизил олтин гидрозоли ҳосил бўлади:



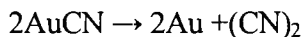
**Олтин цианид.**  $\text{AuCN}$ ,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  га стехиометрик усулда маълум миқдорда  $\text{KCN}$  билан таркибида стехиометрик нисбатда  $\text{AuOOH}$  ва  $\text{HCN}$  бўлган эритмани қуригунча буглатиб, ишлов берганда,  $\text{Me}^{\text{I}}[\text{AuCN}_2]$  ва  $\text{Me}^{\text{II}}[\text{Au}(\text{CN})_2]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  эритмаларига хлорид ёки азот кислота ёрдамида ишлов берганда,  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$  ни  $\text{HCl}$  билан  $50^\circ\text{C}$  температурагача қиздирганда ва  $\text{Au}(\text{CN})_3$  ни термик парчалаганда ажралиб чиқади.



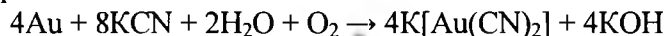
Олтин цианид сариқ,  $7,122 \text{ г/см}^3$  зичликдаги гексагональ майда кристалларга эга, сувда қийин эрийди, ишқорий металллар цианидларида эрийди:



Кучли қиздирилганда  $\text{AuCN}$  олтин ва дицианга ажралади:

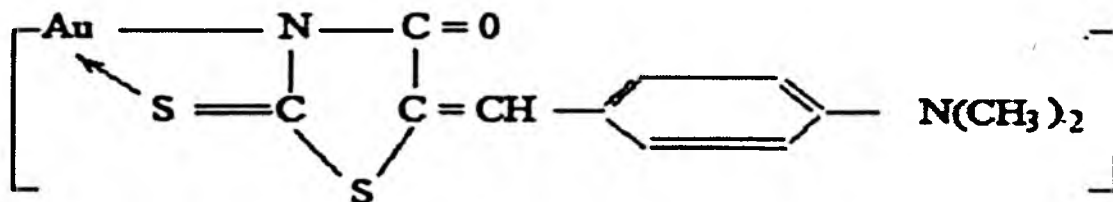


Дицианоауратлар  $\text{Me}^{\text{I}}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ,  $\text{Me}^{\text{II}}[\text{Au}(\text{CN})_2]_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Me}^{\text{I}} = \text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) кислород иштирокида ишқорий металллар цианидларининг металл олтинга таъсир эттириб,  $\text{AuCl}$  ёки  $\text{AuCN}$  га калий цианид билан ишлов берилганда,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ] ни  $\text{AuCN}$  га кислород иштирокида таъсир эттирилганда ва  $\text{HCN}$  ни  $\text{AuCN}$  ва ишқорий металл карбонати аралашмасига таъсир эттирилганда олинади:



$\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$  бирикмаси  $3,45 \text{ г/см}^3$  зичликдаги октаэдрик кристалларга эга бўлади,  $200^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда парчаланadi, эфирда қийин эрийди, сувда эрийди.

Дицианоауратларга мисоллар:  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ,  $\text{Ca}[\text{Au}(\text{CN})_2]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sr}[\text{Au}(\text{CN})_2]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , ва  $[\text{Au}(\text{CN})_2]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ . Олтин (I) дитиоцианатоводород кислотаси,  $\text{H}[\text{Au}(\text{SCN})_2]$ , қуюқ кўринишда, қизил рангли мойсимон суюқлик, у  $\text{H}[\text{AuCl}_2]$  га натрий сульфит иштирокида калий тиоцианат билан ишлов берганда ҳосил бўлади. Дитиоцианатоаурат (I) калий,  $\text{K}[\text{Au}(\text{SCN})_2]$  кислотасини нейтраллаштириш орқали,  $\text{KSCN}$ га  $\text{AuCN}$  билан таъсир этганда олинади, бу рангсиз кристаллар бўлиб,  $100^\circ\text{C}$  температурада эрийди ва кучли қиздирилганда роданид калий ва олтинга ажралади. Олтиннинг хелат бирикмалари (I) Олтин тузлари-диметиламинобензилиденродамин таъсирида бинафша рангли хелат бирикмалар ҳосил қилади.



**Икки валентли олтин бирикмалари.** Олтин (II) бирикмалари Олтин (I) ва (III) бирикмаларининг аралашувидан ҳосил бўлиши тажрибаларда исботланган. Аввал улар индивидуал бирикмалар ҳисобланарди.

Олтин оксиди, AuO ёки Au[AuO<sub>2</sub>], Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ни қиздириб (155-165°C) олинади. У жигарранг гигроскопик кукун бўлиб, қиздирилганда парчаланарди.

Олтин димер хлорид, Au<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>, қизил рангли бўлиб, кукун кўринишидаги металл олтиннинг газ шаклидаги хлор билан тўйинишидир.

Олтин бромид, AuBr<sub>2</sub>, қизил рангли қаттиқ модда бўлиб, углерод сульфидда бромнинг олтин металл билан реакцияга кириши натижасида олинади.

Олтин сульфид, AuS, қаттиқ қорамтир модда бўлиб, иссиқликка чидамсиз, олтин (III) тузларининг эритмаларига водород сульфид таъсир эттириб ёки Me<sup>I</sup>[Au(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]·2H<sub>2</sub>O эритмасига Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> таъсир эттириб олинади.

Олтин сульфат, AuSO<sub>4</sub> ёки Au[Au(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], зарғалдоқ кўринишда бўлиб, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ва HIO<sub>3</sub> аралашмасининг 300 °C ҳароратда қиздирилган олтин кукунига таъсири остида юзага келади.

**Уч валентли олтин бирикмалари.** Уч валентли олтин бирикмалари жуда кўп аниқланган бўлиб, барқарор ва кўпчилиги осон ҳосил қилинади, сувли эритмаларда тўрт координацион комплексли ионлар кўринишида бўлади.

Қайтарувчиларнинг таъсирида олтин (III) бирикмаси эритмаси таъсирдан олтин (I) га ёки металл олтинга айланади.

Сувли эритмаларда олтин (III) тузларининг гидролизга учраши кўпинча AuOOH нинг чўкишига олиб келади.

Оддий олтин (III) бирикмаларидан ташқари кўплаб координацион ацидо, гидрооксо ва аминокбирикмалар, хелат бирикмалар ажратилган.

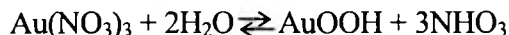
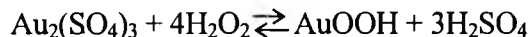
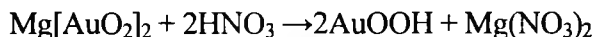
Олтин оксидлари, Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AuOOH ни (140-150 °C) вакуумда иситиб олинади ёки кислород озон аралашмасини билан катодда дисперсланган (диспергированное) олтинга таъсирдан олиш мумкин.

Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> жигарранг қаттиқ бирикмаси мустаҳкамлиги паст, 155°C температурагача қиздирилганда ёки ёруғликда ёйилади, KOH эритмасида K[Au(OH)<sub>4</sub>]·H<sub>2</sub>O ни ҳосил қилади.

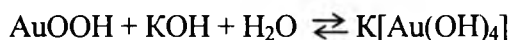
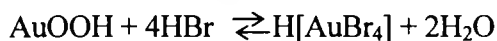
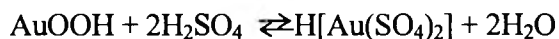
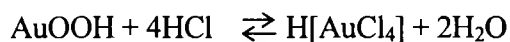
155 °C



Олтин гидрооксиди, AuOOH, олтин (III) тузларини стехиометрик керакли миқдорда ишқорли эритмада қайта ишлаб олинади, магний ауратга Mg[AuO<sub>2</sub>]<sub>2</sub> азот кислота таъсирида, олтин (III) ни айрим бирикмаларини гидролиз билан олинади, масалан, Au<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Au(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, Ka[AuF<sub>4</sub>].



Олтин гидрооксиди қизил-жигар рангли кукунсимон модда. Вакуумда 140-150 °C температурада қиздирилганда Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> га айланади, кучсиз амфотер хусусиятга эга (HAuO<sub>2</sub> ни кучсиз кислоталик характерини намоён қилади), кислота ва ишқорларда яхши эрийди, сувда қийин эрийди.



Асосий ауратлар ва аурат турлари маълум.

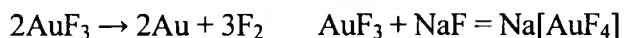
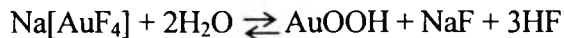
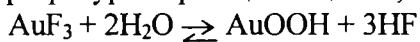
$\text{Me}^{\text{I}}[\text{Au}(\text{OH})_4]n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}^{\text{I}}[\text{AuO}_2]n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}^{\text{II}}[\text{AuO}_2]_2n\text{H}_2\text{O}$  (бу ерда  $\text{Me}^{\text{I}} = \text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  ва  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ).

Калий тетрагидроксоаурат (III),  $\text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]\text{H}_2\text{O}$ , Вакуумда  $\text{AuOH}$  эритмасини  $\text{KOH}$  да коцентрланганда сариқ кристалл кўринишида ажралади.

Натрий аурат (III),  $\text{Na}[\text{AuO}_2]\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AuOOH}$  ни  $\text{NaOH}$  билан қўшиб қайнатиб олинади ёки  $\text{Ba}[\text{AuO}_2]_2$  ни  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  эритмасида қиздирилиб қайта ишланади.  $\text{Na}[\text{AuO}_2]\text{H}_2\text{O}$  бирикмаси яшил кристалл кўринишида бўлади, улар сувда яхши эриб, спиртда қийин эрийди. Олтингугурт икки оксиди ва оксалат кислотасини, ауратнинг сувли эритмасини қизитиб қўшиб тикланади асосий ауратларни ишқорий металллар олтин металлогача қайтаради.

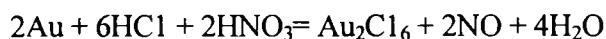
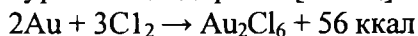
Магний аурати,  $\text{Mg}[\text{AuO}_2]_2$ ,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни ёки  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$  эритмаларида ва магний гидроксиди билан қайта ишлаб олинади, яшил кристаллари сувда яхши эрийди.

Олтин фториди,  $\text{AuF}_3$ ,  $\text{AuF}_3\text{BrF}_3$  бирикмаси ( $120^\circ\text{C}$ ) термик парчалаш орқали олинади. У тўқ сариқ кукун бўлиб, сувда ёки  $500^\circ\text{C}$ да қиздирилганда парчланади. Ишқорий металлларни фторидлари  $\text{AuF}_3$  тетрафтороауратларни ҳосил қилиб, осон гидролизланади.



$\text{AuF}_3\text{BrF}_3$  бирикмаси сариқ-лимон рангга бурканган бўлиб, унга олтин металлини кукунига  $\text{BrF}_3$  таъсир эттириб олинади.

Олтин (III) димерхлориди, кукунсимон олтин металлини  $245\text{-}260^\circ\text{C}$  температурада хлор газини орқали қайта ишлаб олинади,  $80\text{-}100^\circ\text{C}$  температурада суюқ хлор билан, хлор суви ёки зар сувида, яна  $120^\circ\text{C}$  температурагача қиздириб  $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  олиш мумкин.



Димергигроскопик ёкут-қизил ранг, ялтироқ кристалл призмага эга, зичлиги  $4,67 \text{ г/см}^3$ , у сувда, спиртда ва эфирларда парчланади,  $175^\circ\text{C}$  температурадан юқори ҳароратда парчланади.

$175^\circ\text{C}$

$288^\circ\text{C}$



$\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни тўқ-сариқ рангли аралашган эритмалари, жигарранг-қизил рангли  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни коцентрланган эритмаларига қараганда гидролизда кислотали реакция боради.





$\text{H}[\text{Au}(\text{OHCl}_3)]$  бирикмаси эфир орқали ажратиб олинади.

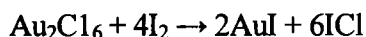
$\text{Au}_2\text{Cl}_6$  да ишқорли металл хлоридлари ёки хлорид кислотаси таъсирида  $\text{H}[\text{AuCl}_4]n\text{H}_2\text{O}$  си вужудга келади.  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни сувли эритмаларини ишқорлашда  $\text{NaOH}$  ёки  $\text{KOH}$  миқдори билан  $\text{Me}^I[\text{Au}(\text{OH})_4]n\text{H}_2\text{O}$  тетрагидроксоауратларни ҳосил қилади.

$\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни сувли эритмаларига металлларни ( $\text{Zn}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}$ ) таъсирида олтин осон ажралади.

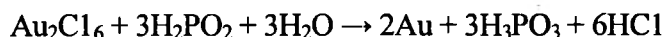
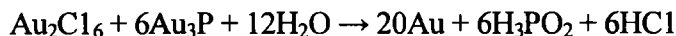
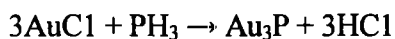
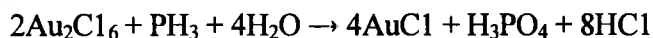
55 °C температурада углерод оксиди  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  билан таъсирлашади:



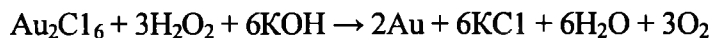
Оддий ҳароратда йод  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни қайтаради:



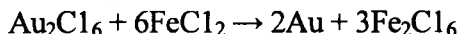
Фосфин  $\text{PH}_3$  ва  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ўрталарида қуйидаги реакция боради:



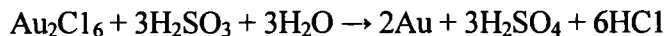
Водород пероксидаи  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни олтинни металлгача осон қайтаради, рН эритмага нисбатан.



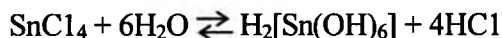
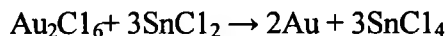
Темир (II) тузлари  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни ишқорли ва кислотали эритмаларда олтинни металлгача қайтаради:



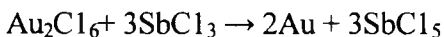
Нейтрал ва кислотали эритмаларда  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни сульфат кислотада қуйидаги тенглама орқали қайтарилади:



$\text{Au}_2\text{Cl}_6$  қайтаришда (ёки олтин (III) ни бошқа бирикмалари) қалай хлоридини кучли концентацияларида эритмаларда олтинни юпқа дисперс жигарранг-қора чўкмаси, кучсиз эритмаларда эса коллоид олтиннинг кизгиш-пушти чўкмаси ҳосил бўлади. Коллоид олтиннинг адсорбцияда гексагидроксоқалайли кислотаси “қизгиш-кассий” деб аталади.



Сурма (III) хлориди  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни миқдорий чўктиради:

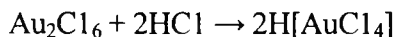
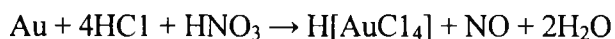


PbO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> оксидлари Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> ни нейтрал ва ишкорий эритмаларда олтин метални ажралишигача кайтаради. Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> ни кайтарувчилари сифатида ҳар хил органик бирикмалар, масалан, бензидин, индиго, сахарозалар.

Олтинни димер хлориди кўплаб олтиннинг бирикмаларини олишда, гидрозолаар ва тўқ-кизил ранг олишда хизмат қилади.

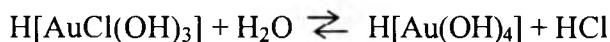
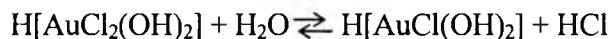
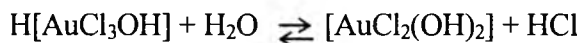
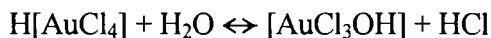
Аддукт AuCl<sub>3</sub>P(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub> бирикмаси маълум.

Олтин водородхлоридли кислота, (Золото хлористоводородная кислота), H[AuCl<sub>4</sub>]nH<sub>2</sub>O, олтин метални зар сувида эритишда HCl ни ортиғи билан берилганда ёки Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>ни хлорид кислотата қайта ишлаганда ҳосил бўлади:



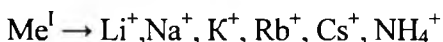
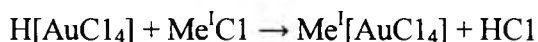
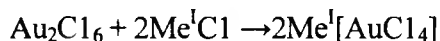
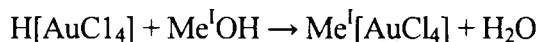
Олтин водородхлориди кислотасини сувли эритмаларда концентрлаганда аччиқ таъмга эга сарик рангли кристаллар кўринишидаги кристаллгидратлар ажралади H[AuCl<sub>4</sub>]3H<sub>2</sub>O, H[AuCl<sub>4</sub>]4H<sub>2</sub>O, у гигроскопик.

Гидролизда олтин водородхлориди кислотасининг охириги маҳсулоти H[Au(OH)<sub>4</sub>] бирикмаси бўлади. Реакция қуйидагича боради:

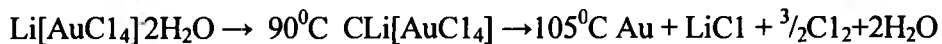


H[Au(OH)<sub>4</sub>] бирикма HCl нинг нордонрок сувли эритмаларида этил эфири ёки алифатик эфирлар орқали ажратиб олинади. Аммиакнинг H[Au(OH)<sub>4</sub>] га таъсирида [Au(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]Cl<sub>3</sub> нинг рангсиз кристаллари ҳосил бўлади.

Тетрахлороауратлар, Me<sup>I</sup>[AuCl<sub>4</sub>] ёки Me<sup>I</sup>[AuCl<sub>4</sub>]nH<sub>2</sub>O, H[AuCl<sub>4</sub>] nH<sub>2</sub>O ни нейтраллаш орқали ёки хлоридлар, ишқорли металларни (эквивалент микдорда) Au<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> ёки H[AuCl<sub>4</sub>] nH<sub>2</sub>O сувли эритмаларини қўшганда ҳосил бўлади.

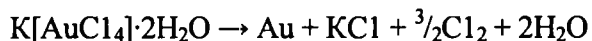


Литий (III) тетрахлораурати,  $\text{Li}[\text{AuCl}_4]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , тўқ-сарик кристаллар ҳосил қилади, у жуда гигроскопик,  $90^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда дегидратлайди ва  $105^\circ\text{C}$  температурада парчаланеди.



Натрий тетрахлораурати,  $\text{Na}[\text{AuCl}_4]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , яна олтин тузи деб аталмиш, сарик-тўқ сарик ромб кристаллари кўринишида ажралади,  $100^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда ҳам мустаҳкам. Натрий тетрохлорауратининг сувли эритмалари кучсиз кислотали реакцияга эга ва  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  гидрохинонлар ёрдамида олтин элементи гача тиклаш мумкин. Олтин тузи галваник олтинлашда, шиша ва форфорларни безашда, рангли суратлар олишда хизмат қилади.

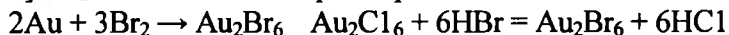
Калий тетрахлораурати,  $\text{K}[\text{AuCl}_4]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , диамагнит учувчан сарик кристалл ромбга эга, зичлиги  $3,3\text{-}3,9 \text{ г/см}^3$ , эриш ҳарорати  $357^\circ\text{C}$ , қиздирилганда қуйидаги тенглама орқали ажралади:



Тетрахлорауратлар,  $\text{Rb}[\text{AuCl}_4]$ ,  $\text{Cs}[\text{AuCl}_4]$  ва  $\text{NH}_4[\text{AuCl}_4]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , моноклин сарик кристаллардан ташкил топган.

Кумуш тетрахлораурати,  $\text{Ag}[\text{AuCl}_4]$ , олтин водородхлорид кислотасини  $\text{AgNO}_3$  эритмасининг аралашмаларини қайта ишлаб олинади. Туз призматик сарғиш-қизил кристаллар кўринишида ажралади.

Олтин димер бромиди,  $\text{Au}_2\text{Br}_6$ , суяқ бром, бром буғи ёки бром суви оддий ҳароратда олтин металига таъсир эттириб олинади,  $70^\circ\text{C}$  температурада  $\text{HBr}$  ни ортиғи билан  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни қайта ишлаб ёки  $\text{H}[\text{AuBr}_4]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  ни секин қиздириш орқали:



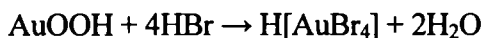
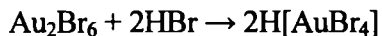
Жараён пайтида юқори ҳароратдан йироқ бўлиш талаб этилади,  $\text{Au}_2\text{Br}_6$  ни  $\text{AuBr}$  ва  $\text{Br}_2$  га ажралишининг олдини олиш учун:

$150^\circ\text{C}$

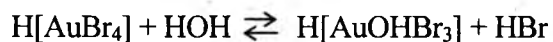


$\text{Au}_2\text{Br}_6$  ни тўқ-жигаранг ялтироқ пластинкалари сувда, эфирда, бромда, бромформда ( $\text{CHBr}_3$ ), метилацетатда ва сурма уч хлоридда эрийди, олтингугурт углеродида ва углерод тўрт хлоридда қийин эрийди.  $\text{Au}_2\text{Br}_6$  ни сувли эритмалари мустаҳкамлиги паст ва қиздирилганда олтин ажралиши билан парчаланеди.  $\text{Au}_2\text{Br}_6$  бирикмаси айрим металлларни бромидлари билан тетрабромауратлар  $\text{Me}^I[\text{AuBr}_4]$ ,  $\text{Me}^I[\text{AuBr}_4]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  ҳосил қилади. Охиргилари тўқ қизил рангга бўялган ва улар тетрахлороауратларга қараганда сувда қийин эрийди.  $\text{AuBr}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{S}$  аддуктлари, яна  $\text{Au}_2\text{Br}_4(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ ,  $\text{Au}_2\text{Br}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  бирикмалари маълум.

Олтин водородбромид кислотаси,  $\text{H}[\text{AuBr}_4]\cdot n\text{H}_2\text{O}$  (бу ерда = 4, 5 ёки 6),  $\text{Au}_2\text{Br}_6$  ёки  $\text{AuOON}$  ларни водородбромид кислотаси билан қайта ишлаганда, эритмаларни концентрлаганда ажралади.

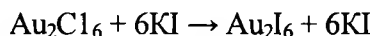


$\text{H}[\text{AuBr}_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  бирикмаси эриш ҳарорати  $27^\circ\text{C}$  температурада қизил кристаллар ҳосил қилади, эфирдан қайта кристалланиш натижасида тозаланади ва қайноқ сувда гидролизланади.

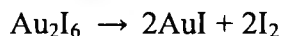


Калий тетрабромаурати,  $\text{K}[\text{AuBr}_4]$ , сувда осон эрийдиган, қизил кристалларга эга.

Олтинни димер йодиди,  $\text{KI}$  ни стехиометрик керакли микдорда  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни қайта ишлаганда  $\text{Au}_2\text{I}_6$  ҳосил бўлади.



Димер ўзидан кулранг-яшил кукун ажратади, у сувда кам эриб,  $\text{KI}$  ортиғи билан берилганда  $\text{K}[\text{AuI}_4]$  ва  $\text{K}[\text{AuI}_2]$  ларни ҳосил қилиб, уни ҳавода сақлаганда, йод элементи ажралиб  $\text{AuI}$  га айланади.

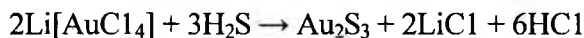
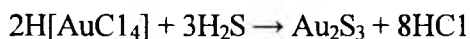
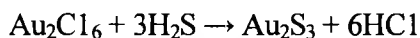


Калий тетрайодаурати (III),  $\text{K}[\text{AuI}_4]$ ,  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  ни кўп микдордаги  $\text{KI}$  эритмасида қайта ишлаб олинади, бу ялтироқ қора кристаллар,  $60^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда куйидаги тенглама орқали ажралади

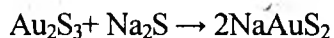
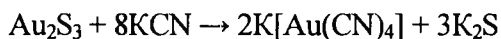


Олтин йодат,  $\text{Au}(\text{IO}_3)_3$ ,  $\text{KIO}_3$  ни  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  га таъсири натижасида сариқ кристаллар ҳосил қилади ва сувда яхши эрийди.

Олтин сульфиди,  $\text{Au}_2\text{S}_3$ , олтин (III) бирикмаларини нордон эритмаларга олтингугурт водороди ўтказиб олинади, масалан:



Олтин сульфиди – қора (графитга ўхшаш) аморф кукун бўлиб, зичлиги  $8,754 \text{ г/см}^3$ ;  $200^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда элементларга ажралади, спиртда қийин эрувчан, цианидларда, ишқорли металл сульфидларида, зар сувида эрийди.



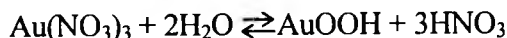
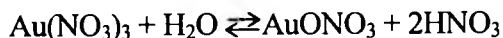
Олтин сульфати,  $\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$ , сульфат кислотани стехиометрик керакли микдорида  $\text{AuOOH}$  ни эритишидан ҳосил бўлади, бу қаттик сариқ модда бўлиб, осон гидролизланади ва сульфат кислота ортиқча олинганда олтин дисульфат кислотага  $\text{H}[\text{Au}(\text{SO}_4)_2]$  айланади. Калий дисульфатаурати,  $\text{K}[\text{Au}(\text{SO}_4)_2]$ , сариқ рангли, осон гидролизландиган бирикма.

Аурил гидросульфит,  $\text{HAuOSO}_4$ , сарик кристаллар кўринишида ажралади. Кўш сульфат,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$ , сарик кристаллар кўринишида ҳосил бўлади.



Олтин нитрати,  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , майдаланган олтин металл кукунини конц.  $\text{HNO}_3$  билан қиздирилган ҳолда олинган, концентрланган эритмасига ацетон қўшилганда сарик кристаллар ҳолида чўқади.

Нам ҳавода ёки ёруғлик таъсири остида  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  куйидагиларга ажралади:

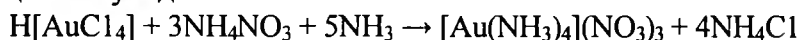


Дегидрант иштирокида совуқ ҳолда концентрланганда  $\text{AuOOH}$  нинг  $\text{HNO}_3$  ( $d=1,49$ ) эритмасидан  $20^\circ\text{C}$  температурада олтин тетранитрат кислотасининг  $\text{H}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  зичлиги  $2,84 \text{ г/см}^3$  бўлган, сарик кристаллари чўқади, қайсики курук ҳавода шамоллатилади, нам ҳавода эса эриб қолади.

$\text{AuOOH}$  ни  $\text{HNO}_3$  ( $d = 1,40$ ) даги эритмасини вакуумда концентрлаганда, жигарранг бирикмаси –  $\text{AuONO}_3$  нитрат аурилнинг чўкмасини беради.

Калий тетранитратоаурати (III),  $\text{K}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4]$ ,  $\text{H}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (конц.  $\text{HNO}_3$  да эритилган) калий нитрат билан қайта ишлаб олинади. У гигроскопик ялтироқ сарик кристаллар бўлиб,  $105^\circ\text{C}$  температурагача киздирилганда сув таъсирида парчаланади.

Нитрат тетрааминолтин (III) нитрати,  $[\text{Au}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  аралашмаси эритмасини аммиак билан совуқда қайта ишлаш орқали олинади. Бунда рангсиз кристаллар ҳосил бўлади.



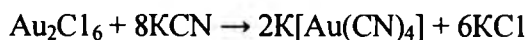
Тетраацетатауратлар,  $\text{Me}^{\text{II}}[\text{Au}(\text{CH}_3\text{COO})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (бу ерда  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$ ), кайноқ сирка кислотада икки валентли металл ауратларни эритиш натижасида олинади, сувда осон эрувчан, рангсиз моноклин кристаллар тарзида олинади.

Олтин тетрациан кислота,  $\text{H}[\text{Au}(\text{CN})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , водородолтинхлорид кислотасига цинил кислота таъсир эттириб олинади; булар рангсиз кристаллар бўлиб, сувда, эфир ва спиртда осон эрувчан.

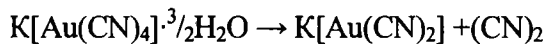
Тетрацианоауратлар (III) ва дицианогалогенауратлар (III) турлари маълум,  $\text{Me}^{\text{I}}[\text{Au}(\text{CN})_4] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}^{\text{I}}[\text{Au}(\text{CN})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Me}^{\text{II}}[\text{Au}(\text{CN})_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (бу ерда  $\text{Me}^{\text{I}} = \text{K}^+, \text{Na}^+$  ва  $\text{Me}^{\text{II}} = \text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Cd}^{2+}$ ).

Натрий тетрацианоаурат (III),  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , рангсиз кристаллар кўринишида галваник олтинлашда ва фарфор, шишаларни олтин рангга бўйашда ишлатилади.

Калий тетрацианоаурат (III),  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4] \cdot 3/2\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{Au}_2\text{Cl}_6$  билан концентрланган  $\text{KCN}$  эритмасини аралаштирганда олинган эритмани концентрлаш натижасида рангсиз кристаллар тушади.

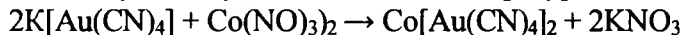


$\text{K}[\text{Au}(\text{Cl})_4] \cdot 3/2\text{H}_2\text{O}$  бирикмаси рангсиз пластинка кристалл,  $200^\circ\text{C}$  температурада кристалланиш сувини йўқотади, кучли киздирганда эса куйидаги тенглама бўйича парчаланади:



Аммоний тетрацианаурати (III),  $NH_4[Au(CN)_4] \cdot H_2O$ .  $AuOOH$  ни  $NH_4CN$  даги эритмасини концентрлашда ажралади. Бу сувда осон эрувчан рангсиз пластинкалар шаклидаги кристаллар.

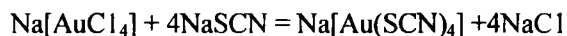
Кобальт тетрацианаурати (III),  $Co[Au(CN)_4]_2 \cdot 9H_2O$   $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  ортиқча миқдордаги  $K[Au(CN)_4] \cdot \frac{3}{2}H_2O$  эритмасини концентрлашда чўктирилади. Тўқ сарик кристалл бирикмага эга,  $150^\circ C$  температурада кристаллик сувини йўқотади,  $210^\circ C$  температурада эса парчаланеди:



Тетратиоцианат олтин кислота,  $H[Au(SCN)_4] \cdot 2H_2O$ , қизил кристаллга эга, курук ҳавога мустаҳкам ва нам ҳавода ёки сувда гидролизланади.

Калий тетратиоцианатаурат (III),  $K[Au(SCN)_4]$ ,  $KSCN$  билан қайта ишлаган ва  $KHCO_3$  билан нейтралланган  $Au_2Cl_6$  эритмасини концентрлаш натижасида қизғиш-сарик кристаллар шаклида чўктирилади.

Натрий тетратиоцианатаурат (III),  $Na[Au(SCN)_4]$ ,  $H[AuCl_4] \cdot H_2O$  ни ёки  $H[AuCl_4] \cdot nH_2O$  эритмаларини натрий тиоцианати билан қайта ишланганда қизил чўкма кўринишида ҳосил бўлади.



**Коллоидли олтин.** Бир неча минг йиллар олдин ҳам Мисрликлар, Греklar ва Римликлар бўёқлар яратиш учун олтин коллоид олишни билишган.



3.16-расм

Ликург қадаҳи  
(м.а. IV аср)

Британия музейида қадимги Рим шиша пуфловчиларининг машҳур асари бўлмиш Ликург қадаҳи сақлаб келинмоқда. Қадаҳ, ундаги эронлар шоҳи – Ликург акс эттирилган, ундаги Дионис инсонни лол қиладиган даражада ҳайратга солади, у ёруғлик манбаи қаерда жойлашганлигига қараб ўзининг рангини ўзгартиради. Агар уни ичкаридан ёруғлик берса, жилосиз яшил қадаҳ қизил тус олади. (3.16-расм.).

1953-йилда «Дженерал электрик» лабораториясида қадаҳнинг парчаси таҳлил қилинди, бундан мақсад, қадаҳни бўяб турадиган моддани аниқлаш эди. Кимёвий таҳлил шуни кўрсатдики, қадаҳ кварцли-оҳактошли-натрийли шишадан ташкил топган бўлиб, унда 1% атрофида олтин ва кумуш, 0,5 % марганец борлиги аниқланди. Тадқиқотлар натижасида, шишанинг ноодатий ранги ва нур тарқатиш эффектини олтин коллоид таъминлайди, деб тахмин қилинди.

Кейинчалик олимлар, электрон микроскоп орқали, шишада олтин ва кумушнинг заррачалари 50 дан 100 нм. гачалигини аниқлади.

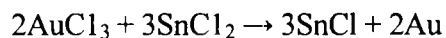
Эдмунд М.Визе ўзининг “Олтин ажратиб олиш, унинг хусусиятлари ва қўлланилиши” монографиясида олтин коллоидини тайёрлаш усуллари келтиради.

Коллоид кимё соҳасида Австриялик олим, Нобель мукофоти лауреати Рихард Зигмунди бир литрида 1г  $H[AuCl_4] \cdot 3H_2O$  бўлган эритма тайёрлади. Эритма  $K_2CO_3$  билан ишқорланади, қайнагунча киздирилади, формальдегидни тоза дистилланган эритмаси қўшилади. Суюқлик тўқ-қизил рангга киради, бир неча ой ўтса ҳам, хона ҳароратида ўзгармайди. Қизил суюқлик ярим ҳажмигача буғлатиш мумкин, лекин кейинги концентрациялаш олтиннинг қора кукун ҳолида чўкишига олиб келади. Дастлабки қайтаришда қўлланилган реагентларни миқдорий ўзгариши,

коллоид эритмаларнинг турли хил бўялишига, тўқ қизилдан тортиб бинафша рангдан то кўк-корамтир ранггача олиб келади.

Худди шундай жараён, лекин қайтарувчи сифатида гидрозин гидратининг жуда суюлтирилган эритмасини қўллаган ҳолда, А.Гудбьер олтинни қизил, кўк ва бинафша рангли эритмаларини тайёрлади. Эритманинг ранги қайтарилиш вақтида олтинли эритма кучсиз нордон, нейтрал ёки ишқорли муҳитга эга бўлганлигига боғлиқ бўлади.

Агар қалай хлорид эритмаси, кучсиз кислота жуда суюлтирилган олтин хлорид эритмасига қўшилса, у ҳолда олтинни гексақалай кислотасидаги  $H_2[Sn(OH)_6]$  тўқ қизил рангли коллоид эритмаси олинади, у “тўқ-қизил кассейи” деб ҳам аталади.



Тайёрлаш услубига боғлиқ равишда чўкма таркиби турлича бўлади ва 18 дан 40% гача олтин, ҳамда 50 дан 82% гача қалай чўкмасини бўлиши мумкин. Бу рангли чўкманинг олинишида олтинни аниқлаш учун сезгир реакция ҳисобланади. Агар олтиннинг бир қисми эритманинг 5 млн.қисмига тўғри келса, чўкма қизғиш-қизил бўлади. Т.К.Розе таъкидлаганидек, бу реакция билан 100 млн. сув заррачаларида олтиннинг 1 қисмини топиш мумкин. Тўқ қизил кассий номи XVII асрда яшаб ўтган, шишага озгина очик қизил кассий ранг киритган, Гамбург шиша пуфловчиси Андреаса Кассий номи берилган. Қайта қиздирганда рангсиз шиша қизил рангга кирган.

Олтиннинг бир қисми шишанинг 100000 қисмига пушти қизил ранг беради, шишанинг 50000 қисмига ёқут-қизил ранг беради.

Бўялган шиша тайёрлаш технологияси бўйича кейинги тадқиқотларни сарой алхимёғари Иоганн Кункель фон Лёверштерннинг ўгли бажарди. Швед қироли Карл XI нинг сарой алхимёғари ва кон соҳасидаги маслаҳатчиси бўлиб, у 1688 йилдан бошлаб, ёқут-қизил шишани тайёрлаш усулини ишлаб чиқди. Иоганн Кункель ўзининг тадқиқотларини «*Ars Vitraria Experimentalis oder vollkommens Glasmacher – Kunst*» (Шишасозликнинг экспериментал санъати) китобида чоп этди. 1705 йилда Кункель ўлимидан сўнг, бу санъат кўп йиллар ўтиб йўқолиб кетди.

Кейинчалик олтин ёқут шишаларни олиш бўйича кўп ишлар килинди. Бир қатор тадқиқотчилар ёқутли шишада, диаметри бир неча микрон бўлган жуда майдаланган олтин заррачалари борлигини тахмин қилдилар. Бу ҳолат Роберт Маурер томонидан Corning Glass Works компаниясида текширилган эди. 1970 йилда Роберт Маурер, Доналд Кек ва Питер Шульцлар, биринчи оптик толаларни ишлаб чиқдилар ва тажрибада қўлладилар, у оддий мис ўтказгичдан кўра, 65000 марта кўпроқ маълумот етказишга кодир эди. Бу ихтиро оламшумул деб тан олинди, оптик толани тижоратда қўллашга ва телекоммуникация соҳасида инқилобий ўзгаришлар яратишга йўл очилди.

Тадқиқотлар қуйидагича таркибли шишаларда олиб борилган; %:  $SiO_2$  - 72;  $NaO_2$ - 17;  $CoO$  = 11, Роберт Маурернинг олдинги тадқиқотларига қайтамыз. У ёруғликка сезгир ва ёругликка сезгир бўлмаган шишаларни тадқиқот қилди. Қуйидаги 35-жадвалда олтин, қалай ва селен қўшилган шишани эксперимент натижалари келтирилган.

## Ёқутли шиша

| Шиша рақами | Шишадаги қўшимчалар, % |       |       | Прессировкадан кейинги шишанинг ранги | 600°C температурада қиздирилгандан кейинги шишанинг ранги, 1 соат давомида |
|-------------|------------------------|-------|-------|---------------------------------------|--|
|             | Олтин                  | Қалай | Селен |                                       |  |
| 1           | 0,02                   | -     | -     | рангсиз                               | рангсиз  |
| 2           | 0,02                   | 0,2   | -     | рангсиз                               | ёқутли   |
| 3           | 0,02                   | -     | 0,4   | ёқутли                                | тўйинган ёқутли  |

№1 намунадаги шиша 1 соат давомида ҳавода 700°C температурада такрор қиздирилган эди, лекин шиша рангсиз қолди. Шу шароитда шишани водородда қайта ишланганда пуштиранг берди.

Ўзининг тажрибаларида Маурер шишага сурма уч оксидини қўшди, шишанинг кимёвий таркиби 3.6-жадвалда кўрсатилган.

3.6- жадвал

## Ёруғликка таъсирчан шишалар

| Шиша рақами | Шишанинг кимёвий таркиби, % |                   |                                |     |                  |                                |      |
|-------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|-----|------------------|--------------------------------|------|
|             | SiO <sub>2</sub>            | Na <sub>2</sub> O | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZnO | SeO <sub>2</sub> | Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Au   |
| 1           | 71,5                        | 23,0              | 4,0                            | 1,0 | 0,13             | 0,3                            | 0,01 |
| 2           | 71,5                        | 23,0              | 4,0                            | 1,0 | 0,13             | 1,5                            | 0,01 |

Биринчи шиша қиздирилганда рангсиз ҳолда бўлади. Рентген нурлари билан олдиндан қайта ишлаш натижасида олтиннинг анчагина қисми эрийди ва шиша рангга киради. Сурма уч оксидини 1,5% гача қўшилганда, илгаридан нурлантирилмас ҳам, шиша қиздирилганда олтинни эритиб рангга бўялади. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, жуда майдаланган олтин суюқланма ҳолидаги шишада эриб рангсиз ионлар ҳосил қилади ва у қайтарувчилар бўлмаганда шиша рангсиз қолади, ҳаттоки олтиннинг миқдори шиша таркибида 0,02% бўлса ҳам. Аммо суюқланма шиша таркибида озгина миқдорда қалай, сурьма, висмут, кўрғошин, селен ёки темир бўлса, улар



қайтарувчи вазифасини бажаради, натижада олтиннинг майда заррачаларининг чўкиши туфайли шиша қизил рангга бўялиши мумкин. Кўриб турибмизки, олтин турли аср тадқиқотчилар ютуқларини бир олтин кашфийётлар занжирига боғлайди. Илгари таъкидлаб ўтилгандек, 1689 йилда шишасоз пуфловчи Андреас Кассий шишага қизғиш коллоид олтин эритмасини киритди. 1700 йилда алхимёгар Иоганн Кункель, олтин ёқут қизил шишани рецептини ишлаб чиқди. 1970 йилда профессор Роберт Маурер, ёқут шишанинг тадқиқотчиси сифатида, оптик толани ишлаб чиқди.

**Олтиннинг нанозаррачалари.** Коллоид олтин ҳақидаги биринчи маълумотлар, IV-V асрдан бошлаб турли мамлакат олимларининг илмий ишларида тилга олинган. Олимлар ва алхимёгарлар ўзлари билмаган ҳолда нанозаррачалар устида ҳаракатлар олиб борганлар.

XX аср бошларида В.Освальд “Катталиклар дунёси” (“Мир обойденных величин”) китобини чоп этди, унда ўша вақтда янги кимё соҳасидаги – коллоид кимё ҳақида гап кетган эди, айни нанометр ўлчамли зарралар назарда тутилганди.

1931 йилда М.Кнолл ва Э.Рускалар электрон микроскоп яратдилар, у орқали тадқиқотчилар субмикрон ва наномикрон ўлчамли объектларни куришга муваффақ бўлдилар.

1959 йилда америкалик физик Ричард Фейман «There’s Plenty of Room at the Bottom» “Чуқурликда – жой кўп” («Там внизу – много места») маърузасида, молекуляр ва атом даражасидаги ишларга фундаментал физика нуқтаи назаридан ҳеч қанақа тўсиқлар йўқлигига изоҳ берган эди. Кўшимча сифатида “Умуман олганда, физик берилган кимёвий формула бўйича ҳар қандай моддани синтез қила олиш мумкин” деган эди.

1974 йил Япон физиги Норио Танигучи илмий даврга «нанотехника ва нанотехнология» терминларини киритди ва бир микрондан кичикроқ бўлган механизмларни аташни таклиф этди.

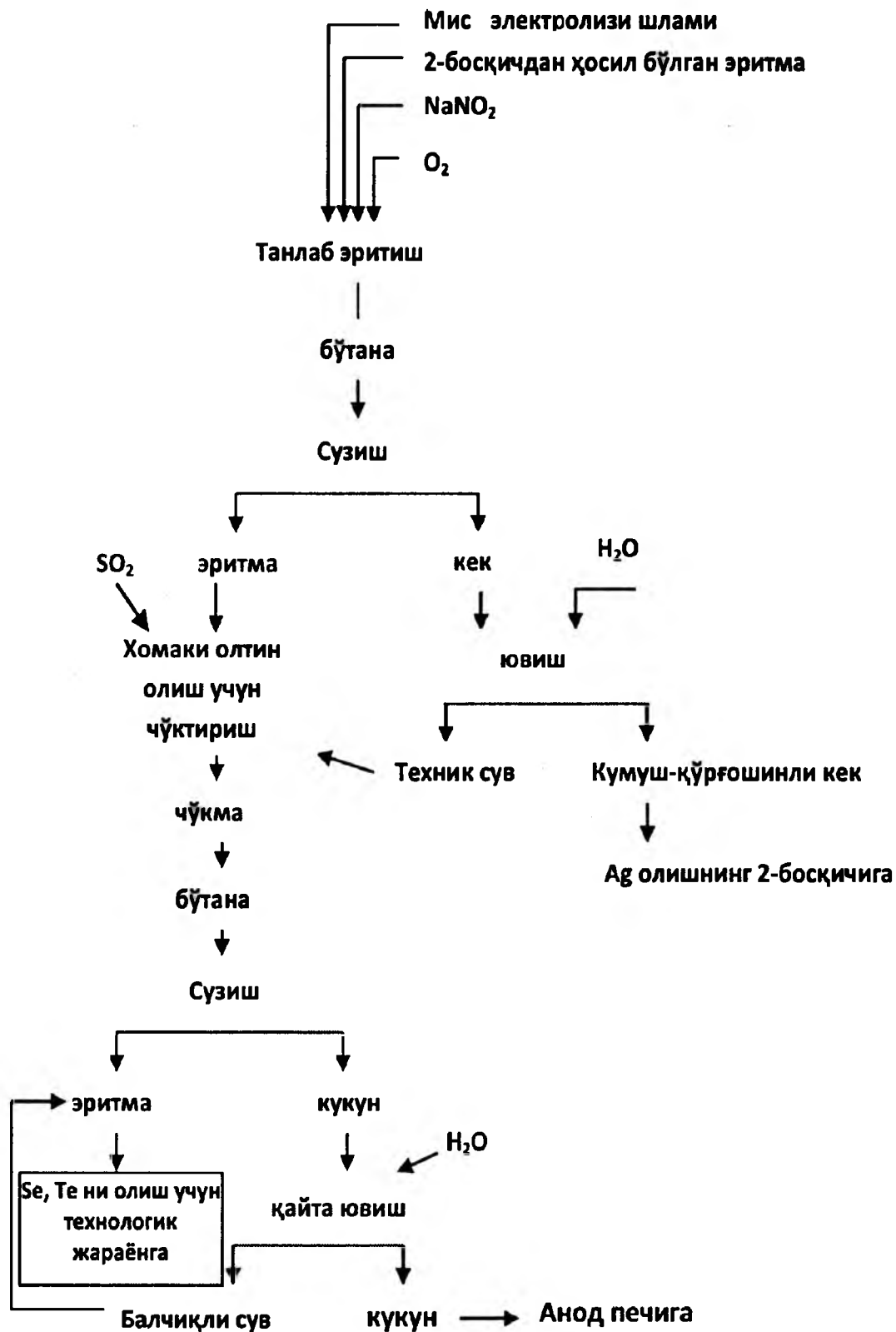
1981 йил Германиялик физиклар Герд Бинниг ва Генрих Рорерлар атомларни алоҳида кўрсатишга қодир, сканерлайдиган растрли туннелли микроскоп яратдилар.

1985 йил Америкалик физиклар Роберт Керл, Хэрольд Крото ва Ричард Смэйлилар диаметри бир нанометр бўлган, предметларни аниқ ўлчайдиган технологияни яратишди. Улар шар шаклидаги углерод молекуласи – фуллерен борлигини кашф этдилар.

1986 йил. Нанообъектларни йигадиغان атом кучидаги микроскоп яратилди.

1986 йил. Нанотехнология кенг оммага маълум бўлди. Америкалик футуролог Эрик Дрекслер ўз китобини чоп этди, унда нанотехнология тез орада фаол ўсишни бошлайди, деб башорат қилган эди.

1989 йил. Дональд Эйглер, IBM компанияси ходими, ўзининг фирмасини ксенон атоми номи билан атади.



3.17-расм. Олтин олишнинг технологик тасвири

1991 йил. Япониялик тадқиқотчилар углеродли нанокувурчаларни аниқладилар.

1993 йил. АҚШда Фейнман мукофоти таъсис этила бошланди, бу мукофот Ричард Фейнман номи билан аталган эди, унинг 1959 йилдаги дохиёна нутқида, у кўп илмий муаммолар ўзининг ечимини топади, қачонки олимлар атом даражасида ишлашга ўрганганда, деб даъво қилганди. 1965 йилда Фейнманга Квант электродинамикаси соҳасидаги (ҳозирда бу нано соҳасининг бир бўғини) тадқиқотларига Нобель мукофоти берилганди.

1996 йил. Россиялик тадқиқотчи ва ихтирочи Виктор Иванович Петрик графитни совук деструкция усули ва унинг ёрдамида саноат миқёсида ноёб сорбция хусусиятига эга, наноуглеродли структураларини олишни ишлаб чиқди.

1998 йил. Голландиялик физик Сеез Деккер нанотехнологиялар асосида транзистор яратди.

1999 йил. Америкалик физиклар Джеймс Тур ва Марк Ридлар алоҳида олинган молекула ҳам ўзини молекуляр занжирга ўхшаб тутишга қодир эканлигини аниқларди.

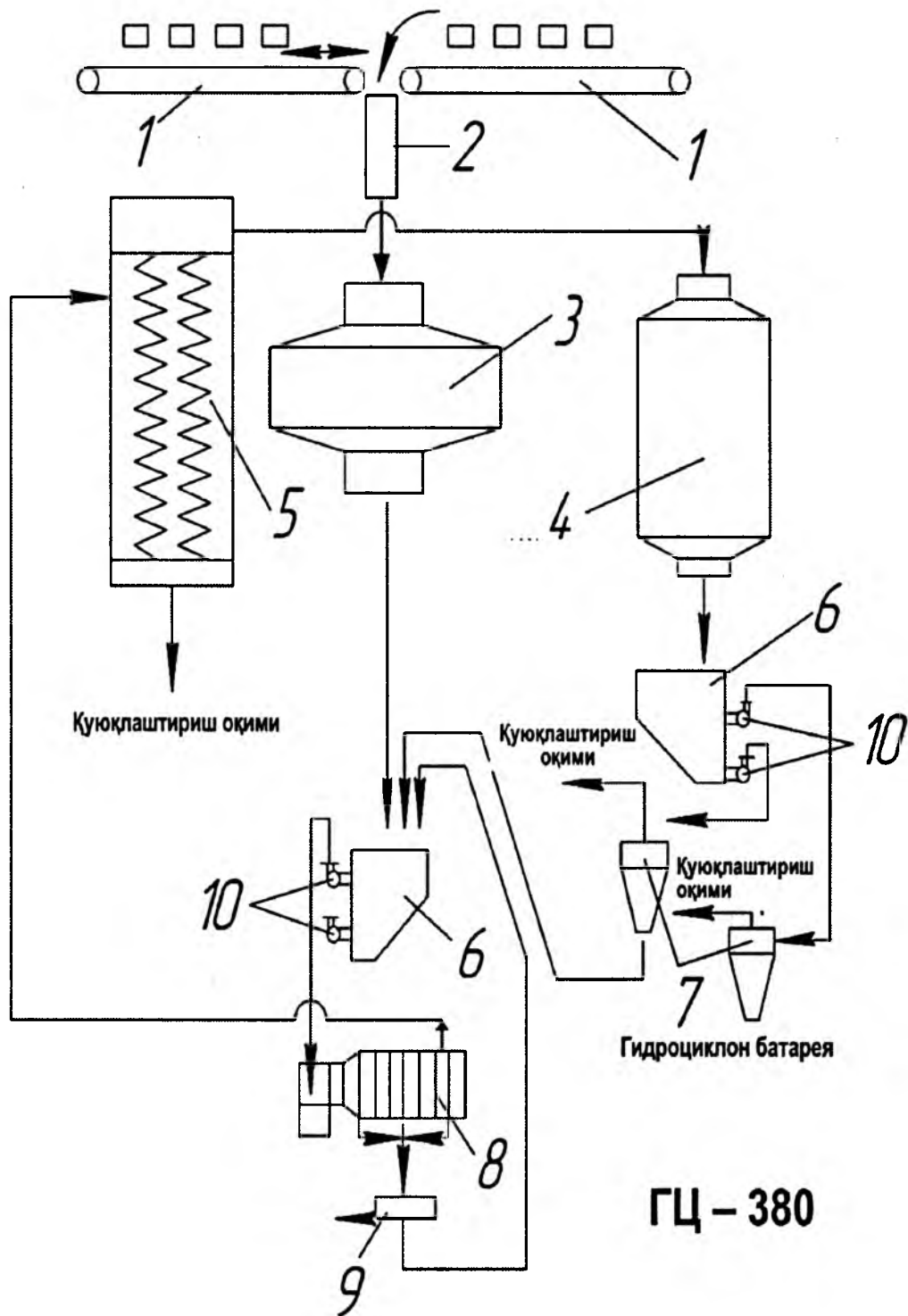
2000 йил. АҚШ маъмурияти Нанотехнология соҳасида Миллий ташаббусни (National Nanotechnology Initiative) яратилишини қўллади. Нанотехнология тадқиқотлари давлат томонидан молиялаштирилди. Ўшанда федерал бюджетдан 270 млн. доллар ажратилди. Бу кўплаб саноати ривожланган мамлакатларда нанотехнологиялар бўйича миллий программаларни яратишга туртки бўлди.

2001 йил. Марк Ратнер, “Нанотехнологиялар: Янги катта ғояга кириш” китоби муаллифи, «Нанотехнологии: Введение в Новую Большую Идею» («Nanotechnology: Gentle Introduction the Next Big Idea»), айти 2001-йил одамзод ҳаётининг нанотехнологиялар бир қисми бўлди, деб ҳисоблайди. Ўшанда иккита белгили ходиса юз берди: машҳур илмий журнал

“Science” – нанотехнологияларни – “йил ходисаси”, машҳур бизнес-журнал “Forbes” “янги истиқболли ғоялар” деб аташди. Эндиликда вақти-вақти билан нанотехнологияларни “янги саноат революцияси” ибораси билан ишлатилаётти.

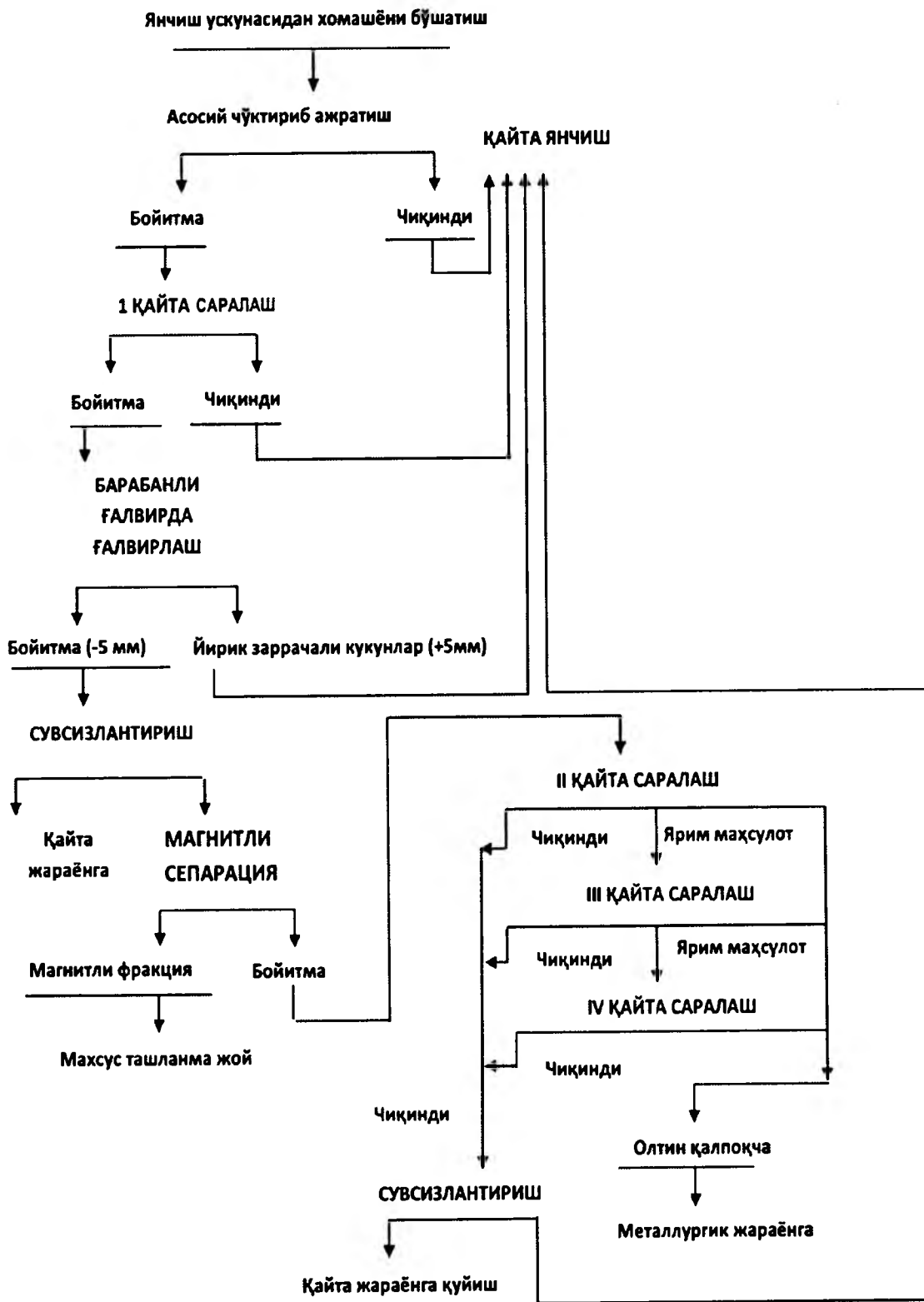
Грекчада «Нанос» – «пакана» деган маънони англатади. 1 нанометр – метрни миллиард қисми ( $1\text{нм} = 10^{-9}\text{ м}$ ). Оддий кўз билан одам тахминан 10 минг. нанометрдаги предмет диаметрини кўришга қодир. Нанозарраларни микро ва макрозарралардан фарқи шундаки, улардаги янги хусусиятларнинг пайдо бўлиши, бошқа ўлчамларда намоён бўлмайди.

Наноўлчамли заррачалар атом-молекуляр ва модданинг конденсирланган ҳолати ўртасидаги оралик ҳолатни эгаллайди. Бу далиллардан уларнинг ноодатий хоссалари келиб чиқади. XX асрнинг охирида фанда янги йўналиш шакллана бошлади – нанофан ва нанотехнология, улар физика, кимё, биокимё, тиббиёт соҳаларидаги ютуқлардан фойдаланмоқдалар.



3.18-расм. Олтин таркибли рудаларни қайта ишлашнинг дастгоҳ занжир схемаси. (тегирмон блокиннинг намунавий схемаси)

1-конвейер; 2-таъминлагич; 3-ярим ўзиянчар янчғич; 4-шарли янчғич; 5-таснифлагич; 6-зумф; 7-гидроциклон; 8-чўктириш машинаси; 9-концентрацион стол; 10-насослар.



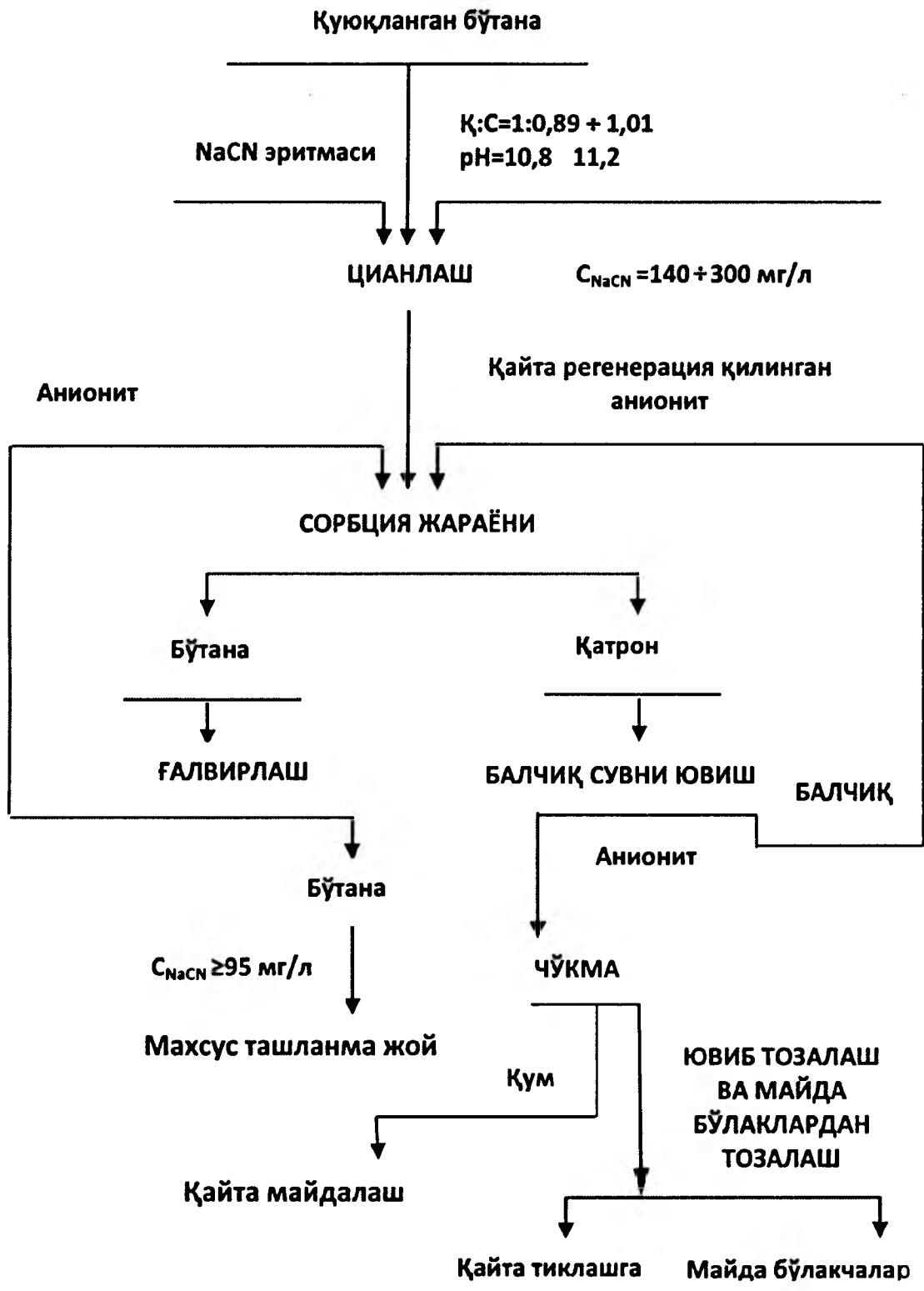
3.19-расм. Олтинни гравитацион циклда ажратиб олиш технологик тасвири

Қуйида шу йўналишдаги олтинни қўллашнинг бир қанча мисоллари келтирилган.

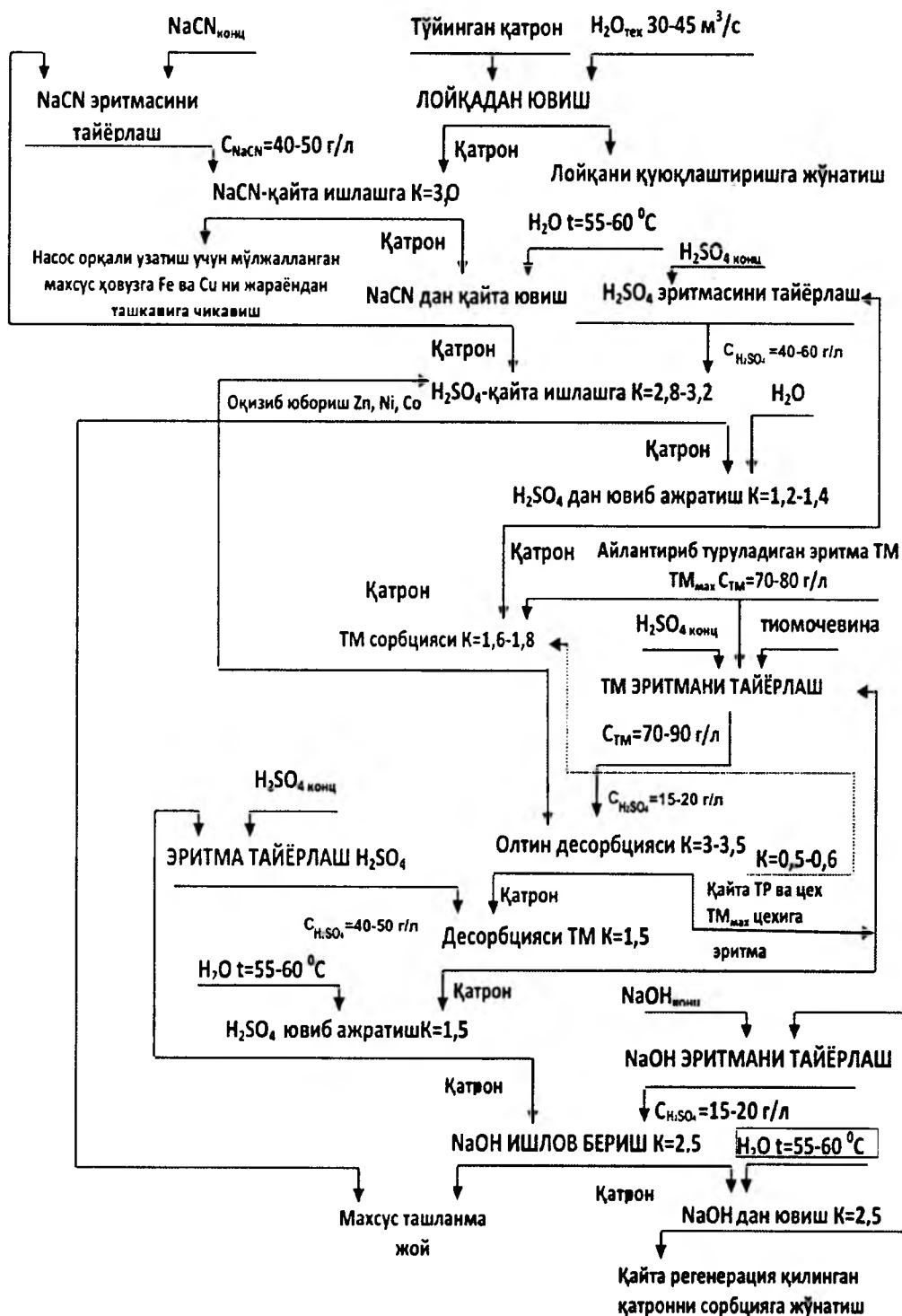
**Олиниши.** Олтинли рудалар ва уларнинг қумлари аслида олтиннинг сочма ва туғма конлари (5-15 г/т), қўрғошин-рух, мисли, уранли оралик маҳсулотлари (0,5-3 г/т) ва бошқа айрим саноат манбалари мавжуд. Сочма олтинни гравитация усулида чўктириш машиналари, концентрацион столлар, шлюзлар, ювувчи дастгоҳларни қўллаган ҳолда ажратиб олинади. Дарё ва кўл тубларидан олтинга бой қумлар олинади ва драгаларда бойитилади.

Au туғма рудаларидан ажратиб олишда комбинирланган технологик тасвирини қўллашади, жумладан, бойитиш (гравитация, флотация) ва металлургик (танлаб эритиш, бўтанадан ион алмашувчи сорбция орқали, цианлаш, камдан-кам амальгамация) операциялари қўлланилади. Цианлашда майдаланган рудани ёки бойитмани NaCN эритмаси билан аралаштириб қайта ишланади, циан эритмаларидан Au ни Zn кукуни билан чўктирилади. Тасвирда охириги маҳсулотлар – одатда, гравикоцентрат (олтин бошоқча) ва қорамтир олтин ҳисобланади. Au ни зар сувида эритиб тозалаш давомида танлаб чўктирилади, хлорлаш – суюқликда ёки эритмада (хлоринация) ва хлорид кислотада электролитик рафинирланади.

Мис олиш технологиясидаги электролиз цехидаги мисли шлам II босқич эритмада ажратилади,  $\text{NaNO}_2$  эритмаси танлаб эритишга тушади. Кейин танлаб эритилган бўтана филтрлашга юборилади. Кек ювилади ва II босқич Ag олишга юборилади. Эритма филтрлаб чўктиришга юборилади. Филтрлашдан кейин эритма Селен ва теллур олишга юборилади, кукун эса ювилиб ивиқли сув олинади ўз навбатида анод печига юкланади. 3.17-расмда олтин таркибли рудаларни қайта ишлаш приборларни технологик тасвири берилган. 3.19 расмда олтин ажратиб олишни гравитацион циклда технологик тасвири берилган. Майдалаш ва янчишдан кейин, бўтана асосий чўктиришга юборилади, маҳсулот – чиқинди ҳисобланиб, янчишдан олдинги ва бойитма, биринчи қайта тозалашга тушади, галвирлаш – барабанли галвирларда ва сувсизлантиришга боради. Қуйиқ оқим – қайта ишлашга, магнитли ва магнитсиз фракцияга ажратиш учун бойитма – магнит сепарацияга жўнатилади. Магнит фракция – омборга, магнитмаси бойитма – иккинчи, учинчи ва тўртинчи қайта тозалашга, қуйиқ оқим – айланишга, қаттиқ фаза эса қайта янчишга. Оралик маҳсулот ҳар тозалашдан кейин йиғилиб металлургик жараёнга берилади.

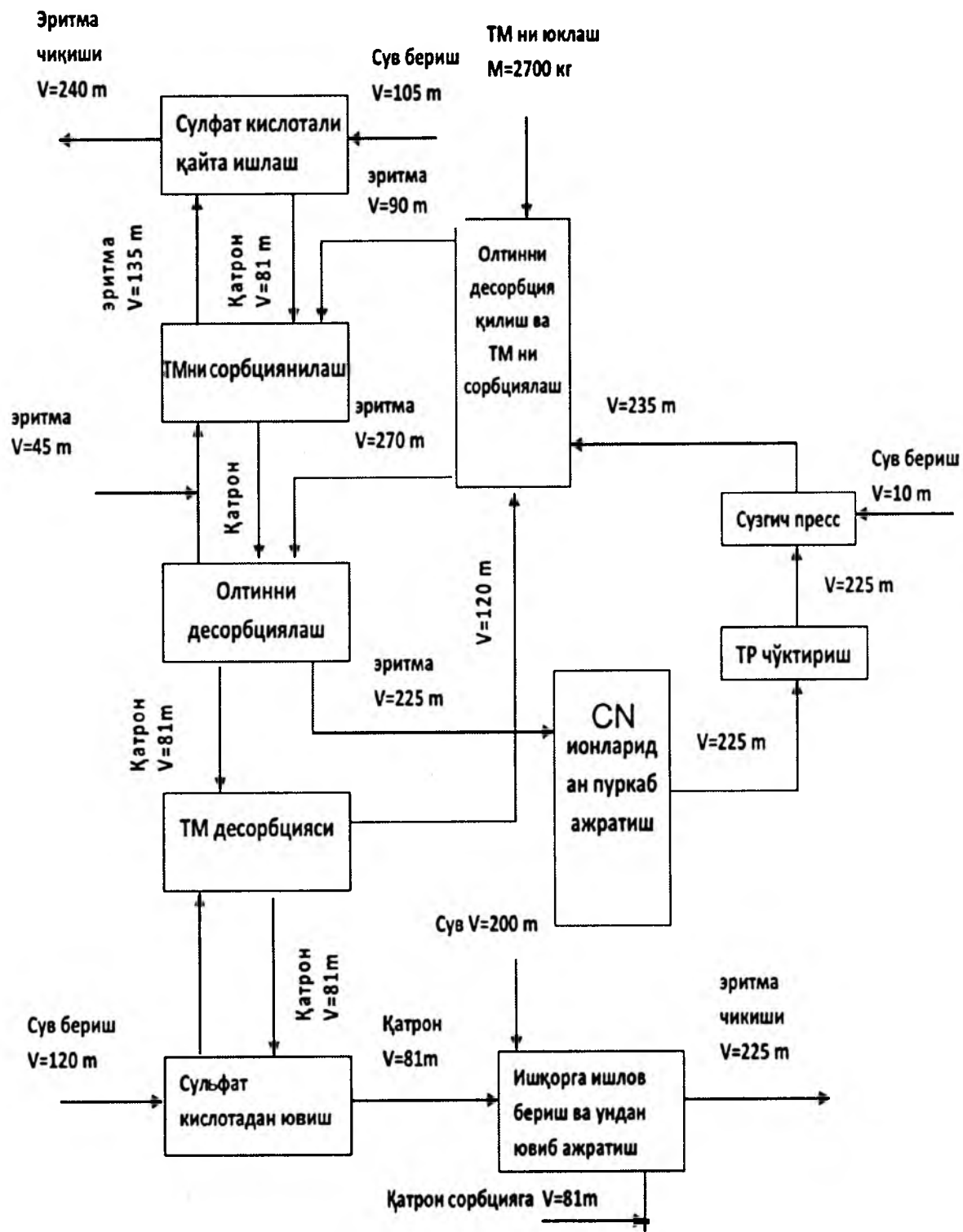


3.20-расм. Олтинни сорбцияли ажратиби олишнинг технологик тасвири

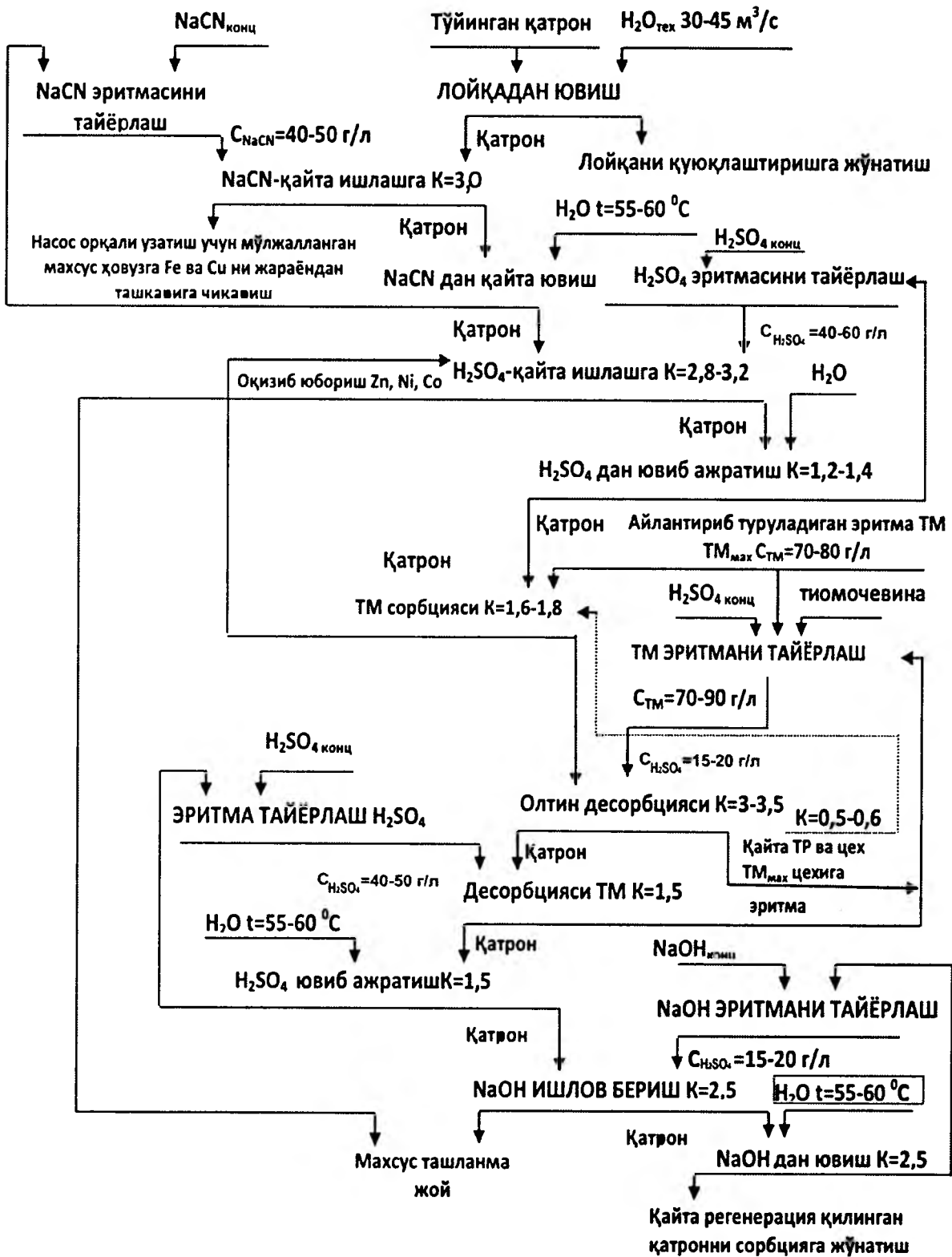


3.21-расм. Ион алмашиниш катронларини регенерациялаш технологик тасвири  
 ТМ – тиомочевина; ТР – товар регенерат; К – эритма ҳажмининг смола ҳажмига нисбати; М  
 – тайёр махсулот





3.22-расм. Анионитни регенерациялашда эритма баланси



3.23-расм. Гравиоконцентратни ва товар регенератнинг қайта ишлаш технологик тасвири

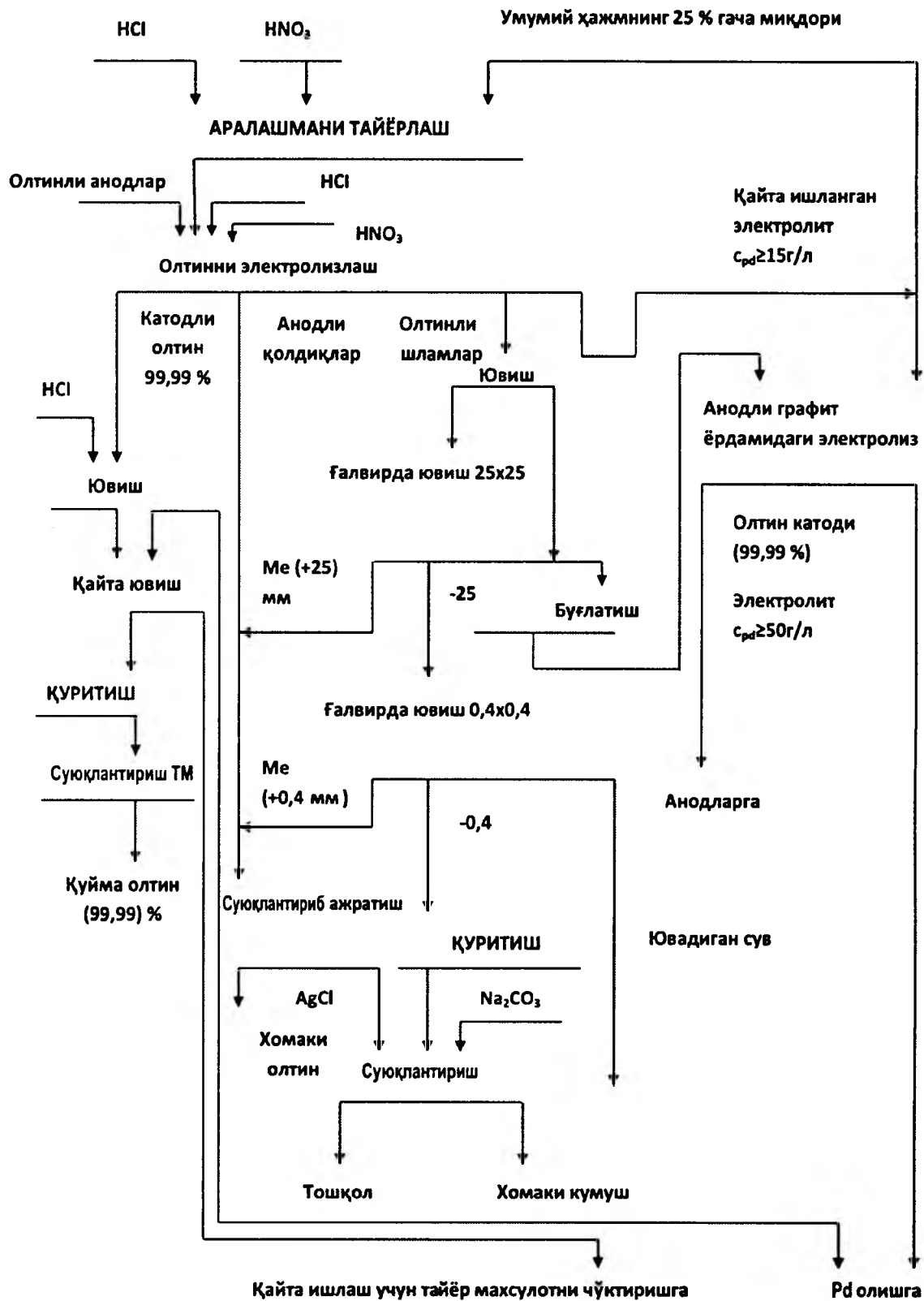
3.20-расмда олтинни сорбцияли анионитдан ажратиб олиш технологик тасвири кўрсатилган, унда қуюлтиришдаги  $pH=10,8-11,2$  ни, Қ:С 1:0,89-1,01 ва NaCN эритмаси цианлашга кейин сорбцияга, бўтанани ва смолани ажратишни кўриш мумкин.

Бўтана ғалвирлашга тушади, у ердан анионит сорбцияга қайтади, бўтана эса концентрацияси 95 мг/л дан кам бўлмаган – чиқинди сақлаш омборига юборилади. Сорбциянинг иккинчи маҳсулоти – катрон ивиқлардан ювишга жўнатилади. Анионит чўкишга келади, ундаги кумлар янчишга, кейин эса (щепа) чиқитдан ювилади. Ювиш маҳсулотлари: анионит – регенерацияга юборилади.

3.21-расмда ион алмашувчи қатронларни регенерациялашда технологик тасвири кўрсатилган. Эритмани қайта ишлашга борган NaCN, эритма тайёрлашга юборилади. Қайта ишлашга ивиқлардан тозалаш жараёнидан ўтган, тўйинган қатрон ҳам тушади. Кейин қатрон NaCN дан сув қўшилиб ювилади, ҳарорат 55- 60°C ни ташкил этиш керак. Сульфат кислотани қайта ишлашда қатрон ва  $H_2SO_4$  ни тайёр эритмаси келиб тушади. Қатрон сульфат кислотадан ювилади ва тиомочевинали (ТМ) сорбцияга келади. Сорбция жараёнида ТМ ни тайёр маҳсулоти ва айланма материаллари юкланади. Эритма сульфат кислотани қайта ишлашга, қатрон эса десорбция жараёнига юборилади, унда ҳам ТМ ни тайёр эритмаси берилади. Маҳсулотли регенерат – тайёр маҳсулот цехига. Қатрон ТМ ни десорбция жараёнига боради, унда сульфат кислотанинг тайёр эритмаси берилади. Эритма ТМ тайёрлашга қайтарилади, қатрон эса сульфат кислотадан ювилади, кейин NaOH билан қайта ишланиб, ундан яна тозаланиб регенератланган қатрон сорбцияга тушади.

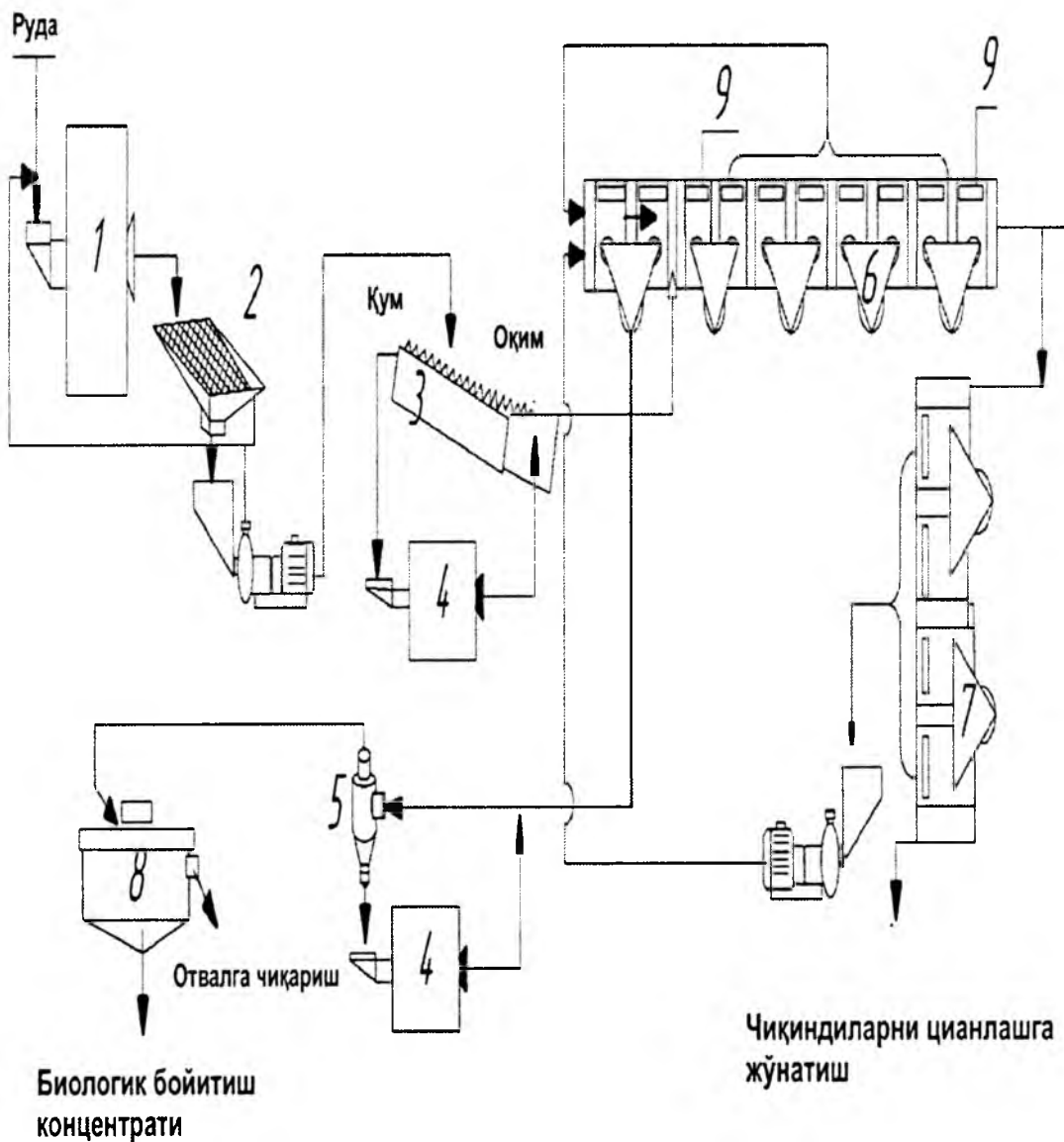
3.23-расмда товар регенерати ва гравиоконцентратни қайта ишлаш технологик тасвири келтирилган. Гидратларни чўктиришда товар регенерати NaOH ювиладиган сув ва яна сиқилган ҳаво келади. Чўктиришдан кейин фильтрация жараёни кетади. Филтрат айланишга юборилади, Г-І иссиқ сув билан ювишга тушади, кейин қуриштиришга ва куйдиришга боради. Куйдиришдан газлар ва Г-О олинади,  $HNO_3$  ва Ag-шламни қайта ишлаш учун,  $HNO_3$  беришда ва Г-N лар чўктириш ва декантацияга боради. Кек – ювишга, кейин куйдиришга, эритмани филтрлашдан кейин кек билан бирга тиндиришга ва декантацияга юборилади. Куйдирилган кек  $NaNO_3$ ,  $Na_2CO_3$   $Na_2B_4O_7$  лар қўшилган ҳолда эритишга юборилади. Эритиш маҳсулотларига шлак ва қорамтир олтин киради, кейинчалик улар анодларда куйиб олинади. Бир вақтнинг ўзида олтин бошоқчаси  $HNO_3$  билан қайта ишланади, тиндирилади ва декантацияланади, ундан кейин эритма юқорида кўрсатилганидек фильтрацияга келади, 3Г-N эса ювишга, ювишдан чиққан сув филтрлашга юборилади. Кейин  $Na_2CO_3$  ва  $NaNO_3$  лар қўшиб куйдирилади. Шлакни куйиб олиб, қорамтир олтин эса анодларга куйиб олинади. Филтрлашдан кейин эритма AgCl ни чўктиришга юборилади, филтрлашга, қуриштиришга, кейин эритилади.

3.23-расмда олтин электролизининг технологик тасвири келтирилган. Эритма тайёрлаш учун хлорид ва азот кислотаси ишлатилади. Электролизга эритма, Au-анодлари, HCl,  $HNO_3$  берилади.



3.24-расм. Олтин электролизининг технологик тасвири

Электролиз маҳсулотларига олтин катода, анод қолдиқлари, олтин шлами ва ишлатилган электролит киради, улар эритма тайёрлашга юборилади, графитли анодлар электролиздан кейин олтин катода анодларга куйилади, электролитлар эса палладий олишга юборилади. Олтин катода ювилади, сўнг куригилади ва эритилади, кейин 99,99% таркибли соф қуймалар қуйиб олинади.



3.25-расм. Сульфидли рудаларини флотация жараёнидан олинган ярим маҳсулотни цианлашнинг занжир дастгоҳ тасвири:

1 МПС тегирмони 900x300; 2 вибрацион ғалвир 650x200; 3 классификатор 1КСП –1,5; 4 МШР тегирмони 400x400; 5 гидроциклон ГЦ – 25; 6 – флотомашина ФМ-0,12; 7 флотомашина ФМ – 0,32; 8 куюлтиргич Ц – 2,5; 9 – агитацион чани.

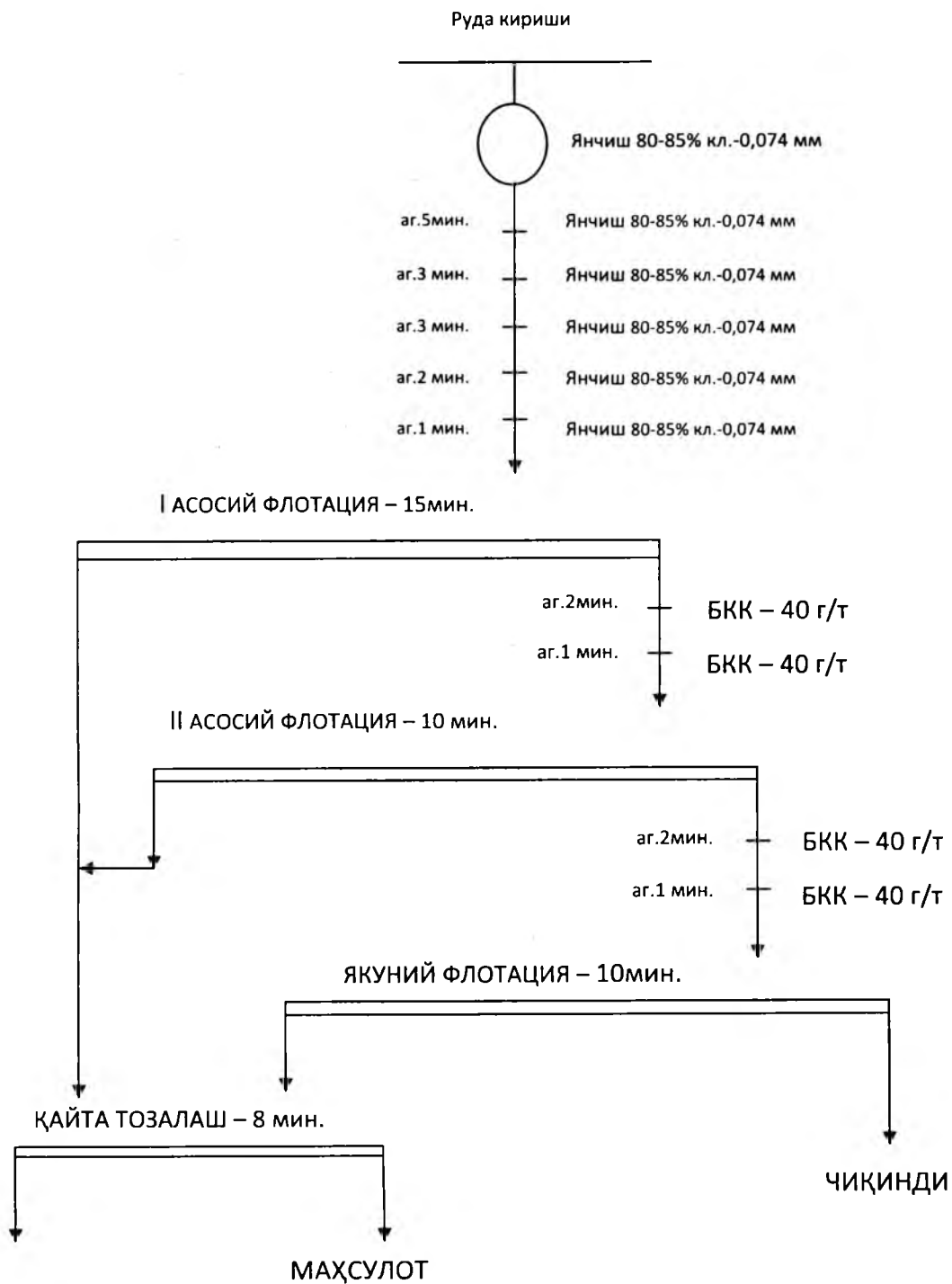
Олтин-шламлари ювишга жўнатилади, кейин 25x25 элакда ювилади, йириклик синфи - 25мм, 0,4x0,4 элакда ювилади, кейин қуритилади ва эритилади. Ювиладиган сув – товар регенератини чўктиради. Металлнинг йириклик синфи +25 мм ва 0,4 мм, анод қолдиқлари билан бирга эритиб ажратилади. Қорамтир олтин ва AgCl ҳосил бўлади, эритмага борадиган панжара ости маҳсулоти элакда ва Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ювилади. Эритишдан шлак ва қорамтир кумуш олинади.

3.25-расмда сульфидли рудаларни флотация жараёнида олинган ярим маҳсулотни сианлаш занжир дастгоҳ тасвири келтирилган. Сульфидли руда ярим ўзиянчар тегирмонига МПС келади, янчилган руда вибрацион ғалвирга тушади. Майда фракция классификациялашга, йириги эса тегирмонга қайта тушади. Классификациядан чиққан кумлар шарли тегирмонга тушади, классификатордан чиққан қуюқ маҳсулот эса агитацион чанга ва флотомашинанага келади. ФМ-0,12 флотомашинадан чиққан бойитма гидроциклонга юборилади, кейин қуюлтирилади. Суюқлик – омборга, концентрат – биоксга. Агитациондаги бўтана ФМ-0,32 флотомашинанага берилади. Чиқиндилар – цианлашга, бойитма эса агитацион машинанага қайтарилади.

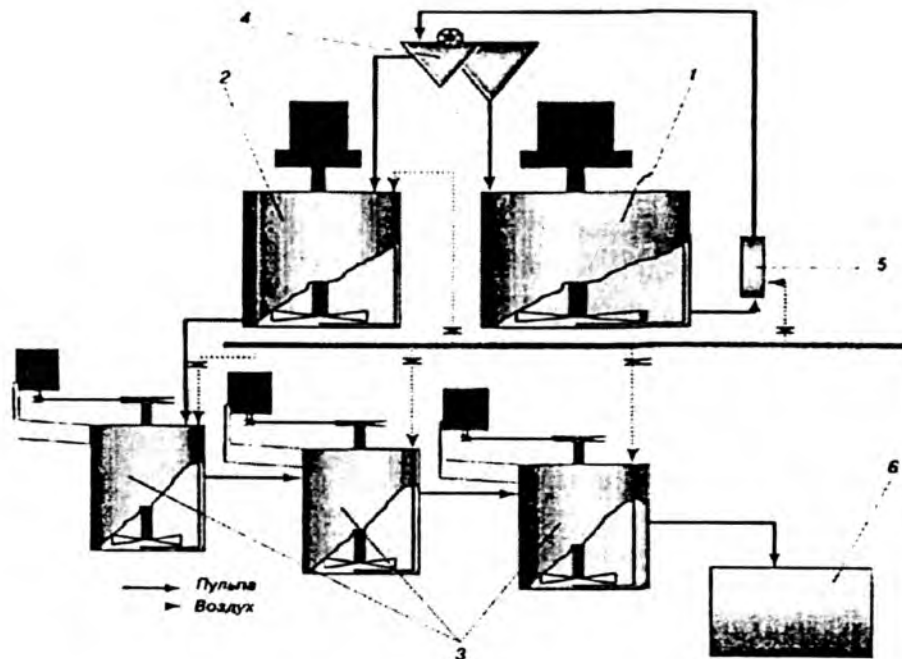
3.26-расмда конлардаги рудаларни махсус қайта ишлаш технологик тасвири кўрсатилган. Ўзбекистоннинг Навоий вилоятидаги Даугъзтау ва Кокпатас конларидаги рудалар ярим ўзи янчилади, ғалвирлашга ва классификациялашга юборилади. Кумлар тегирмонда янчилади ва классификациялашга юборилади, классификатордаги майда суюқлик биринчи асосий флотацияга тушади, чиқитлар иккинчи асосий флотацияга юборилиб кейин омборга жўнатилади. Биринчи ва иккинчи асосий флотациядан кейинги бойитма қайта тозалаш жараёнига тушади. Қайта тозалашдан кейинги оралик маҳсулот биринчи асосий флотацияга қайтарилади, бойитма ГЦ классификацияланади, ундаги кумлар тегирмонда янчиблиб, классификациялашга қайтарилади, суюқлик қуюлтиришдан ўтказилади, қуюлтирилган маҳсулот биологик танлаб эритилади, қолган қисми эса омборга жўнатилади.

3.27 расмда биореакторлардаги эритмаларни қайта ишлаш жиҳозининг аппарат тасвири келтирилган, ундаги бўтана дозатор орқали сарфлаш чанга тушади, ундан дозаторга ҳаво эрлифтгли қувур орқали берилади, кейин бош биореакторга, унга ҳам ҳаво берилади. Бош биореактордан бўтана ўз оқими билан учта кичик биореакторга ўтади, уларнинг ҳар бирига ҳаво берилади ва маҳсулот қабул қилиш идишига тушади.

3.28-расмда олтинни уюмда танлаб эритиш саноат цехини ташкил қилишнинг қисқартирилган тасвири келтирилган.

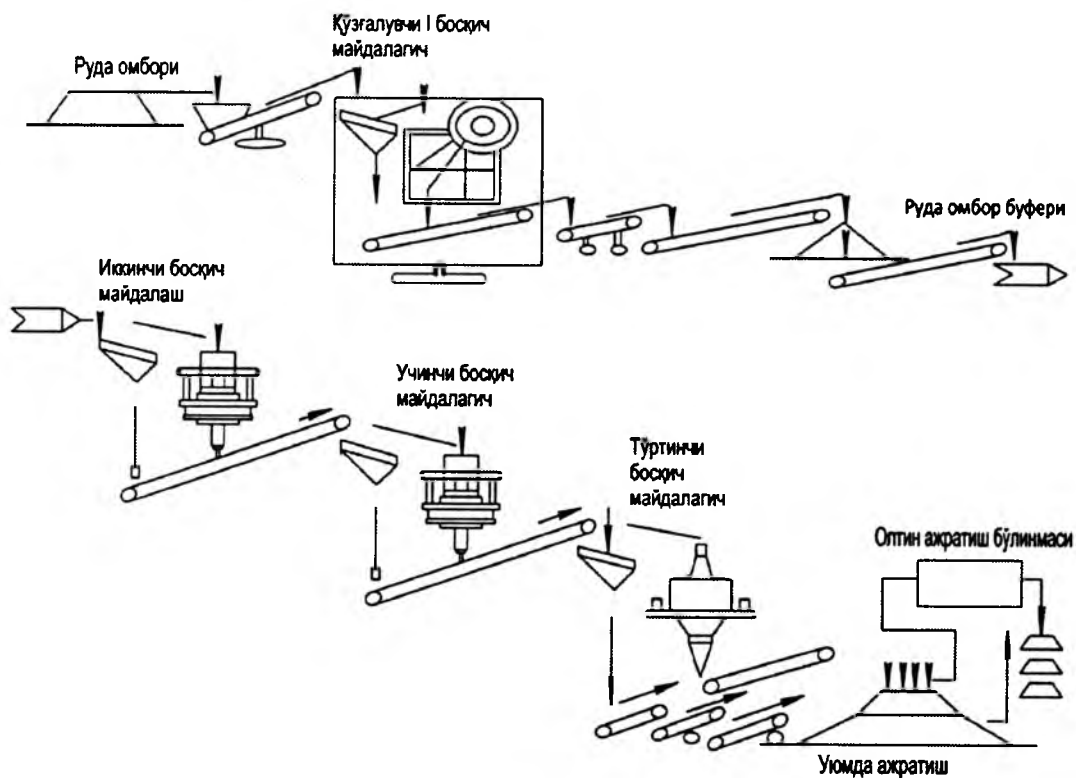


3.26-Расм. Ўзбекистон лойиҳасидаги Даугистау ва Кокпатас конларидаги рудаларни синов қайта ишлашни миқдор-сифат тасвири



3.27-рasm Дастгохнинг аппарат тасвири:

1) сарфлаш чани; 2) бош биореактор; 3) кичик биореактор; 4) дозатор; 5) эрлифт; 6) маҳсулот қабул қилиш идиши.



3.28-рasm. Олтинни уюмда танлаб эритиш цехини саноатда ташкил қилишнинг қисқартирилган тасвири



Омборхонадан руда жағли майдалагич қабул қилиш бункерига юборилади, ундан олдин тебранма ғалвирга боради. 1-босқич майдалашдан кейин руда массаси буфер омборхонага жўнатилади, кейин 2, 3 ва 4-босқич майдаланади, охириги йириклиги – 3,35 мм гача бўлади. Кейин рудани уюмда ишқорлаш бўлимига юборилади, у ерда уни ишқорлаш асоси (таглигини) тахланади. Эритувчи эритма кувур ўтказгичлар ва томчилаб берувчи қурималар орқали юқоридан руда массасига берилади. Эритилган эритма филтрли элементлардан ўтказилади ва кислород ва карбонат ангидридни йўқотиш мақсадида вакуумли дсаерация қўлланилади. Кейин эритмага рух чанги ва кўрғошин нитрати қўшилади. Ҳосил бўлган чўкма филтр прессда ажратилади, қайта ишланган эритмани ишқорлашга қайтарилади. Чўкма печда тобланади, флюс билан аралаштириб ёй печида эритилади. Қотишма аффинаждан сўнг тайёр маҳсулотдаги олтин таркиби 99,99% ни ташкил этади.

**Қотишмалар.** Олтиннинг қотишмалари Ag, Cu, Pt(2, 5, 7 ва 10% Pt), Pd (16, 20 ва 40% Pd) лар билан ишлатилади.

**Қўлланилиши.** Олтин дунёнинг молиявий тизимини муҳим элементи ҳисобланади, модомики, бу металл коррозияга чидамли, техниканинг кўп соҳаларида қўлланилади, захираси эса кўп эмас. Олтин тарихий ҳодисалардан унчалик йўқолиб кетмади, фақат йиғилди ва қайта эритилди. Ҳозирги вақтда дунёнинг банк резервларида олтинни 32 минг тоннага (агар шунча олтинни қўшиб эритилса, ёнбошидан фақатгина 12 м бўлган куб ҳосил бўлади) баҳоланаяпти. Бир неча бор олтиннинг халқаро валюта сифатидаги роли пастлашди, шунга қарамасдан, дунёнинг барча банклари олтинни ликвид (тез пулга айланиш) сифатида сақлаб келмоқдалар. 2007 йил маълумотларига қараганда, марказий банклар 20% атрофида дунёнинг ҳамма олтин захирасини резерв фаол сифатида, алоҳида мамлакатлар эса олтинда 10% атрофида ўзларининг резервларини ушлаб турганлар ва турмоқда.

Олтин ўзининг турғунлик (барқарорлик) ва механик мустаҳкамлигига кўра кўпгина платиноидларга ўз ўрнини бўшатади, лекин электрик контакт материали сифатида тенги йўқ. Шунинг учун микроэлектроникада олтин ўтказгичлар ва контакт юзаларини олтинли галваник коплаш, бўлинмаларни плата босмалари кенг қўлланилади.

Олтинни ядро тадқиқотларда нишон сифатида қўллашади, узок инфрақизил диапазонда ишлаганда, ойналарни коплаш учун, нейтрон бомбада махсус коплама сифатида қўлланилади. Қишда керакли иссиқликни йўқотмаслик мақсадида витраж шишаларда ва деразаларнинг ички сиртларида олтиннинг юпка қатлами (20 нм) ишлатилади, ёзда эса бинонинг ички хоналарини сақлаш ва транспорт воситаларини инфрақизил нурлардан қизиқ кетишининг олдини олади.

Кавшарланган олтин қотишмалари билан турли металллик юзалар жуда яхши ивителиди ва металлларни кавшарлашда қўлланилади. Олтиннинг юмшоқ қотишмаларидан тайёрланган юпка қистирмалар (прокладки), техникада жуда юқори вакуумда ишлатилади.

Металларни коррозиядан ҳимоялаш усули сифатида зарлаш жуда кенг қўлланилади. Гарчи бунақа нодирмас металллар копламаси жиддий камчиликларга эга бўлса-да, тайёр буюм кўриниши қиммат “олтин” деб кенг тарқалган.

Олтиннинг одатий ва энг йирик истеъмолчиларидан бири бу заргарлик йўналиши ҳисобланади.

Олтинни анчагина сезиларли миқдорини стоматология истеъмол қилади: тиш коронкалар ва протезларини олтинни кумуш, мис, никель, платина, рух билан тайёрлашади.

Бунақа қотишмаларни юқори механик хусусиятлари билан коррозияга мустаҳкамлигини алоҳида қайд этиб ўтиш жоиздир.

Олтин бирикмалари бир катор касалликларни даволашда қўлланиладиган (туберкулёз, ревматоид артрит ва бошқ.) айрим тиббиёт дори-дармонларининг таркибига киради. Олтиннинг радиофаол изотоп<sup>198</sup> ва (ярим емирилиш даври 2,967 кун.) радиотерапияда хатарли ўсмаларни даволашда қўлланилади.

**Катализаторлардаги наноолтин.** Углерод ва нодирмас металл оксидларига олтиннинг нанозаррачаларини 5 нм да суриш атроф-муҳит ҳароратига мос ишлайдиган фаол катализатор олишга ёрдам беради. Олтин-палладийли катализатор винилацетат мономер саноатида қўлланилади.

Саноатда винилацетатни палладий тузлари иштирокида этиленга оксидланган сирка кислотаси қўшиб олинади.

Винилацетат поливинилацетатнинг таркибий қисми бўлиб, лак ва бўёқ материаллар, елим, сингдирувчи, пол плиткалари, акрил толалари, пленкалар, ламинирланган шишалар саноатида ишлатилади.

Мономер ишлаб чиқаришнинг асосийлари бу 4 та Америкада ва битта инглиз компаниялари ҳисобланади, улар йилига бу маҳсулотни 5 млн тоннасини ишлаб чиқаради. Хитой, Хиндистон, Эрон ва Араб Амирлиги винилацетатни бир неча йирик заводларини куришни режалаштирган.

Винилацетат катализаторлар ёрдамида ишлаб чиқарилади. Катализаторда олтиннинг борлиги, битта палладийга қараганда маҳсулот чиқишининг жиддий равишда ошишига ёрдам беради.

DuPont компанияси маълумотларига қараганда, винилацетатни чиқиши, катализаторда палладийни ишлатганда 124 г-л/с, олтин-палладийли ишлатганда – 594 г-л/с ташкил қилади. 40 соат эксплуатациядан сўнг катализаторни қаватнинг ҳаракатсиз шароитида, ҳарорат 165 °С бўлганда, 7,82 атм. босим остида, этилен, сирка кислотаси, кислород ва азот бериб турилганда, AuPd/SiO<sub>2</sub> катализатори билан Pd/SiO<sub>2</sub> катализаторини таққослаганда, винилацетатни чиқиши 4,8 марта кўпроқ беради.

Доимий маҳсулотларга ва ичимликларга асосий қўшимчалардан бири глюкоз кислотаси ҳисобланади.

Алюминий оксиддан тайёрланган тағламага юттирилган олтин нанозаррачалари бор катализатордан фойдаланиб, глюкозани глюкоз кислотасига оксидлаш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. 70 кун ичида бир грамм олтин 38 т. глюкоз кислотаси олишга ёрдам беради.

Ўтган асрнинг ўн саккизинчи йилларида япониялик олим М.Харута, олтинда металл-кислород боғи энг кам энергияга эга ва бу бошка металл оксидлари билан оксидланиш реакцияларида юқори фаолликка олиб келади, деб таъкидлаган.

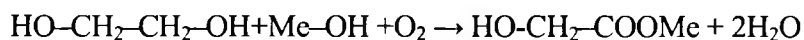
М.Харута оксид ташувчиларига суртиш орқали олтинни 5 нм дан кам бўлмаган зарраларини олишни тақлиф этди. У олтин зарралари ўлчами катализатор фаоллигини аниқлайди, деб кўрсатган эди. Олтин зарраларини 5 нм гача катталаштирганда, СО ни оксидланиш реакциясида катализатор фаоллиги бир канчага пасаяди. М.Харута ўзининг ишларида, олтин зарраларини ташувчилар билан ўзаро таъсирини, катализаторларнинг барқарорлигини ўрганди ва паст ҳароратда оксид ва гидроксидлар нейтрал ёки кучсиз асосли юзаларда, яъни TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, NiO<sub>2</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub> ва Be(OH)<sub>2</sub> лар фаолдир.

Олтин таркибли катализаторни рН ва ҳароратни назорат қилиб, HAuCl<sub>4</sub> эритмасидаги ташувчи юзасига суртиш орқали олиш мумкин. Олтин нанозарраларини чўктиргандан сўнг, катализатор ювилади ва водород окимида қайтарилади. Катализаторнинг фаоллиги ва турғунлиги

хлор ионлари қолдиғига боғлиқ, чунки улар фаол марказларни захарлайди ва қайтарувчи атмосферасида олтин ионларини ҳаракатланишига ёрдам беради ва бу зарраларнинг агрегациясига олиб келади.

Олтин таркибли катализаторларнинг барқарорлигини ошириш мақсадида, титанни серғовак оксиди ишлатилади, ғовакларнинг диаметри 5 нм дан ошмайди. Олтин зарраларини агрегациялаш бунақа катализаторларда ғовак деворлари чегараланган бўлади.

Япон компанияси Nippon Shokubai катализаторда наноолтинни қўллаб, этиленгликол ва метанолдан метилгликолят олиш технологиясини ишлаб чиқди:



Бу модда озик-овқат саноатида, косметикада, яримўтказичлар технологиясида қўлланилади.

Америка компанияси 3M (Minnesota Mining and Manufacturing Co) олимлари ва муҳандислари турли кўринишдаги тағламаларда, шу билан бирга, сувда эрийдиган, буғларни чўктириш йўли (physical vapor deposition – PVD) билан олтиннинг фаол нанокатализаторларини тайёрлаш усулини ишлаб чиқишди. 400 мл ли катализатор тайёрлаш учун 2-3 соат талаб этилади, олтин минимал йўқотилади. Au/TiO<sub>2</sub>/C катализаторлар ҳимояланган жойларда сақланса, икки йилгача мустаҳкам туради.

Наноолтинли катализаторлар паст ҳароратда СО ва азот бирикмаларини, яъни нохуш ҳидли, масалан, триметиламинни (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N оксидлайди. Яъни бунақа катализаторлар ҳаво сифатини яхшилайти, бинолардаги, транспортдаги моддалар (нарса, буюм) нохуш ҳидлар миқдорини назорат қилади.

Трихлорэтиленни (сувни ифлословчи) гидрохлорлашда олтин-палладийли нанозарралар қўлланилганда, шу аниқланганки, Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> га қараганда, палладий олтин нанозарралари иштирокида 70 марта фаолроқ. Шу билан, катализаторда наноолтин билан сув ифлосланишини назорат қилиш мумкин.

Олтин таркибли наноматериаллар автомобиллардаги чиқадиган газларни тозалашда ишлатилади. Бу жараённинг самарадорлиги, олтинни нанозаррачалар кўринишида, контактдаги олтин ва тағлама характери, тағлама тури ва зарралар ўлчами билан аниқланади.

Меретуков Марат Ахмедович ўзининг монографиясида наноолтиннинг каталитик хусусиятларини тадқиқот натижаларида умумлаштирди ва қуйидаги олтин нанозарралар фаоллиги тушунчасини қўллаб жойлаштирди:

1. Олтин нанозарралари ноёб электрон ва кимёвий хусусиятларига эга, уларни квант-ўлчамли эффектлар ёрдамида аниқланади.

2. Ўлчами 2-3 нм бўлган олтин нанозарралар, тахминан, атомларнинг ярми газ шаклидаги моддалар билан таъсирлашишга қодир. Бу қобилият реакция марказлари орқали амалга ошади, охирида, бурчакда ёки заррачалар юзаси қаватида жойлашган. Юзадаги марказлар координацияланмаган атомлардан ташкил топган, кўпинча, адсорбцияга ва кислород диссоциациясига сабаб бўлади.

3. Фаол марказлари Au<sup>+</sup> дан ташкил топган, уни ҳосил бўлиши катализатор ёки подложкани термик қайта ишлаш билан марказ жойи борлигини аниқласа бўлади.

4. Катализ вақтида оралиқ фаол маркази анионлар ҳисобланади, нанозарралар ва F-дефектларни (кислородли ўринлар) оксид тағламада таъсирлашиши натижасида ҳосил бўлади ва кислородни адсорбциясига ёрдам беради.

5. Олтинни кластерлари юқори каталитик фаоллигини уларнинг металлмаслик ҳолати аниқлаб беради. Каталитик фаолликни максимуми кластерни электрон ҳолатини ўзгариши пайтида, яъни металл ҳолатидан металлмас ҳолатга ўтганда белгиланган.

6. Таъқидлаш мумкинки, каталитик жараёнда олтин иштирокида нанокластер

юзасидаги координация ҳисобига СО фаоллашади, O<sub>2</sub> эса нанозарраларнинг юзасидаги биргаликдаги таъсирлашиш ҳисобига ва зарра-таглама ажралиши чегараси периметрида фаоллашади. Бу синергетик механизм олтин асосидаги катализаторларни СО ни Н<sub>2</sub> оксидланишига нисбатан самаралироқ қилади, водородли ёқилғи ячейкаларини коммерциализациясининг имконини яратади.

7. Олтин нанозарраларининг каталитик фаоллигини яна бир фактори, аралашмаларнинг борлиги ҳисобланади. Олтин қўшилган биметаллик зарралар, моноолтинлар фаоллигидан ошади, шунинг билан, аралашмалар кислород адсорбцияси ва уни диссоциациясини енгилланиши ҳисобига катализга имкон беради. Энг кўп каталитик фаолликни 2-3 нм бўлган олтин зарралари намоён қилади.

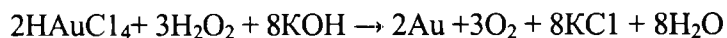
Тиббиёда nanoолтин биринчи бўлиб Мисрда қўлланилган. Алкимёгарлар ўзларининг тажрибаларини кўп асрлар мобайнида қўллашган. Ўрта асрларда улар суюқ олтиндан “Эликсир” яратишга уринишган, чунки у одамга ёшлик ва соғлиқни қайтариш имконига қодир бўлган деган ғояларига ишонган. Замонавий фармокологияга асос солган, ўрта асрнинг энг машҳур алкимёгари ва кимёгари Парацельс касалларни даволашда олтин қўшилган металл таркибли минераллардан дори тайёрлаган.

Ўзининг меҳнатларида Парацельс «*quinta essentia auri*» терапевтик хусусиятларни тасвирлаган, олтин хлоридини спиртли ўсимлик экстрактлари ёрдамида қайтарган.

Олтин коллоидига бағишланган биринчи китоб 1618 йилда философ ва тиббиёт доктори Франциск Антоний томонидан чоп этилган.

XX аср бошларида Рихард Зигмонди бир қатор олтин коллоиди хусусиятига тегишли ўрганишлар бўйича фундаментал ишларни чоп этди. Ишларда қайтарувчилар сифатида водород пероксиди, формальдегид, оқ фосфорни олтин коллоиди синтезида биринчи тасвирланган усули қўлланилган. 1925 йилда Зигмондига кимё бўйича “коллоид эритмаларни гетероген табиатини ўрнатиш ва шу бўйича замонавий коллоид кимёни фундаментал аҳамиятида усуллар ишлаб чиқишда” Нобель мукофоти берилди.

Олтин коллоиди олишда, анализлар механизмининг вужудга келишида Нобель мукофоти лауреатлари Теодор Сведберг илмий тадқиқотлари аҳамиятлидир. У олтин галогенидлари эритмаларини қайтариш жараёни кинетикасини ўрганди ва H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> водород пероксид ёрдамида қайтариш мисолида, олтин зарраларини вужудга келиши асосий тасаввурлар механизми ҳақида вужудга келтирди.



Олтин коллоиди минг йиллик тарихга эга эканлигига қарамай, биологик тадқиқотларда олтин зарраларини қўллаш билан боғлиқ “цитокимёдаги революция” шимолий Уэльс университети зоология ва биокимё факультети ходимлари В.П.Фолк ва Г.М.Тейлор “Электрон микроскопия учун иммуноколлоид усул” мақоласини 1971 йилда чоп этишди. Унда улар коллоид олтин билан антител конъюгацияси (бирикмалари) усулини тасвирлашган ва сальмонелл антигенлар юзасини тўғридан-тўғри электрон-микроскопик визуаллашда олинган комплексларни қўллашган.

Охириги 30 йилларда биокимёда, микрокимёда, микробиологияда, молекуляр генетикада ва бир қатор тадқиқотларда катта миқдорда иммуноолтин усули вариантларини қўллаш ишлаб чиқилди.

**80. СИМОБ** (лот. “Hydrargyrum”, грек тилида “hedor” – “сув” ва “argyros” – “кумуш”). Hg – кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ элементи бўлиб, тартиб рақами 80, атом массаси 200,59 ни ташкил этади. Табиий симоб 196, 198-202 ва 204 масса сони билан ифодаланувчи 7 та барқарор изотоплар аралашмасидан иборат бўлиб,  $\text{Hg}^{200}$  (23,13%) ва  $\text{Hg}^{202}$  (29,8%) кенг тарқалган ҳисобланади. Сунъий радиофаол изотоплардан  $\text{Hg}^{203}$  ( $T_{1/2} = 46,9$  кун) ва  $\text{Hg}^{205}$  ( $T_{1/2} = 5,5$  мин.) амалий аҳамиятга эга. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10}$ .



Теофраст, ёки  
Феофраст (туғ.м.а.  
370 йил, ваф.эт.м.а.  
280-285)

Симоб тарихий даврлардан бери бизга маълум. Теофрастнинг асарларида милoddан 300 йил олдин бронзали ҳовончада киноварини сирка билан ишқалаб металл симобини олиш тўғрисида айтиб ўтилган эди. Қаттик (мустаҳкам) симоб биринчи марта 1759 йил Петербургда М.П.Браун ва М.В.Ломоносов томонидан олинган.

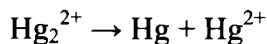
**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $7 \cdot 10^{-6}$  % ни ташкил этади. Тахминан 30 га яқин симобли минераллар саноат учун муҳим аҳамиятга эга: киноварь  $\text{HgS}$  ва унинг бошқа турлари метациннабарит ҳамда комплекс симоб сульфид ва сурмаси – ливингстонит  $\text{HgS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$ .

Симоб ва сурма Ўзбекистон Республикаси ҳудудида рентабилли саноат манбалари бўлмаганлиги учун қазиб чиқарилмайди. Саноат миқёсидаги объект бўлиши мумкин бўлган бир қатор маъданли жойлар топилган. Жанубий Фарғона йўналишида келажакда имконияти бор бўлган 100 та симобли ва 10 та сурмали конлар-топилмалар аниқланган. Улардан энг аҳамиятлиси, гидротермал кварц (олтин)-антимонит (Кокпатас Навоий вилоятидаги аҳоли пункти) кварц-карбонатли (Миксли) кварц-антикиновар (Карасу), диккит-кимонит-киноварли (Шутли) киради.

**Физикавий хоссалари.** Hg одатдаги температурада ягона суюқ металл, ялтироқ, кумуш рангли металл. Маълум суюқликлар асосида энг оғир зичликка эга  $13,546$  ( $20^\circ\text{C}$ );  $13,5954$  ( $0^\circ\text{C}$ );  $13,6954$  ( $-38,85^\circ\text{C}$ );  $14,193$  ( $-38,9^\circ\text{C}$ , қаттик).  $t_{\text{суюқ}}=38,89^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=357,25^\circ\text{C}$ . Симоб  $c_p=0,141^{40}$ ;  $0,1405^0$ ;  $0,1395^{25}$ ;  $0,1355^{25}$ ;  $0,13551^{40}$ ;  $C_p^0=27,98$ ;  $S^0=75,90$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=2,29$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=59,22$ ;  $\eta=1,855^{20}$ ;  $1,685^0$ ;  $1,554^{20}$ ;  $1,450^{40}$ ;  $1,367^{60}$ ;  $1,240^{100}$ ;  $1,052^{200}$ ;  $0,950^{300}$ ;  $\sigma=479,5^0$ ;  $473,5^{25}$ ;  $467,5^{50}$ ;  $456^{100}$ ;  $433^{200}$ ;  $400^{300}$ ;  $\rho=0,001^{17,6}$ ;  $0,01^{46,9}$ ;  $0,1^{82,0}$ ;  $1^{126,5}$ ;  $10^{184,0}$ ;  $100^{260,4}$ .

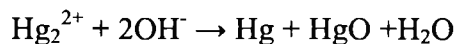
Қаттик ҳолатда оқ ранг ҳосил қилади ва болғаланувчан бўлади. Қайнаш ҳолатида бир атомли буғга айланади.

**Кимёвий хоссалари.** Симоб учун иккита оксидланиш даражаси характерли: +1 ва +2, шундан +1 оксидланиш даражасида симоб ўзида икки ядроли катион  $\text{Hg}_2^{2+}$  металл-металл боғини намоён этади. Симоб ўзида шундай катионларни шакллантирадиган баъзи металллардан бири бўлиб, симобда улар энг мустаҳками ҳисобланади. +1 оксидланиш даражасида симоб диспропорцияланишга мойил бўлади. У қиздирилганда қуйидаги реакция содир бўлади:



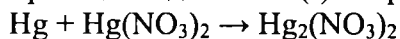
Михаил Васильевич  
Ломоносов  
(1711-1765)

ишқорланиши:

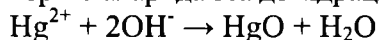


Лигандлар қўшилганда +2 симоб оксидланиш даражасини барқарорлаштиради. Диспропорция ва гидролиз натижасида симоб (I) гидроксидини олиб бўлмайди.

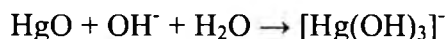
+2 симоби ва металл симоби совуқда аксинча пропорцияланади. Шунинг учун, қисман, симоб (II) нитратининг симоб билан реакциясида симоб (I) нитрати олинади:



Симоб оксидланиш даражаси +2 да жуда осон гидролизланадиган  $\text{Hg}^{2+}$  катионларини ҳосил қилади. Бунда  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  симоб гидроксиди фақат жуда суюлтирилган (<10–4 моль/л) эритмаларда мавжуд бўлади. Янада концентрланган эритмаларида эса дегидрация жараёни кетади:



Жуда концентрланган ишқорларда симоб оксиди қисман эриб, гидроксокомплексни ҳосил қилади:



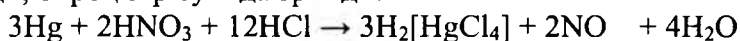
+2 оксидланиш даражасига эга бўлган симоб кўплаб лигандларнинг ўта мустаҳкам комплексларини ҳосил қилади. Йод билан (-1), олтингугурт (-2) ва углерод билан у жуда мустаҳкам ковалент боғларни ҳосил қилади.

Металл-углерод боғининг барқарорлиги бўйича симобнинг бирикмасига тенг келадиган бошқа металллар мавжуд эмас, шу сабабли кўп сонли симоб органик бирикмалар олинган.

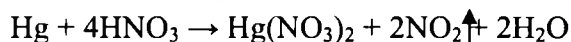
II-Б гуруҳ элементларидан фақатгина симобда ўта барқарор  $6d^{10}$  қаватини бузиш имкони мавжуд бўлади, бу эса симоб (IV) бирикмаларининг пайдо бўлишига сабаб бўлади, аммо улар бекарор, шу сабабли бу оксидланиш даражаси таажжубли бўлиб одатий ҳисобланмайди. Шу жумладан, симоб атомларининг неон ва фтор аралашмаси билан 4 К температурада таъсирлашиши натижасида  $\text{HgF}_4$  олинган.

**Металл ҳолатидаги симобнинг хоссалари:**

Симоб – кам фаол металл. У оксидловчилик хоссаларига эга бўлмаган кислота эритмаларида эримади, бироқ зар сувида эрийди:



Ва нитрат кислотасида:

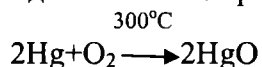


Қиздирилганда қийинчилик билан сульфат кислотасида эриб, симоб сульфатини ҳосил қилади:

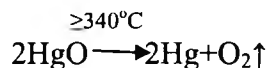


Мўл миқдордаги симоб совуқда нитрат кислота билан таъсирлашиши натижасида нитрат  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  ҳосил бўлади.

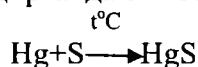
300°C температурагача қиздирилганда симоб кислород билан реакцияга киришади:



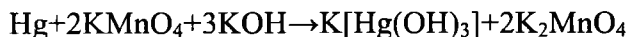
Бунда симоб (II) оксиди қизил рангли модда ҳосил қилади. Бу реакция қайтар ҳисобланади: 340°C дан юқори температурада қиздирилганда симоб оксиди оддий моддаларга қадар парчаланеди:



Симоб оксидининг парчаланиши тарихдан кислород олишнинг бир усули ҳисобланиб келинган. Симобни олтингугурт билан қиздирганда симоб (II) сульфиди ҳосил бўлади:

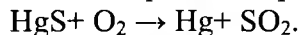


Симоб бундан ташқари галогенлар билан совукда секин таъсирлашади.  
Симобни калий перманганатнинг ишқорли эритмаси билан оксидлаш мумкин.



Ва турли туман хлор сақловчи оқловчилар билан ҳам оксидлаш мумкин. Бу реакциялар симоб металини йўқотиш учун ишлатилади.

**Олиниши.** Симобли рудалар жуда камбағал бўлиб, 0,1% асосий металлни ташкил этса-да, айлана қувурларда 200-400°C температурада буғлантирилади. Деярли симоб буг ҳолатида совутилиб, газ симоб суюқланади. Симобга бой бўтана (пульпа) – ступпа – қозонга оҳак билан қўшилиб корилади. Оҳак деярли сувни ўзида ушлаб олиб, сувсизлантиради. Қозон остидаги симоб алоҳида устки қисмидаги бирикма қайтадан куйдиришга жўнатилади. Симоб рафинирланиб тозаланади ва соф симоб олинади. Тозалаш усуллари жуда хилма-хил бўлиб, дистилланган сув, нитрат кислотаси ёрдамида олинса, ўта соф тоза симоб олиш учун эса вакуумда дистилляция усули орқали буғлантирилади. Шунингдек, техникада пирометаллургия усули билан HgS дан 700-800°C температурада оксидлаб куйдириш йўли билан олинади. Бунинг учун симоб рудаси кислород таъсирида куйдирилади.



Натижада ҳосил бўлган HgS термик беқарор бўлгани учун у эркин симобга парчаланиб кетади. Буғ ҳолида ҳосил бўлган симоб махсус идишга йиғилиб, кейин ҳайдаш йўли билан тозаланади. Симобни олишда баъзан HgS га темир ёки кальций таъсир эттириб олиш мумкин.

Кўплаб юз йилликлар мобайнида Европада асосий ва ягона симоб кони Испаниядаги Альмаден кони ҳисобланган. Ҳозирги вақтда у билан Словения ҳудудидаги Идрия рақобатлаша олади. Бу ерда биринчи бўлиб симоб буғлари билан захарланганларни даволовчи шифохона пайдо бўлган. 2012 йилда ЮНЕСКО Альмаден ва Идрия саноат инфраструктурасини инсоният тамаддуни мероси сафига киритди.

Hg ни олишнинг гидрометаллургик схемалари ҳам мавжуддир, бунда HgS, Na<sub>2</sub>S ва NaOH таркибли сувли эритмаларда ишқорлаш жараёни олиб борилади. Ҳосил бўлган комплекс бирикма HgS·Na<sub>2</sub>S электролиз ёки цементацияга алюминий ёки сурма билан бириктирилади. Техник сурмани олиш учун металлни чарм (замша) ёки қалин материал орқали филтрлашади. Юқори навларга қадар тозалашни ишқорлар, HNO<sub>3</sub> ва кўп марталиқ дистилляция билан ювиш орқали амалга оширилади. Кўшимчаларни озон билан оксидлаш ҳамда сурмани электролитик рафинация қилиш мумкин.

Шунингдек, сульфидли эритмаларидан симобни электролиз орқали олиш усуллари ҳам яратилган.

**Ишлатилиши.** Юқори захарлилиги туфайли симоб деярли тиббиётда дори-дармонлар сифатида сиқиб чиқарилган. Унинг бирикмалари (шу жумладан, мертиолят) айрим ҳолларда жуда оз миқдорда вакцина учун консервант сифатида ишлатилади. Симобнинг ўзи фақатгина симобли тиббиёт термометрларида ишлатилиши сақланиб келинмоқда.

Бироқ 1970 йилга қадар симоб бирикмалари тиббиётда кенг қўлланилиб, симоб (I) хлориди (каломель) – тинчлантирувчи;

– меркузал ва промеран – кучли сийдик ҳайдовчи сифатида кенг қўлланилиб келинмоқда.

Шундай воқеалар маълум бўлганки, қадимда ичаклар ўралиб қолганда касалнинг ошқозонига бир стакан симобни кўйишган. Қадимги табибларни тахминича, таклиф

қилинган даволаш усулида ўзининг оғирлиги ва ҳаракатчанлиги билан, ичак бўйлаб ҳаракатланади ва оғирлиги билан унинг ўралиб қолган жойини тўғрилайди.

Кумуш амальгамасини стоматологияда тиш пломбалари материали сифатида ёруғликда қотадиган материаллар чиқмагунча қўлланилиб келинган.

Техникада симобни симобли термометрлар учун асосий ишчи танаси сифатида қўллашган (асосан ўта юқори аниқликда), чунки (а) у кенг диапазонга эга бўлиб, суюқ ҳолатида бўлади, (б) унинг термик кенгайиш коэффициентини деярли температурага боғлиқ эмас ва (в) нисбатан кичикроқ иссиқлик сиғимига эгадир. Симобнинг таллий билан қотишмалари паст температурали термометрлар учун ишлатилади.

Симоб буғлари билан люминесцент лампалар тўлдирилади, чунки чўғланма разрядда унинг буғлари нур таратади. Нур тарқалиш спектрида симоб буғи кўп ҳолатда ультрабинафша нурдир, уни кўриш нурларига ўтказиш учун, люминесцент лампалари шишасининг ичини люминофор билан қоплашади. Люминофордан ташқари симобли лампалар ультрабинафша манбасидир (254 нм) ва шу сифатда қўлланилади. Бундай лампаларни ультрабинафша нурларни ўтказадиган кварцли шишалардан тайёрлашади, шу сабаби уларни кварцли лампалар деб аташади.

Симобли электр лампалар (игнитронлар) кучли ростлагич қурилмаларда, электр ўтказгичларда, электропайвандлаш қурилмаларида, тортувчи ва кичик станция ростлагичларида ва шунга ўхшаш ўрта ток кучли юз ампердаги ва 5 кВ гача кучланишли ростлагичлар тайёрлашда ишлатилади.

Симоб ва унинг қотишмалари маълум бир ҳолатда ёнадиган герметик ўчиргичларда қўлланилади. Токнинг айрим кимёвий манбаларида (масалан, симоб-рухли), эталонли кучланиш манбаларида (Вестоннинг Нормал элементи) ишлатилади.

Симоб бундан ташқари айрим ҳолатларда ишчи жисм сифатида оғир юклагич гидродинамик подшипникларда ишлатилади.

Симоб илгари денгиз сувида кема корпус қисмини кўкариб бузилишидан сақлаш учун айрим биоцид бўёқлар таркибига кирган. Ҳозирда бундай таркибдаги қопламани қўллаш тақиқланган.

Симоб (I) йодиди радиофаол нурланиш учун ярим ўтказгичли детектор сифатида ишлатилади.

Симоб (I) фульминати («қалдирак симоб») илгаридан ПМ (портловчи моддалар)га туртки бўладиган детонатор сифатида қўлланилади.

Симоб (I) бромиди сувни термохимёвий парчаланишида водород ва кислород (атом-водородли-энергетика) олишда ишлатилади.

Симобни цезий билан қотишмаси юқори самарадор ишчи жисм сифатида ион двигателларида ишлатилади. XX аснинг ўрталаригача симоб кенг қўламда барометр ва манометрларда ишлатилган.

**Металлургияда:** Симоб метали жуда муҳим бўлган бир қатор қотишмалар олиш имконини беради.

Илгари металлнинг турли амалгалари, асосан, олтин ва кумуш, заргарлик ишларида, ойналар тайёрлашда кенг қўлланилган.

Симоб метали қатор фаол металлларни, хлор ва ишқорларни электролитик усулда олишда қўлланилади. Ҳозирда симобли катодлар ўрнига диафрагмали электролиз қўлланилади. Симоб иккиламчи алюминийни қайта ишлашда ҳам кенг қўлланилади.

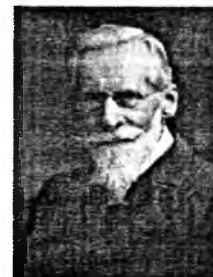


Симоб олтинни яхши намлантиради, шу сабабли у билан олтинли кумларни қайта ишлашади ва шу билан ундан тегишли металлни ажратиб олишади. Бу технология кенг тарқалган, шу жумладан, Амазонада ҳали-ҳануз олтинни шу усулда ажратиб олмоқда.

**Кимё саноатида:** симоб тузларини саноатда ацетилендан ацетальдегид олишда катализатор сифатида қўллашган (Кучеров реакцияси), катализатор сифатида атом энергетикасида уранли блокларнинг эритилишида ишлатишган. Несслер реактиви аммиакни микдорий аниқлашда ишлатилади.

**81. ТАЛЛИЙ** (“Thallium”, лот. “thallus” – “чўзилувчан ип”). Тl – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ элементи, тартиб рақами 81, атом массаси 204,38. Табиатдаги Тl иккита барқарор изотопдан ташкил топган масса сонлари билан 203 (29,50%) ва 205 (70,50%), бундан ташқари қатор радиофаол изотопларга ҳам эга. Табиий радиофаол изотопи Тl<sup>206</sup> (4,19 мин.), Тl<sup>207</sup> (4,79 мин.), Тl<sup>208</sup> (3,1 мин.), Тl<sup>210</sup> (1,32 мин.), сунъий изотопларидан нисбатан муҳимлари Тl<sup>204</sup> (Т<sub>1/2</sub> = 3,56 йил). Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>6</sup>5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup>5p<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>4f<sup>14</sup>5d<sup>10</sup>6p<sup>1</sup>.

1861 йилда инглиз кимёғари У.Крукс томонидан сульфат кислотаси саноат қолдиқларини (шламларини) спектроскопик тадқиқ қилиш жараёнида (селен олингандан кейинги қолдиғида) кашф этилган. У.Круксдан беҳабар равишда таллий 1862 йилда А.Лями томонидан аниқланган, биринчи марта уни эркин ҳолатда ажратиб олган ва таллийнинг металллик табиатини ва асосий кимёвий хоссаларини тавсифлаб берган.



Уильям Крукс  
(1832-1919)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича ўртача микдори 3·10<sup>-4</sup> %. Таллий бошқа элемент минераллари орасида тарқалган элементлардан биридир. Таллийнинг минераллари эса кўп жиҳатдан минералогик ноёб ҳисобланади ва амалий аҳамиятга эга эмасдир. Асосан бешта кам ўрганилган минераллари мавжуд: лорандит TlAsS<sub>2</sub> (58,7-59,7 % Tl); врбаит Tl (As, Sb)<sub>3</sub>S<sub>5</sub> (29,5-32 % Tl); гутчинсонит (Tl, Ag, Cu)<sub>2</sub>S·PbS·2As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (18-25% Tl); крукезит (Tl,Cu, Ag)<sub>2</sub>Se (16-19 % Tl) ва авиценнитлардир Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (79,52 % Tl).

**Физикавий хоссалари.** Тl – кумушсимон оқ рангли металл. Кулранг рангда товланади, ҳавода тезда оксидланади, кесилган юзасида таллий (II) оксидининг ҳосил бўлиши ҳисобига ранглар пайдо бўлади. Тl метали атмосфера босимида иккита кристалл модификацияга эгадир – α ва β. Юқори босимда учинчи модификацияси ҳосил бўлади – γ-Tl. t<sub>суюқ</sub> = 303°C, t<sub>қайн.</sub> = 1457°C, зичлиги Тl қаттиқ ҳолатида: α- Тl 11,85 г/см<sup>3</sup> (20°C), β-Тl 11,54 г/см<sup>3</sup> (244°C); в суюқланган ҳолатда: 11,289 г/см<sup>3</sup> (306,5°C), 11,250 г/см<sup>3</sup> (330°C), 10,87 г/см<sup>3</sup> (580°C); Таллий триг; c<sub>p</sub> = 0,140<sup>25</sup>; 0,142<sup>0-100</sup>; C<sub>p</sub><sup>0</sup> = 25,36; S<sup>0</sup> = 41,5; ΔH<sup>0</sup> = 0; ΔG<sup>0</sup> = 0; ΔH<sub>суюқ</sub> = 34,7; ΔH<sub>буғ</sub> = 744,8; ρ = 0,01<sup>3056</sup>; 0,1<sup>3352</sup>; 1<sup>3705</sup>; 10<sup>4135</sup>; 100<sup>4680</sup>.

**Кимёвий хоссалари.** Таллий метали юқори пластиклик ва паст мустаҳкамликка эга. Совуқда қайта ишлашда парда ҳосил қилиб қаттиқ бўлиб қолади. Таллий метали киздирилганда, нитрат, сульфат ва хлорид кислоталарида яхши эриб, тегишли равишда бир валентли таллий тузларини ҳосил қилади. HCl да қийин эриб кам эрувчанликка эга бўлган таллий хлоридини ҳосил қилади. Ишқорлар билан таллий метали деярли таъсирлашмайди. Эркин ҳолатдаги кислороди бўлмаган сув таллий билан таъсирлашмайди. Кислород иштирокида сувда бекин-аста эрийди ва Тl (I) гидроксидини ҳосил қилади. Азот, аммиак ва курук углерод (IV) оксиди билан таъсирлашмайди. Водород билан фақатгина маълум бир шароитларда таъсирлашади.

Галогенлар билан осонгина таъсирлашади, киздирилганда S билан, қийинроқ – P билан таъсирлашади.  $O_2$  билан  $Tl_2O$  таллий (I) оксидни ва  $Tl_2O_3$  таркибли таллий (III) оксидни ҳосил қилади.

Кўплаб металллар билан қотишмалар ҳосил қилади. Ag, Au, Ge, Cd ва Sn билан Tl оддий эвтетик қотишмаларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Таллий олиш учун асосий хомашё манбаи, бу – оғир рангли металллар ажратиб олиш саноатининг иккиламчи маҳсулотлари, чанги ва техноген чиқиндилари бўлган шламлар ҳисобланади. Хусусан, мис, рух, кўрғошин ишлаб чиқариш саноатидан чиқаётган оқова ва технологик газлар таркибида чангда учрайди ва у сульфат кислотаси цехида ушланади. Баъзида рух электролитини тозалаш пайтида олинадиган мисли кадмий кек ҳам хомашё манбаи бўла олади. Ушбу маҳсулотлар ва чиқиндилар таркибидаги 0,01% дан 0,15 гача таллий учрайди. Металл ҳолида таллий уч хил усулда олинади: 1) карбонат сульфат ва перхлораторларнинг электролизи орқали; 2) эритмадан рух орқали цементация йўли билан чўктирилади; 3) таллий хлориди ёки оксалати қайтарувчи бирикмалар ёрдамида қайтарилади.

Таллийни бемалол пичоқ билан қирқса бўлади. Таллий ажратиб олиш технологик жараёни уни эритмага ўтказиш (асосий компонентлари сифатида Zn, Cd, Cu, Pb, Fe ва бош.), таллийнинг концентратини олиш, концентратини биргаликдаги металллардан тозалаш ва охирида таллийни турли тозалик даражасида олиш зарурлиги билан изоҳланади. Таллийни кислотали ва сувли ишқорлаш билан хомашё таркибидан ажратилади. Ишқорлашни енгиллаштириш учун хомашёнинг айрим турларини бирламчи оксидлаб куйдирилади. Конц.  $H_2SO_4$  ни қайнов катламида сульфатизацияси учун (сиқилган ҳавони узатиш орқали) 300 – 350°C температурада хомашёнинг парчаланиш жараёни интенсификацияланади ва унинг таркибидан барча қимматли компонентларини ажратиш имконини беради.

Концентратни таллий олиш учун уни эритмада чўктиришади. Эритмадан таллий ажратиш усули сифатида унинг рух юзасида цементацияси ҳисобланади. Бундан ташқари таллий рух амальгамаси билан ажратилиши мумкин. Таллийни ажратиш ва концентрлаш учун экстракция ва ион алмашилиш усуллари ҳам таклиф қилинган. Тозалаш жараёни, одатда қатор кетма-кет операциялардан, кам эрийдиган турли хил бирикмаларнинг чўктирилиши билан амалга ошади (биринчи концентратнинг эритилишидан сўнг). Таллийнинг сульфидли концентратини, масалан, сульфат кислота эритмаси билан қайта ишланади ва таллийни эритмада кейинчалик хлорид кўринишида чўктирилади (кўшимча тозалаш учун). Хлоридли концентрат конц.  $H_2SO_4$  билан 300 – 400°C температурада сульфатланади, сульфатли маҳсулот (майдалангандан сўнг сув кўшилади) кальцинацияланган сода эритмаси билан Cd, Zn, Fe карбонатларни чўктириш учун қайта ишланади (Tl эритмада қолади). Тозаланган эритмалардан сульфат кислота билан оксидлангандан сўнг таллийни рух юзасида губкасимон металл сифатида цементация билан ажратишади. Металларни ажратиш амальгамали усулда таллий олиш учун, амальгамани анодли оксидланишга турли электролитларга ўтказишади, кейинчалик бунда биринчи ўринда Zn, Cd, Pb ни, кейинчалик таллийни, қайсики катодда губка кўринишида чўктирилади. Таллийли губкани ювишади, брикетлашади ва ишқор қават остида қайта суюқланмаси (ёки ёғоч кўмири остида) олинади.

**Қотишмалари.** Подшипникли қотишмалар (масалан, 72% Pb, 15% Sb, 5% Sn ва 8% Tl таркибли қотишма қалайли подшипник қотишмаларини ҳам ортда қолдиради), коррозия барқарорлик (масалан, 70% Pb, 20% Sn ва 10% Tl таркибли қотишма HCl ва  $HNO_3$  таъсирига бардошли), осон суюқланадиган ва бошқалар.

**Ишлатилиши.** Таллий карбонат  $Tl_2(CO_3)_3$  ёруғлик нуруни кучли синдирадиган шишалар ишлаб чиқариш учун таллий сульфат  $Tl_2(SO_4)_3$ , кишлоқ хўжалигида кемирувчиларга қарши курашишда ишлатилади (таллийнинг барча бирикмалари жуда захарли), тиббиётда ишлатилади. Кенг кўламда бўлмаса ҳам, ҳар ҳолда, таллий турли-туман мақсадларда ишлатилади. Унинг бирикмаларидан оптик, люминесцент ва фотоэлектр асбоблар учун материаллар ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Таллий сульфати захарли кимёвий бирикма сифатида кишлоқ хўжалигида фойдаланилади. Инфрақизил оптика ва кристаллофорфорларда ва ярим ўтказгичларга материал сифатида ишлатилади (радиофаол нурларни аниқлаш ва ўлчаш учун қўлланилади). Селенли ростлагичлар саноатида ишлатилади. Таллийнинг сульфид ва оксисульфиди (таллофид) ИҚ-нурларини сезувчан фотоэлементлар ва фотоқаршиликларда ишлатилади. Уни махсус кўрсатмага эга бўладиган люминесцент лампаларда ишлатилади.  $Tl^{204}$  радиофаол изотопи  $\beta$ -нурлар манбаи сифатида турли қурилмаларда, шу жумладан, саноат жараёнларини назорат қилиш (қаватларнинг ва буюмларнинг қалинлигини ўлчаш)да ишлатилади.

**82. ҚЎРҒОШИН** (“Plumbum”). Pb – кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳ элементи; тартиб рақами 82, атом массаси 207,19. Табиатда Pb 4 та барқарор изотоплар аралашмасидан таркиб топган  $Pb^{204}$  (1,48%),  $Pb^{206}$  - (23,6%),  $Pb^{207}$  (22,6%) ва  $Pb^{208}$  (52,3%). Мухим радиофаол изотоплари -  $Pb^{209}$  ( $T_{1/2} = 3,3$  соат) ва  $Pb^{210}$  ( $T_{1/2}=23,3$  йил). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$ .

Қўрғошин металлургияси қадимий тарихга эга. Ундан тайёрланган танга ва медальонлар Миср мамлакати тупроқларидан топилган (милоддан 5000-7000 йил аввал). Яхши сақланган қўрғошинли сув ўтказувчи қувурлари, қадимги Рим қазилмаларида ҳам топилган. Бундан 2000 йиллар олдин қўрғошин қуймаларидан ясалган буюмлар Ер шарининг турли жойларида учрайди. Шуни таъкидлаш лозимки, қўрғошинни қуйиш жараёни инсонлар томонидан маълум бўлган биринчи металлургик жараёнлардан бири бўлган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича ўртача миқдори  $1,6 \cdot 10^{-3}\%$ . Табиий қўрғошин майда юмалоқ донадор ва бўлакчалар қўринишида кам учрайди. Энг муҳим минераллари – галенит (қўрғошин ялтироғи)  $PbS$  (86,6%Pb), буланжерит  $3PbS \cdot Sb_2S_3$  (58,8% Pb), буруноит ( $2PbS \cdot Cu_2S \cdot Sb_2S_3$  (42,4% Pb), церуссит (ок қўрғошин рудаси)  $PbCO_3$  (77,55% Pb), форсгенит  $PbCl_2 \cdot PbCO_3$  (76,0% Pb) табиатда учрайди. Бошқа минераллари ҳам маълум, нисбатан камёб минераллар, масалан, клаусталит  $PbSe$ , алтаит  $PbTe$  ҳамда кўп сонли мураккаб сульфидлар ҳолида учрайди.

Ўзбекистондаги қўрғошин-рухли конлар полигенли, колчедан-полиметалли, магматикли, страгиформали (карбонатли-полиметалли) ва гидротермалли типда учрайди. Колчедан-полиметалл конлари Ҳисорнинг (Хандиза) жануби-ғарбида учрайди, қайсики, улар вулкон-тектоник ўзгаришлардан, вулкон жисмларини чўкишидан, палеовулконли қурилишлар натижасида пайдо бўлган. Асосий маъдан минераллари – пирит, сфалерит, галенит, халькоперитлар, номаъданлар – кварц, серицит, хлоритлар, карбонатлар, олтин ва кумуш минералларида ҳам учрайди. Скарно-қўрғошин-рухли гуруҳлари асосан Марказий Тянь-Шанда, Чотқол-Курама тизма тоғларида жойлашган.

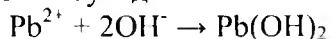
**Физикавий хоссалари.** Pb – юмшоқ, болғаланувчан ва пластик кулрангли металл, кўк рангдаги товланишга эга. Тоза силлиқланган металл юзаси кулранг-оқ, аммо тезда хиралашади.  $t_{\text{суюқ}}=327,44^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}}=1745^\circ\text{C}$ , каттиқ ҳолатидагининг зичлиги:  $11,336 \text{ г/см}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ ). Қўрғошин кб.;  $c_p=0,1276^{25}$ ;  $0,134^{100}$ ;  $0,155^{500}$ ;  $C_p^0=26,44$ ;  $S^0=64,81$ ;  $\Delta H^0=0$ ;  $\Delta G^0=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюқ}}=4,77$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=177,7$ ;  $\eta=3,2^{327,4}$ ;  $2,32^{400}$ ;  $1,54^{600}$ ;  $1,23^{800}$ ;  $\sigma=442^{350}$ ;  $438^{400}$ ;  $424^{600}$ ;  $410^{800}$ ;  $\rho=0,001^{630}$ ;  $0,01^{722}$ ;  $0,1^{837}$ ;  $1^{981}$ ;  $10^{1171}$ ;  $100^{1431}$ ;

**Кимёвий хоссалари.** Pb – оғир металллар орасида энг юмшоқ металл, калайга нисбатан анча юмшоқ. Уни пичок билан кесиш ва ҳатто тирноқ билан тирнаш мумкин. Юкори юмшоқлиги ва пластиклиги сабаб осонгина листларга ёйилади, бироқ ундан ўта юпка сик тайёрлаб бўлмайди. Суюлтирилган кислоталарда деярли эримайди. Кўрғошиннинг  $H_2SO_4$  билан таъсирлашиши натижасида эримайдиган сульфат,  $H_2F_2$  билан кийин эрийдиган кўрғошин фториди ҳосил бўлади.  $HCl$  билан деярли таъсирлашмайди. Энг яхши эритувчи  $HNO_3$  ҳисобланади. Хаво таъсиридаги сирка кислотаси эритмасида осонгина эрийди.

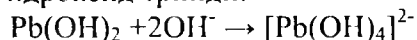
Одатдаги ҳароратда компакт ҳолатидаги кўрғошин хавода факатгина юзага оксидланади ва химоя кавати билан копланди. Суяқланган ҳолатида кислород билан  $PbO$  ни ҳосил қилади. Сскин киздирилганда хавода олдин  $PbO$ , кейинчалик  $Pb_2O_3$  ва сурик  $Pb_3O_4$  ҳосил бўлади. Киздирилганда галогенлар, олтингугурт ва теллур билан бирикади.

Электрон формуласи:  $5s^25p^65d^{10}6s^26p^2$ , ионланиш энергияси ( $Pb \rightarrow Pb^{2+} + e^-$ ) 7,42 эВ. Ташки электрон каватида 4 та жуфтлашмаган электрони мавжуд (2 та p- ва 2 та d-каватларда). Шу сабабли кўрғошин атомининг асосий оксидланиш даражалари +2 и +4 га тенг.

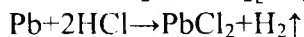
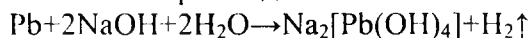
Икки валентли кўрғошин тузлари ишкорлар билан таъсирлашади, бунда деярли эримайдиган кўрғошин гидроксиди ҳосил бўлади:



Ишкорнинг мўл миқдорида гидроксид эрийди:



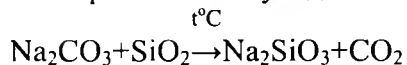
Ишкорлар ва кислоталар билан таъсирлашади:



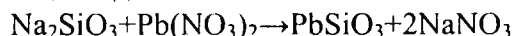
Кўрғошин координацион сонлари 4 бўлган комплекс бирикмалар ҳосил қилади, масалан,  $[Pb(OH)_4]^{2-}$ .

$PbO_2$  ва Pb орасидаги диспропорциялаш реакцияси асосида кўрғошинли аккумуляторлар ишлаб чиқаришга асосланган бўлади.

Кўрғошин (II) нитрати ва натрий метасиликати орасидаги реакция натижасида кўрғошин (II) метасиликат ва натрий нитрати ҳосил бўлади.

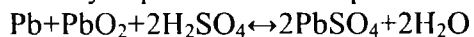


Реакция натижасида олинган натрий метасиликати эритиш ва филтрлаш оркали 0,2% ли сувли эритма тайёрланади, қайсики, аралаштириш натижасида 0,5% ли кўрғошин (II) нитрати эритмаси қуйилади. Чўкма осонгина филтрланади. Уни сув хавзачасида куритилади. Кўнгир ранга бўялмаган препаратни факатгина атмосферада олишади, умуман, водород сульфиддан ажратилган ҳолатда.



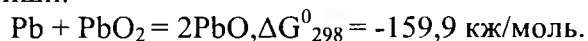
Кўрғошин, кўрғошин (IV) оксиди ва сульфат кислотаси орасидаги реакция натижасида кўрғошин (II) сульфати ва сув ҳосил бўлади. Жараённинг умумий схемаси кўрғошинли аккумуляторларга ҳосдир. Тўғри йўналишда аккумуляторнинг зарядсизланиш жараёни, карама-қаршисида – зарядланиш амалга ошади.

Кўрғошинли аккумулятор панжарали пластиналардан тузилган, қайсики, кўрғошин оксидининг сувли пастаси ва 30% ли сульфат кислотаси эритмаси жойлаштирилган.

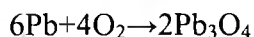


Кўрғошин ва кўрғошин (IV) оксиди орасидаги реакциясида кўрғошин (II) оксиди ҳосил бўлади.

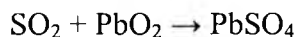
Гиббс энергияси ўзгариши:



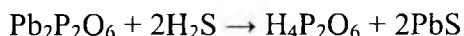
Қўрғошин (II) оксиди ва кислород орасидаги қўрғошин (II, IV) оксидлари ҳосил бўлади. Реакция 445-480°C температурада амалга ошади. Қўрғошин (II) оксидни ҳавода киздириш;



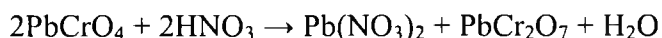
Олтингургурт (IV) оксиди ва қўрғошин (IV) оксиди орасидаги реакциясида қўрғошин (II) сульфати ҳосил бўлади. Қўрғошин (IV) оксиди намланган ҳолатда бўлиши керак. Реакция хона ҳароратида секин амалга ошади.



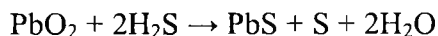
Қўрғошин (II) гексаоксидифосфат (IV) ва водород сульфиди реакциясида перфосфат кислотаси қўрғошин (II) сульфиди ҳосил бўлади. Қўрғошин (II) гексаоксидифосфат (IV) суспензия кўринишида бўлади.



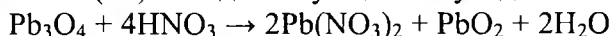
Қўрғошин (II) хромати ва нитрат кислотаси орасидаги реакцияда қўрғошин (II) нитрати, қўрғошин (II) дихромати ва сув ҳосил бўлади. Нитрат кислотаси – концентранган эритма кўринишида.



Қўрғошин (IV) оксиди ва водород сульфиди реакцияси натижасида қўрғошин (II) сульфиди ва сув ҳосил бўлади. Қўрғошин (IV) оксиди нам ҳолатида водород сульфиди билан реакцияси секин амалга ошади.



Қўрғошин (II, IV) оксид ва суюлтирилган нитрат кислотаси орасидаги реакцияда қўрғошин (II) нитрати, қўрғошин (IV) оксиди ва сув ҳосил бўлади.



**Олиниши.** Ҳозирги кунда кўплаб заводлар бойитилган рудаларда концентратлардан (40-78% Pb) Pb эритиб олиш кенг қўлланилади. Биринчи металлургик операция – агломерация куйдиришни пишириш агломерацион машиналарда амалга ошириш (Pb сульфидларини оксидларига ўтказиш). Сульфидлар оксидланганда иссиқлик ажралади, шунинг ҳисобига шихтада қисман айрим паст ҳароратда суюқланадиган бирикмалар суюқланиши содир бўлади. Агломератни эритиш шахтали печда кокс билан биргаликда 1500°C температурагача бўлган температурада амалга ошади.

Шахтали эритиш жараёнида олинади: таркибида Cu, Au, Ag ва Bi қўшимча моддалар хомаки қўрғошин; штейн, таркибида Cu, Pb, Fe ва нодир металлари бор бирикма; шлак, таркибида кўп Zn таркибли бирикмалар олинади. Рухли шлакларни рухсизлантириш усули орқали газ фазасида ҳайдалади. Олинган ҳайдалмалар рухли заводга йўналтирилади. Штейнларни конверторлаш орқали қайта ишланади, уларнинг эритмасини ҳаво билан кучли пуркаланиш металл ҳолатидаги Cu олинади, Pb ва Zn лар газдаги чангга ўтади. Хомаки қўрғошин қораламаси биринчи ўринда мисдан тозаланади ва S аралаштириб, кейинчалик оксидловчи қўшимча туфайли рафинациялашда As, Sb, Sn ларни ажратиш ташлайди. Бунинг учун қўрғошинни ишқор ва ош тузи, селитра қавати орасидан сульфатланади. Оксидланадиган қўшимча арсенатлар, станнат ва натрий антимонат ҳосил бўлиши билан боради, қайсики, ишқорли эритмага ўтади. Қўшимчалар кейинги жараёнда кетма-кет оксидланади: As, Sn, Sb.

Қўрғошинни нодир металллардан ажратиш – кумуш билан қайта ишлаш – Pb га рухли таъсирлаштириш орқали амалга ошади, натижада Au ва Ag интерметаллид бирикмалар ҳосил қилади. Pb га нисбатан кам зичликка эга бўлган бирикмалар эритма юзасига қалқиб чиқади

ва кумушсимон кўпик кўринишида чиқариб юборилади (8-12% Ag, 20-30% Zn, қолгани – С). Кўпик Ag ва Au ни ажратиб олиш учун қайта ишланади ва Zn ва Pb регенерацияси учун олдин ундан дистилляция билан Zn ажратилади, кейин оксидлантириб суюқлантиришда PbO суюқ кўринишида кўрғошин ажратилади, ваннада нодир металллар тўплами ҳосил бўлади. Кейинги операция рафинация ҳисобланади – кумушсизлашдан сўнг суюқланмада қолаётган рухнинг қолдиқ қисмини ажратади (0,55% Pb да). Бу ҳолат вакуумли дистилляция гоҳан оксидлаш билан амалга оширилади. Кейин эса Bi кўрғошин кальцийли ва сурма билан ажратиш амалга оширилади (висмутсизлаш). Юқори навдаги рафинацияланган Pb таркибида 0,003% Ag, 0,0015% Cu, 0,002% (As+Sb), 0,001% Zn, 0,002% Fe, 0,05% Bi киради.

**Қотишмалари.** Кўрғошин асосидаги қотишмалар – антифрикцион (кўрғошинли баббитлар), типографик (сурма билан леғирланган ва калай билан 30% гача (масса бўйича)) ва турли кавшарлар. Типографик қотишмалар-қотишма маркалари Ш1, Ш2 ва Ш3; П1 ва П2; Мн; Лн ва Лн1 ва бошқалар. Кўрғошин сурмали қотишмалар аккумулятор деталларини, кабеллар қопламасини, лист, қувурларни тайёрлашда қўлланилади.

**Ишлатилиши.** Энг кенг қўлланиладиган соҳаси аккумуляторлар ишлаб чиқариш, яъни ишлаб чиқариладиган кўрғошиннинг 1/3-1/4 қисми унинг ҳисобига тўғри келади.

Кўп ҳолатларда кўрғошин  $H_2SO_4$  билан ишлашда қўлланилади. Кўрғошин билан  $H_2SO_4$  саноатида камерли ва контакт усулида сульфат ангидриди адсорбциясида аппаратларнинг ички қисми қопланади, нитроглицерин олишда, титан тўрт оксидидан пигмент олишда ва шу кабиларда ишлатилади. Унга фосфат, фторид кислоталари ва кўплаб эритмалар учун идиш сифатида қаралади.

Совуқ босимлаш усулида олинадиган электр кабелларида химоя қавати сифатида ишлатилади.

Юқори зичлиги, коррозион барқарорлиги ҳисобига кўрғошин тортма оғирлик учун ва балласт тайёрлашда ишлатилади. Кўрғошиндан изотопларни транспортировкаси ва сақланиши учун контейнерлар тайёрланади. Кўрғошин нитрати кучли портловчи моддалар аралашмасини тайёрлашда ҳам ишлатилади. Кўрғошин азиди кенг қўлланиладиган детанатор сифатида ишлатилади.

Кўрғошин перхлорати рудаларни флотацион бойитишда ишлатиладиган оғир суюқликлар тайёрлашда ишлатилади (зичлиги  $2,6 \text{ г/см}^3$ ), у айрим ҳолатларда кучли портловчи аралашмаларда оксидловчи бўлиб қўлланилади.

Кўрғошин фториди мустақил равишда ҳамда висмут фториди, мис фториди, кумуш фториди билан кимёвий ток манбаида катодли материал сифатида ишлатилади.

Кўрғошин арсенати ва арсенити инсектицидлар технологиясида ҳашаротларни – халқ хўжалиги зараркундаларини ўлдиришда ишлатилади.

Кўрғошин борати  $Pb(VO_2)_2 \cdot H_2O$ , эрмайдиган оқ порошок, картина ва лакларни қуришда ишлатилади, бошқа металллар билан – шиша ва фосфорга қоплама сифатида қўлланилади.

Кўрғошин хлориди  $PbCl_2$  – оқ кристалл қуқун, қайноқ сувда эрийди, бошқа хлоридлар эритмасида ва асосан, аммоний хлоридида  $NH_4Cl$ . Ундан шишларни даволовчи сурғилар тайёрлашда қўлланади.

Кўрғошин хромати  $PbCrO_4$  хромли сариқ бўёқ сифатида маълум бўёқлар тайёрлашда муҳим пигмент ҳисобланади, фарфор ва газламаларни бўяшда ишлатилади. Саноатда хроматни сариқ пигментлар ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Кўрғошин нитрати  $Pb(NO_3)_2$  – оқ кристалл модда, сувда яхши эрийди. Бу боғловчи чекланган қўлланилишга эга. Саноатда уни гугурт ишлаб чиқаришда, текстилни бўяш ва тўқимачиликда қўшимча шохларни бўяшда, безаклашда ишлатилади.

Кўрғошин сульфати  $PbSO_4$ , сувда эримайдиган оқ кукун, аккумуляторларда пигмент сифатида, тўқувчилик технологиясида қўлланилади.

Кўрғошин сульфиди  $PbS$ , қора сувда эримайдиган кукун, глинали идишларни куйдиришда ва кўрғошин ионларини аниқлашда ишлатилади. Чунки кўрғошин  $\gamma$ -нурларни яхши ютади, у рентгенли қурилмаларда ва ядро реакторларида радиоакцион ҳимоя учун ишлатилади. Кўрғошиннинг қотишмалари ҳам кенг қўлланилиши билан кам аҳамиятлидир. Пьютер (қалай ва кўрғошин қотишмаси), 85-90 % Sn ва 15-10 % Pb таркибли, яхши шаклланади, арзон ва уй шароитидаги ишлаб чиқаришда қўлланилади. 67% Pb ва 33% Sn, таркибли кавшар электротехникада қўлланилади. Кўрғошиннинг сурма билан қотишмалари пул ва типографик шрифт ишлаб чиқаришда ишлатилади, кўрғошин қотишмалари эса, сурма ва қалай – фигуратив қуйиш ва подшипниклар тайёрлашда ишлатилади. Кўрғошиннинг сурма билан қотишмаси, одатда, кабелларга қоплама сифатида ва электрик аккумуляторлар пластиналари тайёрлашда ишлатилади. Жаҳонда кабелларнинг юзасида кўрғошиннинг кўп қисми яхшигина намдан ҳимоялаш қобилиятига кўра сарфланган вақтлар ҳам бўлган. Натижада кўрғошинни бу соҳада алюминий ва полимерлар сиқиб чиқаришди. Кўрғошин бирикмалари бўёқлар, ранглар, инсектицидлар, шиша буюмлар олишда ва бензинга қўшимча сифатида тетраэтилкўрғошин  $Pb(C_2H_5)_4$  бўлиб ишлатилади. Рентгенли нурланиш аппарат ишчиларини ҳимоялаш учун ишлатилади.

Кўрғошин изотопларининг миқдорини аниқлаш билан бирга тоғ жинслари ва минераллар ёши абсолют геохронологияда ишлатилади.

**83.ВИСМУТ** (нем. “Wismut”; лот. “Bismuthum”). Bi – кимёвий элементлар даврий жадвалининг V гуруҳ элементи; тартиб рақами 83, атом массаси 208,9804. Табиатда ягона барқарор изотопи  $^{209}Bi$  мавжуд. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$ .

Висмут XVIII асрдан бери маълумдир. Унинг кимёвий индивидуаллиги 1739 йилда немис кимёгари И.Пот томонидан кашф этилган.



Йоганн Герхард  
Рейнхард Адрез  
(1724-1793)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида висмутнинг масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-5}$  %. Муҳим минераллари – висмутин  $Bi_2S_3$ , табиий Bi, козалит  $Pb_2Bi_2S_5$ , тетрадимит  $Bi_2Te_2S$ , бисмит  $Bi_2O_3$ , висмутин  $Bi_2CO_3(OH)_4$  кабилар маълум.

Висмутли маъданлар кони Чотқол-Курама тизма тоғларида аниқланган. Асосий кўринишлари мишьяк-висмутли (Ўртасарой, Устасарой, Бурчмулла). Мис-висмутли Курама қирларидаги Қизилутда, Чотқолдаги Тошкесанда ва Мойчашкандаги Узумликда учрайди.

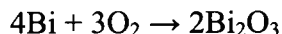
**Физикавий хоссалари.** Висмут – кумушсимон кулрангли металл, пушти доғли. Каттик донатор тузилишга эга.  $t_{\text{суюк}} = 271,0^\circ C$ ,  $t_{\text{қайн}} = 1557^\circ C$ , зичлиги  $9,840 \text{ г/см}^3$ , Висмут гекс. ёки ромб.;  $c_p = 0,126^{0-270}$ ;  $c_p = 26,0$ ;  $S^\circ = 56,9$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}} = 11,05$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 177$ ;  $\eta = 1,66^{304}$ ;  $1,27^{451}$ ;  $1,00^{600}$ ;  $\sigma = 388^{300}$ ;  $p = 0,01^{487}$ ;  $0,1^{614}$ ;  $1^{767}$ ;  $10^{947}$ ;  $100^{1144}$ ;

Висмут мўрт, аммо  $225-250^\circ C$  температурада пластик деформацияга учраши мумкин.

**Кимёвий хоссалари.** Курук ҳавода висмут барқарор, нам ҳавода қўнғир оксидлар қавати билан қопланади.  $1000^\circ C$  температурадан юқори температурада мовий аланга билан ёниб,  $Bi_2O_3$  ни ҳосил қилади.  $H_2$ , C,  $N_2$ , Si лар билан таъсирлашмайди. Суюқ Bi оз миқдорда

фосфорни эритади. Олтингугурт билан суюқлантиришда  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , Se ва Te билан – тегишли равишда селенидлар ва теллуридлар ҳосил бўлади. Қиздирилганда галогенлар билан таъсирлашади. Кўплаб металллар билан суюқлантирилганда интерметаллид бирикмаларни – висмутидларни ҳосил қилади, масалан,  $\text{Na}_3\text{Bi}$ ,  $\text{Mg}_3\text{Bi}$ .  $\text{HCl}$  ва суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан таъсирлашмайди.  $\text{HNO}_3$  билан нитратни, конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан қиздирилганда - гидросульфатни  $\text{Bi}(\text{HSO}_4)_2$  ҳосил қилади .

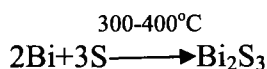
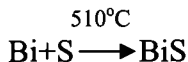
Бирикмаларда висмут  $-3, +1, +2, +3, +4, +5$  оксидланиш даражаларини намоён қилади. Хона ҳароратида қуруқ ҳаво муҳитида оксидланмайди, аммо нам ҳавода оксид қавати билан қопланади. Суюқланиш температурасига қадар қиздириш висмутни оксидланишига сабаб бўлади, жараён  $500^\circ\text{C}$  температурада жадаллашади.  $1000^\circ\text{C}$  температурага эришилганда ёниб  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ни ҳосил қилади.



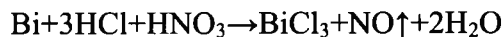
Озоннинг висмут билан таъсирлашуви  $\text{Bi}_2\text{O}_5$  оксидини ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Жуда кам миқдорда фосфорни эритади.

Водород қаттиқ ва суюқ висмутда деярли эримайди, бу эса водороднинг висмутга нисбатан фаол эмаслигини билдиради.  $\text{Bi}_2\text{H}_2$  ва  $\text{BiH}_3$  каби гидридлари маълум, улар қиздирилганда беқарор ва захарли газлар ҳисобланади. Висмут углерод, азот ва кремний билан таъсирлашмайди.

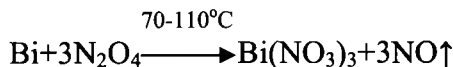
Висмутнинг олтингугурт ёки олтингугуртли газ билан таъсирлашуви сульфидлар  $\text{BiS}$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  ҳосил бўлиши билан амалга ошади.



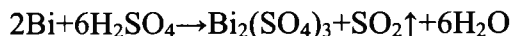
Висмут концентрланган хлорид ва суюлтирилган сульфат кислотаси таъсирига чидамли, бироқ нитрат кислотаси ва зар сувида эрийди.



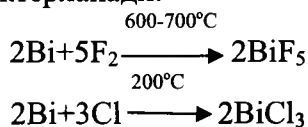
Висмут диазот тетраоксида билан таъсирлашиб, висмут нитратини ҳосил қилади:



Концентрланган сульфат кислотаси билан таъсирлашиб, висмут сульфатини ҳосил қилади:



Висмутнинг фтор, хлор, бром ва йод билан таъсирлашуви турли галогенидли бирикмалар ҳосил бўлиши билан характерланади:



Металлар билан интерметаллидлар – висмутидлар пайдо қилади. Висмут бундан ташқари висмут органик бирикмалар, триметилвисмут  $\text{Bi}(\text{CH}_3)_3$  ва трифенилвисмут  $\text{Bi}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$  ларни ҳосил қилиши мумкин.



**Олиниши.** Висмутнинг асосий манбалари – полиметаллик рудаларни қайта ишлашда олинадиган қўрғошинли ҳамда қўрғошин-рухли концентратлардир. Бундай концентратларни қайта ишлашда висмут деярли тўлиқ хомаки қўрғошинга ўтади, унинг таркибидан эса рафинациялаш йўли билан ажратилади. Одатда,  $\text{V}_i$  ни қўрғошиндан ажратиш магний ва кальций таъсир билан амалга ошади, бунда  $\text{V}_i \text{CaMg}_2\text{V}_i$  кўринишида дроссига ўтади. Бундан ташқари висмутни калий ва магний билан ажратиш ҳам аниқланган. Айрим ҳолатларда электролитик рафинациялаш ишлатилади,  $\text{V}_i$  бу ҳолатда шламга ўтади.

Дроссидан кальций ва магнийни ажратиш учун оксидловчи ( $\text{NaNO}_3$ ) қўшилган ишқор кават билан суюклантирилади. Бойитилган қотишмани одатда кремний фторидли ваннада электролизга шламлар ажратиш билан йўналтирилади, қайсики, кейинчалик хомаки висмут ҳолатигача эритилади.

Мисли концентратларни қайта ишлашда висмут эритиш печлари ва конверторлар чангларида концентранди, бу ердан буни содали ва кайтарувчи суюкланма кўмирда ажратилади.  $\text{Cu-V}_i$  концентратларини гидрометаллургик усулда қайта ишланади. Ишқорлаш  $105^\circ\text{C}$  температурада  $\text{HCl}$  ёки  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан металл хлоридларини қўшиш орқали амалга ошади.  $\text{V}_i$  ни эритмадан гидролитик чўктириш билан окси- ёки гидроксид-хлорид кўринишида ёки темир билан металл кўринишига қадар кайтарилади.

$\text{V}_i$  ни рафинатлаш унинг суюкланмасини босқичли қайта ишлаш билан амалга ошади: олтингургурт билан кўмир қўшиб ( $\text{Pc}$  ва  $\text{Cu}$  ажратиш учун); ишқор билан оксидловчи ёки ҳаво билан пуркаб ( $\text{As}$ ,  $\text{Sb}$  ва  $\text{Sn}$  ларни ажратиш учун); рух билан ( $\text{Au}$  ва  $\text{Ag}$  ларни ажратиш учун); хлор билан ( $\text{Pb}$  ва  $\text{Zn}$  ларни ажратиш учун). Бундан ташқари электролитик рафинацияни сувли эритмада ҳам, тузли суюкланмаларда ҳам қўлланади.

**Қотишмалари.** Висмутнинг  $\text{Mn}$  билан қотишмалари доимий кучли, қувватли магнитлар тайёрлашда қўлланилади.

**Ишлатилиши.** Висмут алюминий асосли қотишмалар тайёрлашда (тахминан 0,01%), бу қўшимча металлнинг пластиклик қобилятини яхшилашда, унинг қайта ишланишини бирдан яхшилади.

Полимерлар ишлаб чиқаришда висмут уч оксиди катализатор бўлиб хизмат қилади ва униакрил полимерлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Нефт Крекингида висмутнинг оксид-хлориди қўлланилади.

Висмут кўпинча яримўтказгичли материалларда термоэлектрик асбобларда ишлатилади. Бундай материалларга висмут теллуриди (термо-ЭЮК висмут теллуриди  $280 \text{ мкВ/К}$ ) ва висмут селениди киради. Висмут-цезий-теллур асосида юқори самарадор материал олинган яримўтказгичли музлаткичлардан супер процессорлар олишда қўлланилади.

Висмут қотишмалари бошқа осон суюкланадиган моддалар (кадмий, калай, қўрғошин, индий, таллий, симоб, рух ва галлий) билан бирга жуда паст суюкланиш температурасига эгадирлар (айримлари – сувнинг қайнаш температурасидан ҳам паст, нисбатан осон суюкланадиганлари висмут билан бирга  $+41^\circ\text{C}$  атрофидаги суюкланиш температурасига эгадирлар). Вуд, Розе номли қотишмалари анча машҳур (заҳарли кадмий таркибида бўлмаган). Осон эрийдиган қотишмалари кейинги соҳаларда ишлатилади.

Иссиқлик ташувчилар, кавшар, ёнғинга қарши сигнализация ва автоматик ёнгин ўчириш деталлари, вакуум ва юқори температура шароитларида органик сургичлар қўлланилмайдиган муҳитда ишлайдиган махсус сургичлар, уларнинг суюкланиши суюклик ва газлар оқими учун йўл бўладиган клапан деталлари, масалан, ракета ёқилғиси, кучли электрик занжир сақлагичлар; калинлаштирадиган прокладкалар юқори вакуумли қурилмаларда; тиббиётда синган суяклар ва бўғимлар учун фиксациялайдиган материаллар,

термометрларда термометрик суюқликлар, қуйиш ишларида суюқлантирадиган моделлар материалларини тайёрлашда ишлатилади.

Юқори тозаликдаги Висмут металидан магнит майдонларни ўлчашда, ўрамалар тайёрлашда ишлатилади, чунки висмутнинг электр қаршилиги амалий жиҳатдан магнит майдонида боғлиқ, қайсики, ташқи магнит майдон кучланишини ўлчаш имконини беради, ўзидан тайёрланган ўрам (обмотка) қаршилигини ўлчаш имконини беради.

Висмутнинг муҳим аҳамияти шундаки, у ядро технологиясида полоний – 210 ни олишда – радио изотопли саноат учун муҳим элемент.

Осон эрийдиган висмут қотишмалари (масалан, Вуд қотишмаси, Розе қотишмаси ва бошқалар) металл кесадиган станокларда кесишга қийин бўладиган уран, вольфрам ва улар асосидаги қотишма ва бошқа материалларни тайёрлашда, қотиришда ишлатилади (токарлик, фрезерли, ўйиш ва бошқаларда).

Висмут-кўрғошин эвтетик қотишмаси ядро реакторларида суюқ металл иссиқлик ташигич сифатида ишлатилади. Висмутни иссиқлик нейтронларини ушлашни кичик кесимдалиги ва сезиларли даражадаги юқори температурада урани эритишдаги сезиларли қобилияти, шунингдек, конструкцион материалларга кучсиз агрессив таъсири, висмутдан ҳозирча экспериментал кашфиётлар босқичидан чиқмаган ҳолда фойдаланишга имкон беради.

Марганец-висмут интерметаллиди кучли ферромагнитлидир ва пластик магнитлар олиш саноатида кўп ишлаб чиқарилади. Бундай материалнинг муҳимлиги ва афзаллиги шундаки, тезда ва арзон таннархда турли тузилиш ва ўлчамдаги доимий магнитларни олишдадир. Бундан ташқари, бундай магнитли материаллар анча узоқ ишлайдиган ва анча юқори коэрцитив кучга ҳам эгадир.

Бошқа металл оксидлари (ваннадий, мис, никель, молибден ва бошқалар) билан легирланган висмут оксиди (керамик фазлар ВИМЕВОКС) 500 – 700 К юқори электр ўтказувчанликка эгадир ва шу сабабли юқори температурали ёкиқилғи элементлари ишлаб чиқаришда қўлланилади.

88 % Bi ва 12 % Sb таркибли қотишма магнит майдонида магнетоқаршилиқнинг аномал эффектини аниқлайди, бундай қотишмадан тез таъсир этадиган кучайтиргичлар ва ўчиргичлар тайёрлашади.

Висмутнинг вольфрамати, станнати-ванадати, силикати ва ниобати юқори температурада сегнетоэлектрик материаллар таркибига киради.

Висмут феррити  $\text{BiFeO}_3$  юпқа пленкалар кўринишида истиқболли магнитоэлектрик материал ҳисобланади.

Висмут – рангсиз кавшарларнинг компонентларидан биридир ҳамда жуда сезувчан ўта юқори частотали (ЎЮЧ) компонентларнинг осон суюқландиган кавшарларнинг таркибига киради.

Висмутнинг бирикмаларидан тиббиётда унинг уч оксиди  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ишлатилади. Шу жумладан, уни фармацевтика саноатида ҳам кўплаб дориларни тайёрлашда ошқозон-ичак касалликларида ҳамда антисептик ва жонлантирувчи моддаларда ҳам қўлланилади. Бундан ташқари, охири вақтларда унинг асосида қатор саратон касаллигига қарши препаратлар тайёрлашда ва онкологик касалликларни даволашда ишлатилмоқда.

Висмут оксид-хлориди тиббиётда рентгеноконтраст буюм сифатида ва қон томирларни тайёрлашда, тўлдиргич сифатида ўз қўлланилишига эга. Бундан ташқари, тиббиётда галлат, тарпрат, карбонат, субсалицилат, субципрат ва трибромфенолят каби бирикмалари кенг

қўлланилишга эгадирлар. Бу бирикмалар асосида қўлаб тиббиёт дориворлари тайёрланган (шу жумладан, Вишневский сургиси).

Ярага қарши дори сифатида: висмут трикалий дицитрат (висмутли субцитрат) (код АТХ А02ВХ05), висмутли субнитрат (А02ВХ12), ранитидин висмутли цитрат (А02ВА07) ишлатилади.

Висмут ванадат пигмент сифатида ишлатилади.

Висмут оксид-хлориди ярқираш ҳосил қиладиган сифатида тирноқлар учун лак, лаб бўёғи сифатида ишлатилади.

**84. ПОЛОНИЙ (Polonium).** Po – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳ радиофаол элементи, тартиб рақами 84, атом массаси 208,9824. Полонийнинг 24 та изотопи ва ядровий изомерлари маълумдир. Масса сонлари 196 дан 218 гача бўлган сунъий ҳосил қилинган ва табиий изотопларга эгадир.

Кенг амалий аҳамиятга табиатдаги изотопи  $\text{Po}^{210}$  ( $T_{1/2} = 138,401$  кун) эга, ураннынг



Мария Складовская Кюри  
(1867-1931)

радиофаол емирилишида ҳосил бўладиган, нисбатан узоқ яшайдиган изотопи  $^{209}\text{Po}$  сунъий йўл билан олинган ( $T_{1/2} = 103$  йил). Элементнинг электрон

конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$ .

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $2 \cdot 10^{-14}$  %. 1 г уран билан  $7,6 \cdot 10^{-11}$  г Po мувозанатга туради, яъни 0,064 мг Po/1 т  $\text{U}_3\text{O}_8$ .

Полоний ( $\text{Po}^{210}$  изотоп) 1898 йилда Мария ва Пьер Кюрилар томонидан кашф этилган ва уларнинг ватани шарафига М.Кюри – Польша номига қўйилган.



Пьер Кюри  
(1859-1906)

**Физикавий хоссалари.** Элементар Po – кумушсимон оқ рангли металл,  $t_{\text{суюк}} = 254^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{кайн.}} = 962^\circ\text{C}$ , зичлиги  $9,4 \text{ г/см}^3$ . Полоний кб. ( $\alpha$ ) ёки триг. ( $\beta$ );  $C_p^\circ = 26,4$  ( $\alpha$ );  $S^\circ = 62,8$  ( $\alpha$ );  $\Delta H^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta G^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $\Delta H_{\text{суюк}} = 12,6$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}} = 58,6$ ;  $p = 0,01^{343}$ ;  $0,1^{411}$ ,  $1^{498}$ ;  $10^{612}$ ;  $100^{766}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Полоний метали секин-аста 2н. HCl эритмасида эриб, Po (II) хлорид эритмасини ва осонгина конц.  $\text{HNO}_3$  да эрийди ва азот оксидларини ажратади, фторид кислотасида  $\text{PoF}_4$  ни ҳосил қилади.  $\text{O}_2$  билан қиздирилганда тезда таъсирлашади,  $250^\circ\text{C}$  температурада  $\text{PoO}_2$  ни ҳосил қилади. Галогенлар билан қиздирилганда галогенидларни  $\text{PoX}_4$  беради. Водород ва азот билан таъсирлашмайди.

Полоний буғларининг металллар билан таъсирлашишида юқори температурада ишқорий, ишқорий ер металлари полонидлари олинган, СЕЭ, нодир ва оралик металллар полонидлари олинган. Mo, W, Fe, Re, C ларнинг полонидларини олиш имкони бўлганича йўқ.

Полонийнинг мис, кумуш ва олтин билан таъсирлашуви тадқиқ қилинганда, қаттиқ эритмаларининг мавжудлиги тасдиқланган.

**Олиниши.**  $\text{Po}^{210}$  изотопи қуйидаги усулларнинг бири орқали олиниши мумкин:

1) радий тузлари ва эски радон ампулаларидан ажратилиши мумкин. Дастлаб RaD ( $\text{Pb}^{210}$ ) ажратиб олинади, қайсики, Po ҳосил бўлиши учун ушлаб турилади. RaD ва Po ажаратиш учун ёки платинада плутонийнинг анодли ажратилишини ёки уни водород сульфиди билан  $\text{PbS}$  кўринишида чўктириб ҳамда конц. HBr эритмасида бромидлар

кристаллизацияси (бунда  $Pb^{210}$  эритмада қолади,  $PoBr_2$  эса  $RaBr_2$  билан аралаш кристалларни ҳосил қилади) билан олинади.

2)  $Pb^{210}$ ,  $Bi^{210}$  ва  $Po^{210}$  эритмасидан полонийни ажратиш, нисбатан камроқ нодир металлларда ажратиш орқали  $Po$  ни ўз-ўзидан ажартиш амалга ошириши мумкин (масалан,  $Ag$ ,  $Cu$  га, водород билан тўйинтирилган  $Pt$ ); полоний платинали ёки олтинли катодда электрохимёвий ажратиш орқали кейинчалик полонийни ҳайдаш билан амалга оширилади, кўрғошин теллураги  $PbTeO_4$  билан чўктириб ва кейинчалик  $Po$  ни теллурдан сульфит ангидриди билан элементар ҳолатгача қайтариб олинади ( $Po$  бунда эритма таркибда қолади);  $Po$  металлини полоний ва висмут сульфидлари аралашмасидан вакуумда  $700^\circ C$  температурада ҳайдаш орқали ( $Po$  биринчи ҳайдалади ва палладий ва ёки платинада ушланади), органик эритувчилар билан экстракция қилиб (хлорид кислотали муҳитда  $Po$  ацетилацетон, метилизобутилкетон, трибутилфосфатнинг дибутил эфиридаги эритмаси орқали, дитизон билан экстракцияланади).  $RaD$ - $RaE$ - $RaF$  аралашмасидан  $Po$  ни ажратиш учун ион алмашилиш усуллари ва қоғоз хроматографияси усуллари қўлланилади.

Миллиграмм миқдорларда  $Po$  метали вакуумда ҳайдаш орқали  $Au$  ёки  $Pt$  (ёки ўз-ўзидан  $Ag$  ва  $Ni$ ) да электрохимёвий усулда ажратилган полоний намуналаридан ажратилади ҳамда суюлтирилган хлорид кислотали эритмаларда сульфидларини чўктириб, кейинчалик  $700^\circ C$  температурада вакуумда парчалаб ва полоний металлини сублимация қилиб олинади.

**Қотишмалари.** Полонийни ички ёнув двигателлари учун свечалар тайёрлашда ишлатиладиган стандарт электрод қотишмалари таркибига қўшилиши совуқ ҳолатда свечанинг ёнишини осонлаштиради, бу ҳолат учқун ҳосил бўлиш кучланишини пасайиши полонийдан ажралаётган  $\alpha$ -заррачаларнинг таъсири билан тушунтирилади. Электрод қотишмалар, электродлар тайёрланадиган эритмага никелли фольгани полоний қолдиғи билан қўшиш орқали тайёрланади.

**Ишлатилиши.** Полоний-210 бериллий ва бор билан қотишмада компакт ва ўта кучли нейтрон манбалари тайёрлашда қўлланилади, бунда деярли полоний-210 дан  $\gamma$  – нурлар – альфа-заррачалар ҳосил қилмасдан, бериллий ва бор ядроларида нейтронларни яратади ( $\alpha$ ,  $n$  реакцияда). Полоний-210 кўп ҳолларда газларни ионлаштиришда ишлатилади (шу жумладан, ҳавони ҳам). Биринчи навбатда ҳавони ионлаштиришда электр статикликка қарши курашиш учун қўлланилади. Автомобилларни бўяшда гаражда, полоний билан антистатик ионизатор орқали ўтадиган ҳавони узатадиган пульверизаторлар ишлатилади.

Полоний-210 нинг асосий қўлланилиш соҳаси сифатида унинг кўрғошин, иттрий билан қотишмада ёки эркин ҳолатда автоном қурилмалар учун кучли, қувватли ва қулай компакт иссиқлик манбалари ишлаб чиқаришда ишлатилишини келтириш мумкин. Масалан, космосни тадқиқ этишда. Бир сантиметр куб полоний-210 1320 Вт иссиқлик ажратади. Бу қувват анча юқори, бу иссиқлик полонийни тезда эриш ҳолатига ўтказиб юборади, шу сабабли у кўрғошинли қотишмага ўтказилади. Бироқ бундай қотишмалар сезиларли даражада камроқ энергезичликка эга бўлса ҳам ( $150 \text{ Вт/см}^3$ ), ишлатишга қулай ва хавфсиздир, зичроқ моддаларга сингиш қобилияти ва ҳаракатланиш узунлиги минимал даражада бўлади. Масалан, собиқ Совет ўзюмар космик аппаратларида «Луноход» космик программасида қурилмани уч қисмини қиздириш учун полонийли қиздиргич ишлатилган.

**85. АСТАТ** (грек. “astatos” – “беқарор”; лот. “Astatium”). At – кимёвий элементлар даврий жадвалнинг VII гуруҳ элементи, галогенларга тегишли, тартиб рақами 85, атом массаси 209,99. Барқарор изотопларга эга эмас. 20 дан зиёд изотоплари



Серге Эмилио  
Джино  
(1905-1989)

мавжуд, масса сонлари 196 дан 219 гача. Нисбатан энг узоқ яшайдиган радиофаол изотопи  $^{210}\text{At}$  ( $T_{1/2}=8,3$  соат). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$ . Астатни биринчи марта сунъий йўл билан Д.Корсон, К.Мак-Кензи ва Э.Сегре 1940 йилда олишган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғининг 1,6 км қалинлигида 70 мг га яқин астат бўлади. У кўп миқдорда ажратилмаган.

**Физикавий хоссалари.** Ўрганиш учун етарли миқдорда ажратиб олинмаганлиги унинг

физикавий хоссаларини яхши ўрганилмаганлигининг асосий сабаблардан бири ҳисобланади ва бу хоссалар қоидага кўра, унинг ўрганишга етарли миқдори бўлган аналогларидан олинган.

Астат – қаттиқ модда, кўк-қора рангда, ташқи кўринишга кўра йодга ўхшайди. Унинг учун металлмас хоссалари (галоген) ва металл (полоний, кўрғошин ва бошқа)ларники хослиги характерлидир. Йод каби астат ҳам органик эритувчиларда яхши эрийди ва улар билан осонгина экстракцияланади. Учувчанлиги бўйича йоддан паст, аммо осонгина ҳайдалиши мумкин.

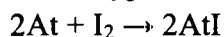
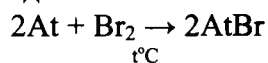
Суюқланиш температураси – 503 К (230 °С), қайнаши (ҳайдаш) 575 К (302 °С) (бошқа манбаларга қараганда 244 °С, 309 °С тегишли равишда).

**Кимёвий хоссалари.** Астатнинг сувли эритмасига водород таъсир этганда реакция жараёнида газ ҳолатидаги HAt ҳосил бўлади. Бироқ водород ва астатнинг яқин электроманфийлигига қарамай водород астат жуда беқарор, сувли эритмаларда фақатгина протонлари мавжуддир, аммо  $\text{At}^+$  иони, бошқа галогеноводород кислоталарида йўқ ҳисобланади.

Кимёвий хоссаларига кўра, астат йодга (галогенлар хоссаларини), полонийга яқин (металл хоссалари)ни намоён қилади.

Астат сувли эритмада  $\text{SO}_2$  билан қайтарилади, металллар каби у кучли кислотали эритмаларда водородсульфиди билан ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ҳолида чўктирилади. Сульфат кислотали эритмалардан рух билан сиқиб чиқарилади (металл хоссалари). Барча галогенлар каби астат эримайдиган тузларни ҳосил қилади AgAt (кумуш астатиди). У At (V) ҳолатига қадар оксидланиши мумкин, йод каби (масалан,  $\text{AgAtO}_3$  тузи хоссаларига кўра,  $\text{AgIO}_3$  га аналогдир).

Астат бром ва йод билан таъсирлашади, бунда галоген оралик бирикмалар ҳосил бўлади – астат йодиди AtI ва астат бромиди AtBr.



Бу иккала бирикма тетраҳлор метанда  $\text{CCl}_4$  да эрийди.

Астат суюлтирилган хлорид ва нитрат кислотасида эрийди.



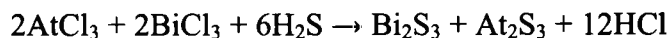
Дейл Раймонд  
Корсон  
(1914-2012)



Астатни сувли эритмасига водород таъсирида реакция вақтида газсимон водород астатид ҳосил бўлади. Бироқ водород ва астатнинг бир хил электроманфийликка эгаллиги водород астатида анча беқарор, сувли эритмаларида нафақат протонлар, балки  $\text{At}^+$  ионлари ҳам бўлади, бу ҳолат бошқа барча водород галогенид кислоталарида бўлмайди.

Металлар билан астат бирикмалар ҳосил қилади, унда у  $-1$  оксидланиш даражасини намоён қилади, бошқа галогенлар каби ( $\text{NaAt}$  – натрий астати). Бошқа галогенлар каби, астат метан молекуласидаги водороднинг ўрнини олиши мумкин ва бу ҳолатда астатометан  $\text{CH}_3\text{At}$  пайдо бўлади.

Астат (III) хлориди, висмут (III) хлориди ва водород сульфидини тўйинган эритмаси орасидаги реакцияда висмут (III), астат (III) сульфиди ва водород хлорид ҳосил бўлади. Бунда висмут (III) сульфиди, астат (III) сульфидининг биргаликда чўкиш жараёни кузатилади.

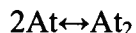


Астат ва сув, ксенон (II) фториди билан реакциясида астат кислотаси, ксенон ва фтороводород ҳосил бўлади.

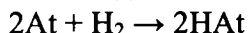
Гипоастат кислотаси, таллий (I) гидроксиди ва водородсульфидининг тўйинган эритмаси таъсири натижасидаги реакцияда таллий (I) сульфиди, астат(I) сульфиди ва сув ҳосил бўлади. Бунда Таллий (I) сульфиди ва астат(I) сульфиди биргаликда чўкиши кузатилади.



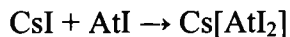
Астатнинг димерланиш реакцияси. Реакция  $250^\circ\text{C}$  температурада амалга ошади:



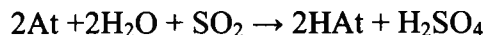
Астат ва атомар водород таъсири натижасида астатоводород ҳосил бўлади:



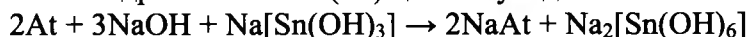
Цезий йодиди ва астат йодиди орасидаги реакцияда цезий дийодоастатат (I) ҳосил бўлади:



Астат сув ва олтингугурт (IV) оксиди орасидаги реакцияда астатоводород ва сульфат кислотаси ҳосил бўлади.



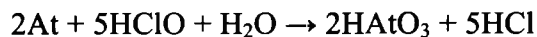
Астат натрий гидроксиди ва натрий тригидроксостаннат (II) орасидаги реакцияда натрий астат ва натрий гексагидроксостаннат (IV) ҳосил бўлади:



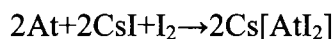
Перастат кислотаси, натрий периодати ва калий гидроксиди орасидаги реакция натижасида калий периодати, калий перастати, натрий гидроксиди ва сув ҳосил бўлади. Калий периодати ва калий перастатини чўктириш амалга ошади:



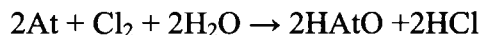
Астат ва гипохлорид, сув орасидаги реакция натижасида астатат кислотаси ва водород хлориди ҳосил бўлади:



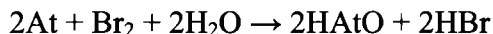
Астат цезий йодиди ва йод орасидаги реакцияда цезий дийодоастатат (I) ҳосил бўлади. Реакция  $150^\circ\text{C}$  дан юқори температурада амалга ошади:



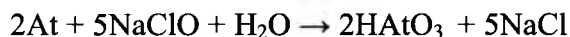
Астат, хлор ва сув орасидаги реакцияда гипоастатат кислотаси ва хлорид кислотаси ҳосил бўлади:



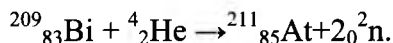
Астат, бром ва сув орасидаги реакция натижасида гипоастатат кислотаси ва бромоводород ҳосил бўлади:



Астат гипохлорид ва сув орасидаги реакцияда астатат кислотаси ва натрий хлориди ҳосил бўлади:



**Олиниши.** Астат фақатгина сунъий йўл билан олинади. Висмут ёки торий элементлари  $\alpha$ -электрон заррачалари юқори энергия билан нурлантирилади. Бу жараён юқори ҳароратда боради, сўнгра чўктирилган эритма экстракцияланади ва хроматография усулида тозаланади. Модда дистилланган сув билан висмут атомларини гелий ядроси иштирокида бомбардимон қилиб олинади:



Астатнинг йигирмага яқин изотоплари синтез қилинган, энг узоқ яшайдиган  $^{210}\text{At}$  дир.

**Ишлатилиши.** Ҳозир амалда астат фақат радиокимёвий тадқиқотларда ишлатилади. Қалқонсимон без касалликларини даволашда анча истиқболли ҳисобланади. Астатнинг  $\alpha$ -заррачасининг радиобиологик таъсири йоднинг  $\beta$ -заррачасидан 2,8 баробар кўпроқ. Шу билан бирга, роданид ионлари ёрдамида As ни инсон организмидан ишончли равишда чиқариб юборишни таъминлаш мумкин.

Организмга тушганда жигарда тўпланади. Йод каби астат қалқонсимон безда ҳам йиғилади. Астатнинг  $\alpha$ -нурланиши яқин турган тўқималарни заҳарлайди, уларнинг фаолиятини бузади ва келажақда саратонга олиб келади. Бундан ташқари, кўкрак безида ҳам қисман тўпланиши кузатилган.

**86. РАДОН (Radon) Rn** – кимёвий элементлар даврий жадвалининг радиофаол элементи, тартиб рақами 86, атом массаси 222,0176. Элементнинг номи кўпинча узоқ яшовчи изотопига  $\text{Rn}^{222}$  ( $T_{1/2}$  3,8229 кун) асосланади, радий изотопнинг  $\text{Ra}^{226}$   $\alpha$ -парчаланиш натижасида ҳосил бўлади.

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$ .

$\text{Rn}^{222}$  изотопини 1900 йилда Ф.Дорн томонидан кашф қилинган. Шу йили Э.Резерфорд радоннинг бошқа изотопи мавжудлигини кўрсатади  $\text{Rn}^{220}$  ( $T_{1/2} = 54,5$  сек.) -торона (Тп). Ҳозирда радоннинг огирлиги 204 ва 206-224 ораликда бўлган 19 изотопи аниқланган.

**Табиатда тарқалиши.** Радон гидросфера ва атмосферада ернинг юза қисмида радиофаол руда ва минералларда ҳар доим учрайди. Атмосфера таркибида у  $6 \cdot 10^{-17}\%$  қиймати билан баҳоланади.

**Физикавий хоссалари.** Хона ҳароратида бир атомли малекуладан тузилган Rn- газ,  $t_{\text{суюқ}} = 71^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 62^\circ\text{C}$ , газ зичлиги 9,73 г/л, суюқ ҳолда 4,4 г/см<sup>3</sup> ( $-62^\circ\text{C}$  температурада),



Фредрих Эрст Дорн (1848-1916)



Сэр Эрнест Резерфорд (1871-1937)

қаттиқ ҳолда  $4 \text{ г/см}^3$ . Радон  $t_{\text{кр}}=104,35$ ;  $p_{\text{кр}}=6,326$ ;  $C_p^{\circ}=20,79$ ;  $S^{\circ}=167,76$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $\Delta H_{\text{суюк}}=2,89$ ;  $\Delta H_{\text{буғ}}=16,8$ ;  $p=1^{-135,6}$ ;  $10^{-113,2}$ ;  $100^{-81,7}$ ;  $s(\text{мл})=51,0^{\circ}$ ;  $13,0^{50}$ ; р. эт., бзл.

Радон юқори совуқ юзаларда осонлик билан рангсиз фосфоресцияланувчи суюклик тарзида конденсатланади. Қаттиқ Rn кўк бриллиант тусда ялтирайди.

**Кимёвий хоссалари.** Радон даврий жадвалдаги ҳолатига кўра инерт газлар гуруҳига киради. Радон ксеноннинг аналоги сифатида турли таркибли молекуляр бирикмаларни ҳосил қилади. Радон галогенидларининг айримлари барқарор таркибга эга :  $\text{RnF}_2$ ,  $\text{RnF}_4$ ,  $\text{RnF}_6$  ва  $\text{RnCl}_4$ . Радоннинг фтор билан бирикмасида кам учувчан модда синтез қилинган (фторидлар аралашмаси кўринишида). Радон ва ксенон аралашмасини фторлашга учратсак, бу ҳолатда ксенон фториди  $50^{\circ}\text{C}$  температурада сублимацияланади, радон фторид  $250^{\circ}\text{C}$  температурагача қолади.  $500^{\circ}\text{C}$  температурада радоннинг фтор билан олинган бирикмаси водород билан қайтарилади ва радонни ҳосил қилади.

Кимёвий муомалада унинг электронлари ядродан максимал узоқликда туриши туфайли, нодир газлар орасида радон фаол ҳисобланади. Радон фтор билан валентли боғланади. Шунингдек, радона дифторид  $\text{RnF}_2\text{Oк}$  учувчан бўлмаган кристалл маҳсулотдир. Радон фторид фторагентлари ҳаракати натижасида олинган бўлиши ҳам мумкин (мисол учун, фторид галогенлари  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{BrF}_5$ ,  $\text{IF}_7$ ).

Шунингдек, катион билан боғланиши натижасида ҳам олинади:  $\text{RnF}^+$ :  $\text{RnF}[\text{SbF}_6]$ ,  $\text{RnF}[\text{Sb}_2\text{F}_{11}]$ .

Фтордан ташқари, радон кислород билан бинар шаклида боғланади; хусусий ҳолда радон уч оксиди олинади, бошқа радон оксиди олинмиши аниқланмаган.

Бундан ташқари, радон турли хил клатратлар таркибига кириши мумкин, у доимий стехиометрик таркибга эга бўлса-да, радон атомлари иштирокида кимёвий боғланиш ҳосил қилмайди:



Гексафтороплатинат (V) диоксигенил ва радоннинг ўзаро боғланиш реакцияси гексафтороплатинат (V) фторорадон (II) ни, кислород ва платина (V) фторидни ҳосил қилади. Реакция хона ҳароратида амалга ошади.

Радон алкани. Натрий тиоцианати, марганец (IV) оксиди ва суолтирилган сульфат кислоталарнинг эритмаси радон билан ўзаро реакцияси натижасида, марганец (II) сульфат, натрий сульфат ва сув ҳосил қилади. Реакция  $0^{\circ}\text{C}$  атрофида амалга ошади:



**Олиниши.** Радон одатда радий тузларидан олинади.  $0^{\circ}\text{C}$  и  $760 \text{ мм.сим. уст.да}$   $1 \text{ г}$  радийга  $0,66 \text{ мм}^3\text{Rn}$  тўғри келади, газли аралашмаси таркибида гелий элементини сақлайди, қалдирак аралашмаси (сувдаги радиофаол препаратнинг таъсир маҳсулоти) сув буғларида,  $\text{CO}_2$  ва углеводородлар (вакуум суртмаларининг парчаланиш маҳсулоти).

Ифлос қўшимчалардан радонни тозалаш усуллари унинг кимёвий жиҳатдан инертлигига асосланган. Газлар аралашмасидан  $\text{O}_2$  ва  $\text{H}_2$  нинг кўпроқ қисмини йўқотишда уларни мис ёки мис оксиди устидан юқори температурада ўтказилади. Органик моддалар буғи кўрғошин бихромати устидан ўтказилганда оксидланади, сув буғи эса фосфор ангидриди билан ютилади.  $\text{CO}_2$  ва кислота буғлари ишқор билан йўқотилади, ундан сўнг суюқ азот билан Rn музлатилади, He ва  $\text{H}_2$  лар сўриб олинади. Радонни тозалашнинг қулай усули қўшимчаларни барий билан бевосита боғлашдир: таркибида сўрилган Rn таркибли газли аралашмаси қолдиқли идишга киритилади, идишда электродлар орасида  $0,5 \text{ г}$  Ва



металли жойлаштирилади. Rn киритилгандан кейин идиш Ва буғлангунча киздирилади. Бунда сув, CO<sub>2</sub> ва бошқа аралашмалар барий билан боғланади. Фақат бунда радон суяқ азот билан суяқ ҳаво билан совутиладиган туткичда радон музлатилади. Тозаланган радон капиллярларда ёки совутилаётган металл юзасида йиғилади.

**Бирикмалари.** RnF<sub>2</sub>, RnF<sub>4</sub>, RnF<sub>6</sub>– фторидлар

**Қўлланилиши.** Радон тиббиётда радонли ванналар сифатида кенг қўлланилади, масалан, бу ванналар моддалар алмашинуви, бўғимлар ва периферик нерв системаси касалликлари ва бошқа касалликларни даволашда ишлатилади. Радоннинг металл юзаларда адсорбцияланиш қобилиятига ва чуқурроқ диффузияланмаслиги металл буюмлар юзасини аниқлаш имконини беради. Кейинги вақтларда радон табиатда радиофаол элементлар изланишларда қўлланилмоқда.

Қишлоқ хўжалигида Радон уй ҳайвонлари озуқасини фаоллаш учун қўлланилади, металлургияда газўтказгичлардаги домна печида газ оқимлари тезлигини аниқлаш индикатори сифатида ишлатилади. Геологияда сув ва ҳаво таркибини аниқлашда қўлланилади. Уран қазилма конларини аниқлашда ва торийнинг жойлашган ўрнини аниқлашда ҳамда фаол тектоник бўлақларнинг таркибида ер ости ва устида радон борлигига ишора қилиши билан аниқланади, гидрогеологияда – ер ости сувлари ва дарё сувларининг ўзаро боғлиқлигини аниқлашда ишлатилади.

Ер ости сувларида радон концентрация динамикаси ер силкинишларини аниқлашда ишлатиши мумкин.

**87. ФРАНЦИЙ** (Francium) Fr – радиофаол кимёвий элемент, кимёвий элементлар даврий жадвали I гуруҳ элементи, тартиб рақами 87, энг узок яшайдиган изотопи массаси 223. Ўзгармас изотопга эга эмас. Франций массаси 203 дан 229 гача бўлган 20 дан ортиқ радиофаол изотоплари учрайди. Электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^1$



Перей, Маргарита  
Катрин  
(1909-1975)

Fr<sup>223</sup> (AcK) нинг биринчи изотопини 1939 йил М.Перей α-парчаланиш Ac<sup>227</sup> маҳсулот сифатида кашф этган. Элементнинг номи кашфиётчи ватани шарафига қўйилган. Fr<sup>223</sup> (T<sub>1/2</sub> = 21 мин) – Fr изотоплари орасида табиатда учрайдиган ягона туридир. Қолган изотоплар торийдан чуқур ажралиш реакциялари орқали, кўп зарядли ионлар билан реакцияда, турли хилдаги элементлар билан тезлаштирилган юқори энергия натижасида олинади. Катта миқдордаги франций ажратиш олиш мумкин эмас, чунки ҳозирда маълум бўлган барча изотопларининг ярим емирилиш даври жуда ҳам қисқа.

**Табиатда тарқалиши.** Франций кам учрайдиган элементлардандир. Ер қобиғида учрайдиган элементлардан фақатгина астатгина нисбатан кам миқдорга эгадир. Умумий табиий франций радиоген ҳисобланади, у радиофаол емирилиши, бир вақтда оралиқ маҳсулотлар сифатида уран-235 ва торий-232 нинг емирилишида янги франций атомлари ҳосил бўлиши билан компенсацияланади. Францийнинг умумий ер қобиғидаги миқдори 340 граммга баҳоланган.

**Изотоплари.** 2012 йилда францийнинг 199-232 сонларда ифодаланувчи 34та изотопи ва 7 та метабарқарор ядровий изомери маълум эди. Табиатда (уран ва торийнинг радиофаол парчаланиш маҳсулоти сифатида) иккита изотопи бор: <sup>223</sup>Fr ва <sup>224</sup>Fr. Франций-223 (францийнинг энг кўп учрайдиган изотопи, парчаланиш даври 22,3 минут) табиий жинслар радиофаол уран қатори-235 га киради ва уран минераллари таркибида кам сақланади.

Франций хусусиятларини аниқлашда нуклид  $^{223}\text{Fr}$  (камрок  $10^{-15}$  г.дан) индикаторлари сони орқали, францийнинг узок яшовчи изотоплари бўлмаганлиги сабабли умумий ҳолда топиб бўлмайди. Актиний-227 альфа-парчаланиши куйидагича изоҳланади:

$^{227}\text{Ac} \rightarrow ^{223}\text{Fr}$  ( $\alpha$ -нурланиш, парчаланиш эҳтимоллиги тахминан 1,4 % кузатилади),

$^{227}\text{Ac} \rightarrow ^{227}\text{Th}$  ( $\beta$ -нурланиш, парчаланиш эҳтимоллиги 98,6 % га яқинлиги кузатилади).

Олдинги номи франция-223 – «актиний К» (AcK). Аниқланишича, ер қобиғида унинг мувозанат миқдори 340 г га тенг. Бундан ташқари, торийнинг қўшимча емирилиш бўғимида франций-224 3,0 дақиқали ярим емирилиш даври билан мавжуддир. Унинг мувозанат миқдори ер қобиғида 0,5 граммнигина ташкил этади.

**Физик хоссалари.**  $10^{-7}$  г францийдан кўп бўлмаган оз миқдордаги наъмуналарга эга бўлган экстраполяцион тадқиқот натижалари барқарор ишқорий металллар маълумотларига асосланади. Бу каби ҳисобларга кўра, францийнинг зичлиги хона ҳароратида  $1,87 \text{ г/см}^3$  ни, суюқланиш температураси  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , кайнаш температураси  $677 \text{ }^\circ\text{C}$ , солиштирама суюқланиш иссиқлиги  $9,385 \text{ кДж/кг}$  ни ташкил этади.

**Кимёвий хоссалари.** Франций табиатда маълум бўлган энг электромусбат элементлардан ҳисобланади. Кимёвий муносабатда – энг яқин аналоги цезий, яъни Cs учун характерли бўлган кимёвий тузилишлар Fr да ҳам бўлиши керак. Cs нинг ва бошка ишқорий металллар аналоги сифатида, Fr фақатгина кам сонли қийин эрийдиган бирикмаларни ҳосил қилиши мумкин. Fr нинг кимёвий хоссасига тегишли асосий маълумотлар биргаликда чўктириш натижасида аниқланган.

Франций гетеро фосфорно вольфрамли ва гетерофосфорно молибденли кислоталар билан кучли кислоталарда HCl ва  $\text{HNO}_3$ , перхлорат билан, нитрат билан, тартрат ва цезий хлорантимонит билан, платина хлоридлари ҳамда натрий ва цезийнинг кобальтонитритининг сирка кислотали эримасида биргаликда чўктирилади.

**Олиниши.** Катион алмашувчи смолалар ёрдамида цезийдан франций ажратиб олинади. Асосан, экстракция ва хроматография усули билан ниҳоятда кам миқдорда олинади. Ҳозирги вақтда франций кам миқдорда сунъий йўл билан олинади. Маълум бўлган барча изотоплари радиофаол, тез парчаланadi. Энг узок яшайдиган изотопининг ярим емирилиш даври 21 секундга тенг. Франций актинийнинг парчаланишидан ҳосил бўлади.

Францийни AC температурадан ажратишнинг охиргиси аммиак, аммоний сульфиди, натрий карбонати ёки фторид кислотаси билан ташувчи сифатида лантанни қўллаш ва чўктириш амалга оширилади. Франций бунда эритмада қолади, ундан концентрланади (ташувчи сифатида Cs қўшилгандан сўнг). Ташувчисиз франций препаратларини олиш учун совутилган бошланғич эритма HCl билан тўйинтирилади, чўкма ажратилади. Эритмага 3-4 томчи 0,4 M кремне фосфорно вольфрамли кислота томизилади, чўкма совуқ конц. HCl да ювилади ва сувда эритилади. Эритма ион алмашиниш колонкасига Дауэкс-50 жойлаштирилади. Колонка совуқ сув билан ювилади, сўнгра Fr конц. HCl билан ювилади. Ажратиш 0,5 соатни ташкил этади ва бунда Fr 95 % тозаликда олинади. Франций яна қоғоздаги электрофорез ёки қоғоз хроматографияси билан олиниши мумкин.

**Ишлатилиши.** Fr нинг ер қобиғида тарқалганлиги жуда камлиги сабабли, унинг аниқ қўлланилиш соҳаларини айтиш бир оз қийинроқ. Францийнинг актинийни радиокимёвий аниқланишда қўлланилиши, ҳамда тиббиётда айрим касалликлар диагностикасида қўлланилиши ҳақида маълумотлар мавжуд.

**88. РАДИЙ (Radium) Ra** – кимёвий элементлар даврий жадвалининг II гуруҳ радиофаол элементи, тартиб рақами 88, атом массаси 226,0254. Радий бирикмалари биринчи бўлиб, 1898 йилда Францияда Мария ва Пьер Кюрилар томонидан урани смоласимон рудаларидан

ураннинг радиофаол хоссаларини аниқлашда очилган. 14 та изотоплари масса сонлари билан 213 ва 218-230 табиий ҳамда сунъий йўл билан кашф этилган. Табиий изотоплари сифатида:

$Ra^{228}$  (MsThI),  $Ra^{224}$  (ThX),  $Ra^{223}$  (AcX). Нисбатан амалий аҳамиятга эга табиий радиофаол изотопи  $Ra^{226}$  ( $T_{1/2} = 1617$  йил) ҳисобланади.



Мария Складовская Кюри (1867-1931)

Радий олинганлиги ҳақидаги биринчи маълумот (барий билан аралашма кўринишида) М.Кюри томонидан 1898 йил 26 декабрда Француз Фанлар Академиясида эълон қилинди. Радий металини биринчи марта М.Кюри ва француз кимёгари А.Дебьернлар томонидан 1910 йилда Ra хлоридни электрокимёвий қайтариб, ундан симобли катод ва платина-иридийли анодларни қўллаб олишган.



Пьер Кюри (1859-1906)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги миқдори масса бўйича  $1 \cdot 10^{-10}\%$ . Ер ёшига нисбатан унинг ҳаёт вақтининг камлиги (беш миллиард йил атрофида), радийнинг айрим изотоплари оз миқдорда бўлса ҳам, табиатда учрайди. Бу ҳолат табиатда учта радиофаол қатор борлиги, уларда радий изотоплари узоқ яшайдиган радионуклидларнинг тўхтовсиз ҳосил бўлиши билан изоҳланади: уран-238 (ундан  $^{226}Ra$  олинади), уран-235 (ундан  $^{223}Ra$ ,  $T_{1/2} = 11,4$  кун) ва торий-232 ( $^{228}Ra$  ва  $^{224}Ra$ ,  $T_{1/2} = 3,7$  кун). Радионуклиднинг ярим емирилиш даври қанча кам бўлса, унинг минераллардаги миқдори шунча кам бўлади, ҳатто энг узоқ яшайдиган изотоп  $^{226}Ra$ , ер қобиғида умумий бир ўн миллиардли фоиз улушида, улар уран таркибли тоғ жинсларда учрайди.

Уранли рудаларда 1 т уранга 0,34 граммдан кўп бўлмаган радий тўғри келади. Бундан ташқари, радийнинг бошқа манбаларида айрим табиат сувлари, масалан, нефт конлари сувлари таркибига киради.

**Физикавий хоссалари.** Радий – кумушсимон-оқ ярқироқ металл. Физикавий хоссалари тўлиқлигича ўрганилмаган. Турли манбаларга кўра, унинг суюқлиниш температураси  $700-960^\circ C$ , қайнаш температураси  $1100-1536^\circ C$ . Зичлиги  $5g/cm^3$ ; Радий  $t_{кайн.} = 1140$ ;  $C_p^\circ = 27,2$ ;  $S^\circ = 71$ ;  $\Delta H^\circ = 0$ ;  $\Delta G^\circ = 0$ ;  $p = 0,01^{559}$ ;  $0,1^{655}$ ;  $1^{785}$ ;  $10^{961}$ ;  $100^{1206}$ .

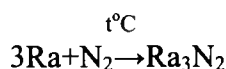
Радий барийга нисбатан кўпроқ учувчан. У кучсиз парамагнит хоссаларга эга. Радийнинг барча бирикмалари автолюминесценция, яъни ўзининг нурланиши билан қоронғида нур таратиш хоссаларига эга.

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий хоссаларига кўра радий барийга ўхшайди, аммо ундан ҳам фаолроқ.

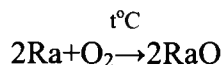
Тоза тайёрланган радий кумушсимон-оқ рангда, бироқ ҳаво таъсирида  $Ra_3N_2$  нинг қора плёнка қавати билан қопланади. Радий метали сувни энергетик ҳолатда парчалаб,  $Ra(OH)_2$  таркибли гидрооксидни ҳосил қилади.

Радий нормал шароитда ўзи ярқироқ оқ рангли металл, ҳавода қораяди (тахминан радий нитридининг ҳосил бўлиши ҳисобига) сув билан таъсирлашади. Ўзини барий ва стронций каби тутаяди, аммо кимёвий жиҳатдан фаол. Одатдаги оксидланиш даражаси +2. Радий гидроксиди  $Ra(OH)_2$  кучли коррозияловчи асосдир.

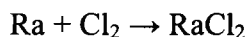
Радий  $100^\circ C$  температура атрофида азот билан реакцияга киришиб, натижада радий нитридни ҳосил қилади:



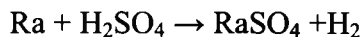
Радий 100°C температура атрофида кислород билан реакцияга киришиши натижасида радий оксиди ҳосил бўлади:



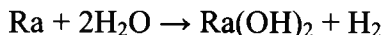
Радийнинг хлор билан реакцияси натижасида радий хлориди ҳосил бўлади. Реакция хона ҳароратида амалга ошади:



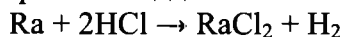
Радий суюлтирилган сульфат кислота эритмаси билан реакцияда радий сульфати ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



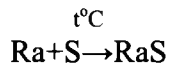
Радийнинг сув билан реакцияси натижасида радий гидроксиди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



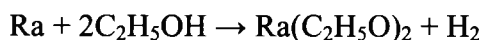
Радий суюлтирилган хлорид кислота эритмаси билан реакцияга киришиб, радий хлоридни ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади:



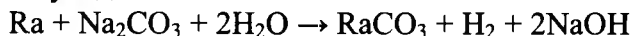
Радий 150°C температура атрофида олтингугурт билан реакцияга киришиши натижасида радий сульфиди ҳосил бўлади:



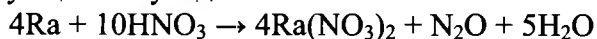
Радийнинг этанол билан реакцияси натижасида радий этилати ҳосил бўлиб, водород ажралиб чиқади:



Радийнинг натрий карбонати ва сув билан реакциясида радий карбонати, водород ва натрий гидроксиди ҳосил бўлади:



Радийнинг суюлтирилган нитрат кислота эритмаси билан реакцияси натижасида радий нитрати, азот (I) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



Натрий ортофосфати ва радий хлориди реакцияси натижасида радий ортофосфати ва натрий хлориди ҳосил бўлади:



**Олиниши.** Табиий минераллардан Ra ни ажратиш учун ураннынг смолали маъданларини қайта ишлашдан қолган сульфатлари олинади, уларга ташувчи сифатида барий тузлари қўшилгандан сўнг қайноқ концентранган сода эритмаси билан карбонатларга айлантиради ва олинган маҳсулотни суюлтирилган HCl эритмасида эритилади. Po ва Bi ни водородсульфиди билан чўктирилади, кейин NH<sub>4</sub>OH қўшиб As (CEЭ) ларини чўктирилади. Ra ва Ba ни сульфатлар кўринишида чўктириш мақсадида, кейинчалик эритмани суюлтирилган H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> билан қайта ишлаб яна эрийдиган хлоридларга ўтказилади.

Ra олишнинг осон ва оддий усули сифатида қуйидаги усул ҳисобланади: сарик тиглда натрий пероксиди ёки Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaOH аралашмаси билан минерални суюқлантириб парчаланишидан олинган ишқорий эритмани кўп ҳажмли H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> таркибли HCl га қуйилади. Сўнгра Ba(Ra) ни H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> билан чўктирилади, эритманинг кўп миқдори декантацияланади, кейин эса Ba(Ra)SO<sub>4</sub> ни барий трилонининг ишқорий эритмасида эритилади. Fe(III) ни эрийдиган комплексга ўтказиш учун маннит ёки вино кислотаси тузлари қўшилади. Радийнинг Ra ва Ba сульфатларини чўктириш жараёнларини ўзида тутмаган ажратиш усуллари муҳим аҳамиятга эга. Намуна таркибида бўлган сульфат-ионлари уларни

карбонатларга ўтказилиши билан амалга оширилиши мумкин. Радий ва барийни ажратиш усулларидан:

1) иккала элемент тузларининг турлича эрувчанлигига асосланган бўлиб кристаллизация ёки бўлиб чиқтириш усули;

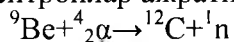
2) ион алмашиниш усуллари, яъни бўлиб чиқтириш ёки бўлиб кристаллизация усули билан бирламчи бойитилгандан сўнг Ra ва Ba ни охиригача ажратиш учун қўлланилади. Ra ни бошқа ишқорий ер металлари билан ажратиш учун ишлатиладиган ион алмашиниш усули сифатида уни сульфостиролли катионитлардан кейин элюирлаш билан цитрат ёки аммоний ацетат эритмаси билан ошиб борадиган концентрацияда ютиш билан амалга оширилади. Катионларни ювиш кейинги кетма-кетликда амалга ошади: Ca, Sr, Ba, Ra. Радий 4 М га тенг бўлган аммоний ацетати билан ювилади. Ra ни ўзининг ҳосил бўлган маҳсулотларидан қоғоз электро радио хроматографияси ёрдамида ажратиш мумкин.

**Ишлатилиши.** Охирги вақтларда радийнинг қўлланилиши сезиларли даражада камайди, бироқ у радон манбаси сифатида радонли ванналар учун қўлланилишида сақлаб қолинган. Оз миқдорларда бериллий билан аралашмаси: радий нейтрон манбаларини тайёрлашда ишлатилади. Радий айрим пайтларда пайвандлаш чокларидаги ва металлларни куйиш жараёнидаги дефектларни аниқлашда ҳамда электростатик зарядларни ечишда ишлатилади.

Бундан ташқари, геохимияда радий-226 ва радий-228 аралаштириш индикатори сифатида ва океан сувлари циркуляциясида ишлатилади.

Альфа-заррачалар манбаси сифатида радий-бериллийли нейтрон манбаларида ишлатилади.

Ҳозирги вақтда радий айрим ҳолатларда нейтронларнинг компакт манбалари сифатида қўлланилади, бунинг учун унинг оз миқдорини бериллий билан қотишмага айлантирилади. Альфа-нурлар таъсирида бериллийдан нейтронлар ажратилади:



Тиббиётда радий радон манбаси сифатида радонли ванналар тайёрлашда (ҳозирги вақтда уларнинг фойдалилиги бўйича баҳслашилмоқда). Бундан ташқари, радийни оз вақтдаги нурлантиришда тери-таносил касалликларини, бурун шиллиқ пардасини, сийдик йўллари даволашда ишлатилади. Бироқ ҳозирги вақтда бундай мақсадларда керакли хоссаларга эга радионуклидлар мавжуд, ва улар тезлатгичларда ёки ядровий реакторларда олинади, масалан,  ${}^{60}\text{Co}$  ( $T_{1/2} = 5,3$  йил),  ${}^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2} = 30,2$  йил),  ${}^{182}\text{Ta}$  ( $T_{1/2} = 115$  кун),  ${}^{192}\text{Ir}$  ( $T_{1/2} = 74$  кун.),  ${}^{198}\text{Au}$  ( $T_{1/2} = 2,7$  кун) ва шу кабилар.

XX асрнинг 70-йилларигача радий кўп ҳолатларда доимий нур таратувчан бўёқлар тайёрлашда (циферблат белгилаш учун авиация ва денгиз ускуналарини махсус соат ва бошқа ускуна) қўлланилган, бироқ ҳозирги вақтда у нисбатан хавфсиз изотоплар билан алмаштирилган: тритием ( $T_{1/2} = 12,3$  йил) ёки  ${}^{147}\text{Pm}$  ( $T_{1/2} = 2,6$  йил). Радийли нур таркибли соатлар айрим вақтларда инсонлар эҳтиёжи учун ҳам ишлаб чиқарилган, шу жумладан, қўлсоатлари ҳам. Ва яна радийли ёруғлик массалари оилада эски арча безакларида, ричаг учида рангли тумблерларда, эски радиоприемниклар шкаласида ва бошқаларда учратиш мумкин. Доимий таъсирли ёруғлик таркибининг характерли белгиси ишлаб чиқаришига тегишлиси – горчич-сарик рангдаги бўёқ, айрим ҳолатларда ранги бошқача бўлиши ҳам мумкин (ок, яшилроқ, кўнғир-зангори ва бош.). Бундай приборларнинг хавфлилиги шундаки, улар огоҳлантирадиган маркировкага эга эмаслигидадир, уларни фақатгина дозиметрик усулда аниқлаш имкони бўлган. Бундан ташқари, люминофорлар йиллар давомида бўёқлар ҳам деградацияга учрайди ва бўёқ ҳозирги вақтгача нур таратишини йўқотади, қайсики уни

кам хавфсиз қилиб қўймайди, албатта, чунки радий ҳеч қаерга йўқотмайди. Яна бир хавфли томони улар вақт ўтиши билан бўёқ деградацияланиб ва сўнгра тўкилиши мумкин, шу сабабли бу бўёқнинг чанги организмга овқат ёки нафас билан тушса, альфа-нурлар билан зарар келтириш мумкин.

**Биологик аҳамияти.** Радий ўта радиотоксикдир. Организмда у ўзини кальций қатори тутати – 80 % атрофидагиси радийнинг организмга тушгани суяқ тўқимада йиғилади. Радийнинг юқори концентрацияси остеопорозни, ўз-ўзидан суяқ синишини ва кон хосини қиладиган тўқимада ёмон турли суяқ саратонини чақиради. Радийнинг газ ҳолатидаги радиофаол емирилиш маҳсулоти Радон ҳам инсон организмга хавф туғдиради.

Мария Кюрининг бевақт ўлими радий билан хроник заҳарланиш натижасида келиб чиққан, чунки ўша вақтда нурланиш хавфлилиги ҳали тасдиқланмаган эди.

**89. АКТИНИЙ** (греч. “aktis”, “aktinos”- “нур”, “шуъла”, “чакнаш”, “ёғду”; лат. Actinium) Ас- кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ радиофаол элементи, тартиб рақами 89. Барқарор изотопларга эга эмас. 23 та изотопи масса сонлари билан 221-231 маълум: энг узок яшайдигани-  $^{227}\text{Ac}$  ( $T_{1/2}$  21,8 йил,  $\alpha$ - ва  $\beta$ -нур тарқатувчи) ва  $^{228}\text{Ac}$  ( $T_{1/2}$  6,13 с,  $\beta$ -нур тарқатувчи),  $^{225}\text{U}$  ва  $^{232}\text{Th}$  нинг табиатда учрайдиган радиофаол қатори вакиллари. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 6d^1$ .

1899 йилда француз кимёгари А.Дебьерн томонидан уранли рудалар қолдиқларини қайта ишлашда ва ундан бехабар равишда 1908 йилда Ф.Гизел томонидан кашф қилинган.

**Табиатда тарқалиши.** Актинийнинг ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $6 \cdot 10^{-10}\%$ ; 1 т уранли руда ҳисобига 0,15 мг атрофидаги  $^{227}\text{Ac}$  тўғри келади.

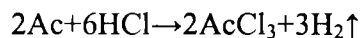
**Физикавий хоссалари.** Актиний – кумушсимон-оқ металл, қоронғуда кучсиз кўк рангдаги ёруғлик таратади.  $t_{\text{суюқ}}=1050-1200^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}}=3297^\circ\text{C}$ ; зичлиги  $10,1 \text{ г/см}^3$ .

**Кимёвий хоссалари.** Реакцион қобилияти ўта кучли. Нам ҳавода оқ  $\text{Ac}_2\text{O}_3$  оксид қавати билан қопланади ва у кейинги оксидланишига халақит қилади. Актинийнинг кимёвий хоссаларини ўрганиш унинг емирилиш маҳсулотларининг радиофаоллиги сабаб кийинроқдир.

Актиний – кумушсимон-оқ рангда, оғир, юмшоқ, ташқи кўринишига кўра лантани эслатиб туради. Радиофаоллиги натижасида қоронғида мовий рангли нур таратади, кучли қайтарувчи, сув билан таъсирлашади:



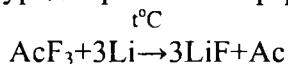
Суюлтирилган кислоталар билан:



Лантанга ўхшаб, иккита кристалл модификация ҳолатида мавжуд бўлиши мумкин, аммо фақатгина ягона формаси олинган –  $\beta$ -Ac, кубсимон ёнлари марказлашган тузилишга эга. Паст температурали  $\alpha$ -формани олишга эришилгани йўқ. Актинийнинг атом радиуси лантанининг атом радиусидан озгина каттароқ ва  $1,88 \text{ \AA}$  ни ташкил этади.

Кимёвий хоссаларига кўра ҳам актиний лантанга жуда кучли ўхшайди, бирикмаларда +3 оксидланиш даражасига эга бўлади ( $\text{Ac}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AcBr}_3$ ,  $\text{Ac}(\text{OH})_3$ ), аммо юқори реакцион қобилияти ва кучлироқ асослилик хоссалари билан ажралиб туради.

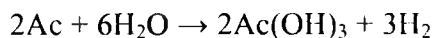
Актиний (III) фториди ва литий орасидаги реакцияда литий фториди ва актиний ҳосил бўлади. Реакция  $1300-1350^\circ\text{C}$  температурада аргон атмосферасида амалга ошади:



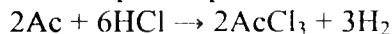
Актинийнинг сув билан реакцияси натижасида актиний (III) гидроксиди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



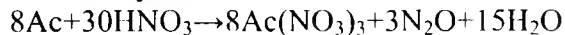
Андре Луи Дебьерн  
(1874-1949)



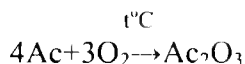
Активный в сульфидирланган хлорид кислота эритмасы орасидаги реакция натижасида активный (III) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



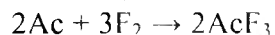
Активный в сульфидирланган нитрат кислота эритмасы орасидаги реакцияда активный (III) нитрати, азот (I) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



Активныйнинг кислород билан реакцияси натижасида активный (III) оксиди ҳосил бўлади:



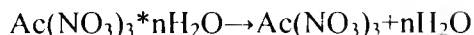
Активный в фтор орасидаги реакция натижасида активный (III) фториди ҳосил бўлади. Реакция 1300-1350°C температурада амалга ошади:



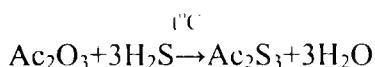
Активный (III) нитрати в сульфидирланган натрий гидроксиди эритмасы орасидаги реакция натижасида активный (III) гидроксиди ва натрий нитрати ҳосил бўлади:



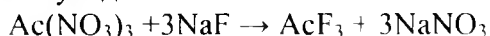
Активный (III) нитрати кристаллогидрати парчаланиши натижасида активный (III) нитрати ва сув ҳосил бўлади. Реакция хона ҳароратида вакуумда сульфат кислота устида амалга ошади:



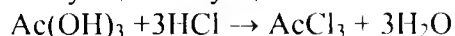
Активный (III) оксиди ва водородсульфиди орасидаги реакция натижасида активный (III) сульфиди ва сув ҳосил бўлади. Реакция 1400°C температура атропофида амалга ошади:



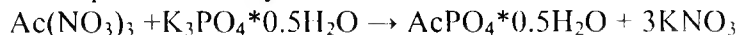
Активный (III) нитрати в натрий фториди орасидаги реакция натижасида активный (III) фториди ва натрий нитрати ҳосил бўлади:



Активный (III) гидроксиди в сульфидирланган хлорид кислота эритмасы орасидаги реакция натижасида активный (III) хлориди ва сув ҳосил бўлади:



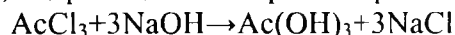
Активный (III) нитрати, калий фосфат ва сув орасидаги реакция натижасида активный (III) фосфат гидрати ва калий нитрати ҳосил бўлади:



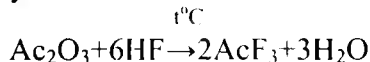
Активный (III) гидроксиди в фторид (плавик) кислота орасидаги реакция натижасида активный (III) фториди ва сув ҳосил бўлади. Реакция 70°C температура атропофида амалга ошади:



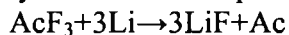
Активный (III) хлориди в сульфидирланган натрий гидроксиди эритмасы орасидаги реакция натижасида активный (III) гидроксиди ва натрий хлориди ҳосил бўлади:



Активный (III) оксиди в фторид (плавик) кислота орасидаги реакция натижасида активный (III) фториди ва сув ҳосил бўлади. Реакция 700°C температурада амалга ошади:



**Олиниши.** Актиний бирикмалари микрограммли миқдорда олинган. Улар изоморфдирлар La нинг ( $\text{AsPO}_4$  дан ташқари) тегишли бирикмаларига. Маълумки, масалан,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}(\text{OH})_3$ ,  $\text{AsHal}_3$ ,  $\text{AsOHal}$ ,  $\text{As}_2(\text{C}_2\text{O}_2)_3$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  сувда эримайдилар, ҳамда актинийнинг комплекс бирикмалари ҳам сувда эримайди.  $^{227}\text{As}$  ни уран рудалари таркибидан ажратилади,  $^{228}\text{As}$  ни – торийли рудалардан. Актиний миллиграмм миқдорларини ядро реакторларида Ra ядросини нейтронлар билан бомбардимон қилиб олинади. Актиний ( $\text{As}^{3+}$  бирикмалари кўринишида) тионилтрифторацетон билан экстракция қилиб, ёки ионитлар ёрдамида ажратилади. 1 граммдан 1 мг актиний олиниши мумкин. Актиний металлини бундан ташқари  $\text{AsF}_3$  ни Li буғи билан қайтариб ҳам олинади:



**Бирикмалари.** Тузлар, гидроксид, фосфат, оксалат, карбонат, фторсиликатларни ҳосил қилади.

**Ишлатилиши.**  $^{227}\text{As}$  бериллий билан биргаликда нейтронлар манбаси ҳисобланади. As-Be-манбалари гамма-катионларнинг оз миқдордаги чиқиши билан характерланади, рудалар таркибидаги Mn, Si, Al ларни фаоллаштирувчи анализ қилишда ишлатилади.

$^{225}\text{As}$  атоми  $^{213}\text{Bi}$  ни олишда, ҳамда радио иммунотерапияда ишлатилади.

$^{227}\text{As}$  энергиянинг радиоизотопли манбаларида қўлланилади.

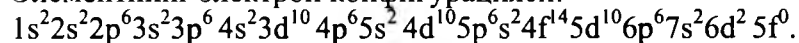
$^{228}\text{As}$  юқори эффектив  $\beta$ -нурланиш ҳисобига кимёвий тадқиқотларда радиофаол индикатор сифатида қўлланилади.

$^{228}\text{As}$   $^{228}\text{Ra}$  изотоплари аралашмасини тиббиётда интенсив  $\gamma$ -нурлар манбаси сифатида қўлланади.

**Физиологик таъсири.** Актиний юқори солиштира  $\alpha$ -фаолликка эга бўлган радиофаол захарли элементлар каторига киради. Радийга нисбатан унинг овқат ҳазм қилиш жараёнидаги абсорбцияси паст бўлса ҳам, барибир унинг муҳим қобилияти сифатида организмдаги суяк тўқималари юза қаватларида мустаҳкам сақланиши мумкинлиги ҳисобланади. Биринчи ўринда, актиний етарли даражада жигарда тўпланади, бунда унинг организмдан чиқарилиш тезлиги унинг радиофаол емирилишидан анча юқори. Бундан ташқари, унинг емирилиш маҳсулоти сифатида радон анча хавфли ҳисобланади, ундан химояланиш актиний билан ишлаганда алоҳида вазифа этиб қаралади.

**90. ТОРИЙ** (Thorium, “момақалди роқ худоси” – Тора номига қўйилган) Th – кимёвий элементлар даврий жадвалининг актиноид гуруҳига тегишли бўлган биринчи кимёвий элемент; тартиб рақами 90, атом масса 232,0381. Торий – табиатан радиофаол элемент. Табиатдаги торий деярли битта изотопдан таркиб топади:  $\text{Th}^{232}$  ( $T_{1/2} = 1,39 \cdot 10^{10}$  йил). Торийнинг сунъий изотоплари оз вақт яшайди; улардан энг узоқ яшайдиган ярим емирилиш даврига эга  $\text{Th}^{229}$  ( $T_{1/2} = 7340$  йил).

Элементнинг электрон конфигурацияси:



Берцелиус томонидан 1828 йилда минераллар таркибида аниқланган, кейинчалик уни торит деб номланган.

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги масса бўйича миқдори  $8 \cdot 10^4$ %. 120 дан зиёд минераллар таркибида аниқланган. Асосий саноат аҳамиятига эгалари торий сифатида монацит  $\text{ThO}_2$ , торит (ураноторит)  $\text{ThO}_2$  ва торанит (Th, U)  $\text{O}_2$  ҳисобланади.



Йёнс Якоб  
Берцелиус  
(1779-1848)



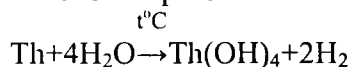
**Физикавий хоссалари.** Компакт Th – кумушсимон-ок рангли металл.  $t_{\text{суюқ}}=1695-1757^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{кайн.}}=3297-4787^{\circ}\text{C}$ , зичлиги  $11,72 \text{ г/см}^3$  ( $25^{\circ}\text{C}$ ), Торий кб.;  $C_p^{\circ}=27,32$ ;  $S^{\circ}=53,39$ ;  $\Delta H^{\circ}=0$ ;  $\Delta G^{\circ}=0$ ;  $p=0,1^{2460}$ ;  $1^{2730}$ ;  $10^{3080}$ ;  $100^{3610}$ .

Th – пластик металл ва осонгина совуқда деформацияланади. Механик хоссалари металлнинг тозалигига ва тегишли равишда унинг олиниш усулига ҳам сезиларли даражада боғлиқ.

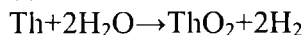
**Кимёвий хоссалари.** Ҳавода хона ҳароратида оз миқдорда оксидланади; қайнаётганда дистилланган сувда у  $\text{ThO}_2$  қавати билан қопланади ва кейинги коррозия олди олинади; сув буғлари билан  $200-600^{\circ}\text{C}$  температурада таъсирлашганда  $\text{ThO}_2$  ва водород ҳосил бўлади.

Mo, Zr, Ce, La, Y, Pb, Bi, Sn лар торий билан кенг кўламдаги қаттиқ эритмалар ҳосил қилиши мумкин. Кўплаб нодир металллар билан интерметаллик бирикмаларни ҳосил қилади; торийнинг Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu лар билан бирикмалари кўп сонли ҳисобланади.

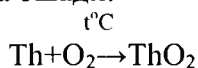
Ишқорларда эримайди. Торий қайноқ хлорид кислотасида, зар суви билан таъсирлашади, сульфат, фторид, нитрат кислоталари билан секин таъсирлашади:



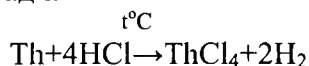
Торийнинг сув билан таъсирлашиши натижасида торий (IV) оксиди ва водород ҳосил бўлади. Реакция  $150-280^{\circ}\text{C}$  температурада амалга ошади:



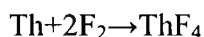
Торий ва кислород орасидаги реакция натижасида торий (IV) оксиди ҳосил бўлади. Реакция  $250^{\circ}\text{C}$  температура атрофида амалга ошади:



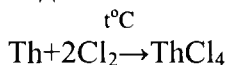
Торий концентранган, қайноқ хлорид кислотаси эритмаси билан таъсирлашиши натижасида торий (IV) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади. Реакция водородфториди иштирокида амалга ошади:



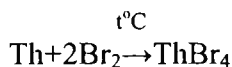
Торийнинг фтор билан реакцияси натижасида торий (IV) фториди ҳосил бўлади. Ушбу реакция хона ҳароратида амалга ошади:



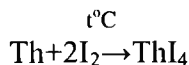
Торийнинг хлор билан реакцияси натижасида торий (IV) хлориди ҳосил бўлади. Реакция  $450-500^{\circ}\text{C}$  температурада амалга ошади:



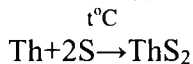
Торийнинг  $450-500^{\circ}\text{C}$  температурада бром билан реакцияси натижасида торий (IV) бромиди ҳосил бўлади:



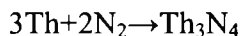
Торийнинг  $450-500^{\circ}\text{C}$  температурада йод билан реакцияси натижасида торий (IV) йодиди ҳосил бўлади:



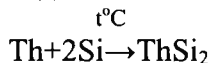
Торийнинг олтингугурт билан реакцияси натижасида торий (IV) сульфиди ҳосил бўлади. Реакция  $500-600^{\circ}\text{C}$  температурада амалга ошади:



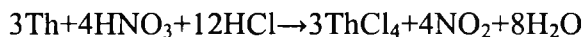
Торийнинг 1200-1300 °C температурада азот билан реакцияси натижасида торий (IV) нитриди ҳосил бўлади:



Торийнинг кремний билан реакцияси натижасида торий (IV) силициди ҳосил бўлади. Реакция аралашмани суюқлантириш натижасида амалга ошади:



Торийнинг концентранган нитрат кислотаси ва концентранган хлорид кислотаси билан реакцияси натижасида торий (IV) хлориди, азот (IV) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



**Олиниши.** Th ни олиш учун қўлланиладиган асосий хомашё монацитли концентрат ҳисобланади. Монацитли кумларни бирламчи бойитиш чўктириш машиналарида майдаларни тозалаб, дезинтеграция қилиб ёки винтли сепараторларда ва кейинчалик концентрацион столларда амалга оширилади; 95-98 %гача бўлган даражага етказиш электромагнит ва электростатик сепарация билан эришилади. Ҳақиқий маъданлар учун гравитацион усуллари, кам ҳолларда флотация билан амалга оширилади.

Монацитли концентратларни қайта ишлаш усуллари куйидаги асосий босқичларга эга: турли реагентлар билан минерални очиб Th, U ва СЕЭ ларини сувда ёки минерал кислоталарда эрийдиган шаклга ўтказилади; бу элементлардан фосфорни ажратади; торийни СЕЭ лари ва U дан ажратиш. Кўп сонли усуллардан монацитли концентратларни очиш саноат аҳамиятига эга:

1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  лар билан 200°C температурада (сульфатизация) қайта ишлаш; 2) майда янчилган концентратни 45 % ли NaOH эритмаси билан 140°C температурада қайта ишлаш.

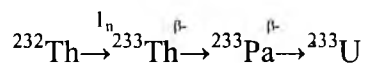
Торий метали кукун ёки губка кўринишида металлотермик усулда ҳам, суюқланган тузлари электролизиди ҳам олинади. Торийнинг металлотермик усулига куйидагилар киради:  $\text{ThO}_2$  ни кальций билан  $\text{CaCl}_2$  иштирокида аргон атмосферасида 1000-1200°C температурада қайтарилади;  $\text{ThCl}_4$  буғларининг магний билан 825-925°C температурада қайтарилиши, охирида торий фторидини кальций билан  $\text{ZnCl}_2$  иштирокида қайтариш. Барча ҳолатларда сув ва кислоталар билан қайта ишланганда торий кукун ёки губка кўринишида олинади.

Суюқланма тузларини электролиз қилиш тоза хлоридли электролитларда амалга ошади. Торий катодга ёпишган электролит билан цементация қилинган кукун кўринишида ажралади; катодли чўкмани қайта ишлаш бўлаклаш, майдалаш ва эрийдиган тузларини сув билан эритиш, концентрацион столда эримайдиган қўшимчаларни ажратиш, кукунни нитрат кислотаси ва сув билан ювиш, кейинчалик қуритиш каби операциялар бажарилади.

**Қотишмалари.** Al, Be, B, V, Bi, W, Hf, Ge, Te, Au, In, Ir, Y, Co, Si, La, Mg, Mn, Cu, Mo, As, Na, Ni, Nb, Sn, Os, Hg, Pb, Se, Ag, Sb, Tl, Ta, Te, Ti, Ce, Zn, Zr лар билан бинар қотишмалари маълум, ҳамда учламчи қотишмалари Th-Al-U; Th-Be-Si; Th-Be-U; Th-Bi-Pb; Th-Mg- Zr; Th-U-C; Th-Zr-U мавжуд.

**Ишлатилиши.** Энг муҳим қўлланилиш соҳаларидан бири ядро техникаси саналади. Торий ўзининг асосий қўлланилиши ядро ёқилғиси сифатида аҳамиятлидир, чунки нейтронли нурланиш таъсирида табиий торий  $^{232}\text{Th}$  деярли тўлиқ уран  $^{233}\text{U}$  изотопига айланади. Торий ва унинг бирикмаларини органик синтезда оксидланиш катализаторлари таркибида қўлланади, айрим қотишмаларни легирлашда, молибденни пайвандлаш толаси мустаҳкамлигини таъминлаш мақсадида сепилувчан материал сифатида қўлланилади.

Торий-232 – жуфт-жуфт изотопи (протон ва нейтронларнинг жуфт сони), шу сабабли у иссиқлик нейтронлари билан бўлинади ва ядровий ёкилғи бўла олади. Аммо иссиқлик нейтронини олганда  $^{232}\text{Th}$  куйидаги схема асосида  $^{233}\text{U}$  ўзгаради:



Уран-233 атоми уран-235 ва плутоний -239 каби бўлиниши мумкин, бу ҳолат атом энергетикаси ривож учун истиқболли йўлларни очиб беради (уран-торийли ёкилғи цикли, тез ҳаракатчан нейтронли реакторлар, LFTR). Атом энергетикасида торийнинг карбид, оксид ва фторид (юқори температурали суяқ тузли реакторларда) уран ва плутоний бирикмалари билан биргаликда ва қўшимча ёрдамчи бирикмалар билан ишлатилади.

Чунки торийнинг умумий захираси 3-4 мартага кўплиги сабабли ҳам ер қобиғидаги уран захирасини ортда қолдиради, атом энергетикаси торий элементини ишлатиб инсон эҳтиёжларини яна юзлаб йилларга кондиритиш имконини беради.

Атом энергетикасидан ташқари, торий металл кўринишида ажойиб равишда металлургияда қўлланилади (магнийни легирлаш ва бошқ.), қотишмага юқори эксплуатацион характеристикаларни беради (узилишга қаршилиқ, иссиқликка бардошлиқ). Торий оксид кўринишида юқори композицияларни мустаҳкамловчи сифатида ишлаб чиқаришда қўлланилади (авиасаноат учун). Торий оксиди барча одисидлардан юқори суяқланиш температураси сабабли ( $3077^\circ\text{C}$ ) ва оксидланмаслиги туфайли ўта кучли иссиқлик йўналишида ишлайдиган, жуда аниқлик талаб этиладиган конструкцион ва буюмлар ишлаб чиқаришда қўлланилади, ёниш камераларининг девори қопламалари учун ва МГД – электростанциялари учун газодинамик каналларига идеал материал бўлиши мумкин. Торий оксиддан тайёрланган тигеллар  $2500\text{--}3100^\circ\text{C}$  температура оралиғида ишлатиладиган оловбардош идишларда қўлланилади. Илгари торий оксиди қиздириладиган печларда тўрлар (сеткалар) кўринишида газли ёритгичларда қўлланилган.

Торийланган катодлар тўғридан-тўғри тобланган электрон лампаларда ишлатилади, торий оксиди – магнетрон ва кучли генераторли лампаларда қўлланилади.  $0,8\text{--}1\%$   $\text{ThO}_2$  ни вольфрамга қўшилиши чўғланма лампалар сими структурасини барқарорлаштиради. Ксенонли ёйли лампалар деярли ҳар доим торийли катод ва анодга эгадирлар, шу сабабли кам миқдорда радиофаолдирлар. Торий оксиди юқори температурали печларда қаршилиқ элемент сифатида ишлатилади.

Торий доим ўсимлик ва ҳайвонлар танасида бўлади. Торийнинг тўпланиш коэффициентини (яъни унинг организмдаги концентрациясини ташқи муҳит концентрациясига нисбати) денгиз планктонида – 1250, донли сув ўтларида – 10, умуртқасизларнинг юмшоқ терисида – 50-300, балиқларда – 100. Чучук сув моллюскаларида унинг концентрацияси  $3 \cdot 10^{-7}$ –  $1 \cdot 10^{-5}\%$  оралиғида тебранади, денгиз ҳайвонларида  $3 \cdot 10^{-7}$  оралиғида жигар ва шиллиқ пардада  $3 \cdot 10^{-6}\%$ . Шунингдек, суяқ илиги, лимфа тугунлари ва буйраклар билан қабул қилинган торий ошқозон-ичак системасида ёмон сўрилади. Инсон организми учун торийнинг ўртача кунлик миқдори овқат маҳсулотлари ва сув билан 3 мкг ни ташкил этади; организмдан сийдик ва ахлат билан чиқарилади (0,1 ва 2,9 мкг тегишли равишда). Торий камроқ токсик таъсирга эга, бироқ табиий радиофаол элемент сифатида организмларнинг табиий нурланиш фонида ўз ҳиссасини кўшади.

**91. ПРОТАКТИНИЙ (Protactinium) Pa** – радиофаол кимёвий элемент, тартиб рақами 91, атом массаси 231,0359; актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотопига эга эмас.

Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^2 6d^1$ .

Қисқа яшовчи  $^{234m}\text{Pa}$  ( $\text{UX}_2$ ) изотопи 1913 йили К.Фаянс ва Геринглар томонидан кашф этилган. Протактинийни бор йўғи 12 та радиофаол изотоплари мавжуд, энг кўп яшайдигани Pa ( $T_{1/2} = 3,43 \cdot 10^4$  йил) 1918 йилда немис радиокимёғари О.Ган ва австрия физиги



Отто Ган  
(1879-1968)

Л.Майтнер ва улардан алоҳида тарзда инглиз олимлари Ф.Содди ва Д.Крастонлар томонидан кашф этилган.  $\text{Pa}^{231}$  актиноуран радиофаол элементлар қаторига киради ва  $\text{U}^{235}$  ҳосил қилувчи модда ҳисобланади.

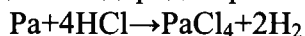
**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғида масса бўйича миқдори  $\sim 1 \cdot 10^{-10}$  масс.% ни ташкил этади. 1 г табиий уранда  $3,4 \cdot 10^{-7}$  г Pa бўлади. Табиатда ҳақиқий радиофаол қатор аъзоси сифатида  $^{231}\text{Pa}$  ва  $^{234}\text{Pa}$  учрайди. Сунъий  $^{233}\text{Pa}$  ўсимлик ва ҳайвонлар томонидан интенсив аккумуляцияланади.

**Физик хоссалари.** Металлик протактиний – ялтироқ болғаланувчан модда, ҳавода оксидланади.  $t_{\text{суюқ}} = 1575 \pm 20^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 4230^\circ\text{C}$ , зичлиги  $15,37$  ( $20^\circ\text{C}$ )  $\text{г/см}^3$  Протактиний метали икки модификацияда бўлади. Хона ҳарорати ва ундан  $1170^\circ\text{C}$  гача протактиний тетрагонал панжара билан мустаҳкам, параметрлари  $a = 0,3925$  нм ва  $c = 0,3238$  нм.  $1170^\circ\text{C}$  дан қайнаш ҳароратигача ( $1572^\circ\text{C}$ ) эса кубик панжарали ҳолатда мавжуд бўлади.

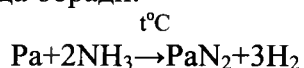
**Кимёвий хоссалари.** Ўзининг кимёвий хоссаларига кўра протактиний бир томондан Ta ва Nb, иккинчи томондан Ti ва Zr аналоғи ҳисобланади. Металл ҳолдаги Pa  $\text{H}_2$  билан  $250\text{-}300^\circ\text{C}$  температурада  $\text{PaH}_3$  таркибли гидридни ҳосил қилади.

Протактиний ишқорли эритмалардан барчаси билан, кислотали эритмалардан – кўплаб эримайдиган бирикмалар билан чўқади, агарда протактиний учун комплекс ҳосил қилиш бўлмаса, у энг яхши ташувчи  $\text{Zr}_3(\text{PO}_4)_4$ ,  $\text{Th}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$  ва  $\text{Th}(\text{JO}_3)_4$  лар, ҳамда марганец тўрт оксиди ва у билан протактиний деярли миқдоран ва танловли  $0,5\text{-}8$  М  $\text{HNO}_3$  да чўқади. Протактиний етарлича конц. ( $>6$  н.) хлорид кислотали эритмалардан анион алмашинувчи смолалар билан яхши сўрилади. Протактиний кўплаб органик эритувчилар билан сувли эритмалардан яхши экстракцияланади.

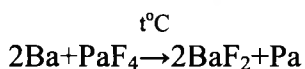
Протактиний суюлтирилган хлорид кислота эритмаси билан реакцияси натижасида протактиний (IV) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



Протактиний аммиак билан реакцияга киришганда протактиний нитриди ва водород ҳосил бўлади. Реакция  $800^\circ\text{C}$  ҳароратда боради:



Барий протактиний (IV) фториди билан  $1400^\circ\text{C}$  температура атрофида реакцияси натижасида барий фториди ва протактиний ҳосил бўлади:

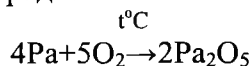


Лиза Мейтнер  
(1878-1968)

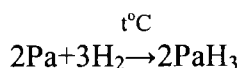


Фаянс Казамир  
(1887-1975)

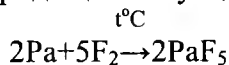
Протактиний кислород билан таъсирлашишидан протактиний (V) оксиди ҳосил бўлади. Реакция 350°C температура атропофида боради:



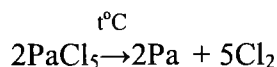
Протактиний 250-300°C температурада водород билан таъсирлашиши натижасида протактиний (III) гидриди ҳосил бўлади:



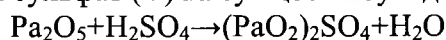
Протактиний 200-250°C температурада фтор билан реакцияси натижасида протактиний (V) фториди ҳосил бўлади:



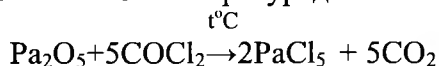
Протактиний (V) хлоридини парчаланиш реакцияси натижасида протактиний ва хлор ажралиб чиқади:



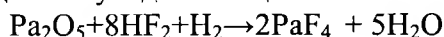
Протактиний (V) оксиди билан қайноқ сулфат кислотаси эритмаси реакцияси натижасида диоксидпротактиний сульфат (V) ва сув ҳосил бўлади:



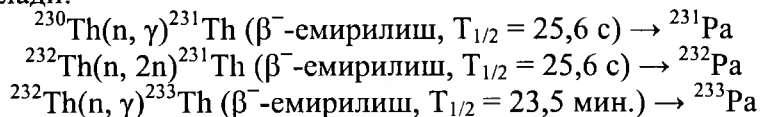
Протактиний (V) оксиди ва фосген реакциясидан протактиний (V) хлориди ва карбонат ангидрит ҳосил бўлади. Реакция 300-550°C температурада амалга ошади:



Протактиний (V) оксиди, водород фторид ва водород ўзаро реакцияси натижасида протактиний (IV) фторид ва сув ҳосил бўлади. Реакция 350-500°C температурада боради:



**Олиниши.** Протактиний олиш учун асосий манба бўлиб уранли рудаларни қайта ишланган чиқиндилари ҳисобланади. Энг муҳими, протактинийни олиш жараёни, сунъий олиш йўллари дидир.  $\text{Pa}^{231}$  ( $\text{Th}^{230}$ ) ионини секин нейтронлар билан нурлантириб олинади. Торийни  $\text{U}^{233}$  дан олиш учун нурлантирганда кўшимча маҳсулот сифатда ҳам  $\text{Pa}^{231}$  реакция натижасида ажралади, у тез ҳаракатчан нейтронлар таъсирида боради;  $\text{Pa}^{231}$  кейинчалик колдиклардан ажратилади:



Технологик тасвирларда пероксидини чўктириш йўли билан унинг протактиний концентрлаш кенг қўлланилади ёки  $\text{MnO}_2$  га нитрат кислотали эритмалардан адсорбцияланади, ҳамда экстракцион ва хроматографик усуллар ҳам қўлланилади. Протактиний экстракцияси одатда диизопропилкетон, диизопропилкарбинол ва трибутилфосфат билан амалга оширилади. Протактиний метали  $\text{PaF}_4$  ни барий метали билан қайтариб, галогенидларнинг термик парчаланиши билан, ҳамда 1400°C температурада  $\text{PaF}_4$  ни бомбардировка қилиб ёки  $\text{Pa}_2\text{O}_5$  вакуумда электронлар оқими билан таъсир эттириб олиниши мумкин.

**Бирикмалари.**  $\text{PaO}$ ,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{Pa}_6\text{O}_{14}$ ,  $\text{Pa}_2\text{O}_5$  – оксидлар; окси-, пента-, тетрагалогенид, фторпротактинат, сульфопротактинат ва оксалатлар.

**Ишлатилиши.** Протактинийга бўлган талаб торийни атом энергияси сифатида қўллаш билан боглик. Торий  $^{232}\text{Th}$  ядроси билан нейтронлар ютилганда  $^{233}\text{Th}$  изотопи ҳосил бўлади, у тезда емирилиб, радиофаол  $\beta$  -  $^{233}\text{Pa}$  ни ҳосил қилади. Протактиний ва унинг бирикмалари

жуда радиофаолдир ва радиотоксикдир. Бир хил концентрацияда ҳаво таркибида протактиний-231-250 миллион марта цианид кислотасидан ҳам заҳарли.

**92. УРАН (Uranium) U** – кимёвий элементлар даврий жадвалининг актиноидлар гуруҳи элементи, тартиб рақами 92, атом массаси 238,0289. Табиатда ураннынг 3 та радиофаол изотопи мавжуд:  $U^{238}$  (99,2739%,  $T_{1/2} = 4,51 \cdot 10^8$  йил);  $U^{235}$  (0,7205%,  $T_{1/2} = 7 \cdot 10^8$  йил), ва  $U^{234}$  (0,0056%,  $T_{1/2} = 2,48 \cdot 10^5$  йил). Сунъий равишда 11 та радиофаол изотоплари олинган масса сонлари билан 227-233, 236, 237, 239 ва 240. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^3 6d^1$ . 1789 йилда немис кимёғари М.Г.Клапрот томонидан уранли смолали руда Богемийда топилган. Фақатгина 1841 йилда француз кимёғари Э.М.Пелиго уран элементини уран хлоридини водород билан қайтариб тоза ҳолатда олди.



Пелиго Эжен  
Мелькор (1811-1890)

**Табиатда тарқалиши.** Ер қобиғидаги ўрточа миқдори масса бўйича  $3 \cdot 10^{-4}$  %. 200 яқин уран таркибли минераллар маълум. Улар оксидлар, силикатлар, титанатлар, тантало-титано-ниобатлар, фосфатлар, арсенатлар, ванадатлар, карбонатлар, сульфатлар, молибдатлар кўринишида учрайди.

Оксидлар гуруҳидаги минераллари куйидагилар; уранинит ( $UO_2$ ), браннерит ( $U, Ca; Fe^{2+}, Th)_3 (Ti, Si)_5 O_{16}$  ва давидит. Давидит мураккаб уран оксиди  $AO_2$  “А” деганда  $A = Ti, Fe, U, Th, Y, Ge, La$  ва бошқа сийрак ер металлари ҳам учрайди. Бу минералда уран



Мартин Генрих  
Клапрот  
(1743-1817)

2~3 % оксид ҳолида бўлади. Давидит уранли рудаларда титанга бой бўлган томирли конларда учрайди.

Браннерит, метатитанат ураннынг кимёвий бирикмаси ўзгарувчан бўлади. Минерал таркибида  $UO_2$  ва  $UO_3$  ~70 % гача бўлади. Браннерит минералига ўхшаш лодочникат минерали ҳам мавжуд.

Экзоген минераллар гуруҳига: карнотит  $K_2(UO_2)_2 \cdot (VO_4)_2 \cdot nH_2O$ , тюямунит  $Ca(UO_2)_2 \cdot (VO_4)_2 \cdot nH_2O$ , отэзит  $Ca(UO_2)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot nH_2O$ , торбернит  $Cu(UO_2)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot nH_2O$  лар киради.

Ўзбекистонда уран конлари Учқудук (Учқудук, Алтынтау), Суграли (Марказий Қизилқум қисми), Бешбулоқ, Собирсой, Кетмончи, Меймесой (Марказий Қизилқумнинг шимолий-ғарбий қисми), Бешкак (Коракатанинг шарқий қисми), шимолий Конимех, шимолий ва жанубий Букинай (Нурота тоғ тизмаларининг шимолий-ғарбий қисми), Ёғду, Лявлякан (Қизилқумнинг шимолий-марказий қисми), Аленди ва Оқбўта конлари мавжуд.

Ўзбекистонда уран ишлаб чиқариш учун катта минерал хомашё базаси яратилган. Бугунги кунда аниқланган конлари яна 50-60 йил уран ишлаб чиқариш учун етарли ҳисобланмоқда.

Уран ишлаб чиқариш жараёнида бошқа қимматбаҳо компонентлар рений, скандий, лантаноидлар ва бошқаларни ажратиб олиш мумкин. Бу компонентлар уранни ажратиб олиш технологик эритмасида мавжуд бўлади. Бу компонентлар ажратиб олиш технологияси яратиш, уран конларини қайта ишлаш самарадорлигини оширади.

**Физикавий хоссалари.** U – кўкимтир-пўлат рангли металл. Унинг учта модификацияси мавжуд:  $\alpha$ -U, 662°C температурагача барқарор;  $\beta$ -U, 662-769°C температура интервалида барқарор; 769°C температурадан суюқланиш температурасига қадар  $\gamma$ -U.  $t_{\text{суюқ.}} = 1133^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{кайн.}} = 3862^\circ\text{C}$ , зичликлари  $\alpha$ -U19,12;  $\beta$ -U18,11;  $\gamma$ -U18,06; суюқ

ҳолатидагисининг зичлиги  $U16,63 \text{ г/см}^3$ , ( $1130^\circ\text{C}$  температурада). Уран ромб ( $\alpha$ ), тетраг. ( $\beta$ ) ёки кб. ( $\gamma$ );  $C_p^\circ=27,5$  ( $\alpha$ );  $S^\circ=50,3$  ( $\alpha$ );  $\Delta H^\circ=0(\alpha)$ ;  $\Delta G^\circ=0$  ( $\alpha$ );  $\rho=0,1^{2166}$ ;  $1^{2456}$ ;  $100^{3265}$ .

**Кимёвий хоссалари.** У юқори кимёвий фаоллиги билан ажралиб туради ва инерт газлардан ташқари барча кимёвий элементлар билан таъсирлашади. У кўплаб металллар билан интерметаллид бирикмаларни ҳосил қилади. Ҳавода одатдаги температурада жипс ҳолатидаги (компакт) уран секин оксидланиб, коррозияни секинлаштирадиган аммо тўхтатмайдиган қора оксид қавати билан қопланади.  $150^\circ\text{C}$  дан юқори температурада металл тезда оксидланади. Кислороднинг уранда эриши жуда оз миқдордадир. Фтор билан уран хона ҳароратида таъсирлашади, бошқа галогенлар билан эса қиздирилганда. Вг ва I билан фақатгина три- ва тетрагалогенидларни ҳосил қилади.  $\text{H}_2$  билан кукунсимон уран хона ҳароратида, компакт ҳолатидаги металл билан –  $250\text{-}300^\circ\text{C}$  температурада таъсирлашиб,  $\text{UH}_3$  таркибли гидридни ҳосил қилади.

Уран ёки унинг гидридини азот билан ёки аммиак билан реакцияси натижасида  $\text{UN}$ ,  $\text{U}_2\text{N}_3$  ва  $\text{UN}_2$  таркибли уран нитридлари ҳосил бўлади. Ураннинг учта бориди маълум:  $\text{UB}_2$ ,  $\text{UB}_4$  ва  $\text{UB}_{12}$ . Сув компакт ҳолатдаги U билан секин-аста таъсирлашади. Сув буғи уран билан кислородга нисбатан фаолроқ. Фторид кислотаси уранга кучсиз таъсир этади; суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  совуқда уран билан таъсирлашмайди;  $\text{HCl}$  кислотаси уранни яхши эритади.  $\text{HNO}_3$  нинг исталган концентрацияси билан уран секин-аста таъсирлашиб, уранилнитрат эритмасини ҳосил қилади; 85% концентрацияли фосфат кислота эритмаси уранни совуқда секин эритади, қиздирилганда тезда эритиб эритмани ҳосил қилади. Органик кислоталар (чумоли, сирка, пропион кислотаси) уран билан таъсирлашмайди. Ишқорларнинг сувли эритмалари уранга кучсиз таъсир этади. Водород пероксиди иштирокида уран натрий ишқорида эриб, эрийдиган натрий надуранатини ҳосил қилади.

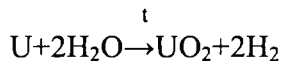
3.7-жадвал

### Ураннинг реакцияларининг хосса хусусияти

| Элемент       | Реакциянинг бориш шароити  | Маҳсулот  |
|---------------|--|---|
| $\text{F}_2$  | $20^\circ\text{C}$ жадал   | $\text{UF}_6$   |
| $\text{Cl}_2$ | $180^\circ\text{C}$ майдаланган ҳолатда<br>$500\text{-}600^\circ\text{C}$ компакт ҳолатида | $\text{UCl}_4$ , $\text{UCl}_5$ , $\text{UCl}_6$ аралашмаси |
| $\text{Br}_2$ | $650^\circ\text{C}$ секин  | $\text{UBr}_4$  |
| $\text{I}_2$  | $350^\circ\text{C}$ секин  | $\text{UI}_3$ , $\text{UI}_4$                               |
| S             | $250\text{-}300^\circ\text{C}$ секин<br>$500^\circ\text{C}$ ёниш билан                     | $\text{US}_2$ , $\text{U}_2\text{S}_3$                      |
| Se            | $250\text{-}300^\circ\text{C}$ секин<br>$500^\circ\text{C}$ ёниш билан                     | $\text{USe}_2$ , $\text{U}_2\text{Se}_3$                    |
| $\text{N}_2$  | $450\text{-}700^\circ\text{C}$ температурда<br>N $1300^\circ$ босим остида                 | $\text{UN}_{1,75}$<br>$\text{UN}_2$<br>UN                   |
| P             | $600\text{-}1000^\circ\text{C}$  | $\text{U}_3\text{P}_4$                                      |
| C             | $800\text{-}1200^\circ\text{C}$  | UC, $\text{UC}_2$   |

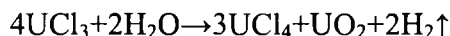
Кимёвий жиҳатдан уран жуда фаол. Майдаланган кукуни ҳавода ўзидан-ўзи алангланади, у  $150\text{-}175^\circ\text{C}$  температурада ёниб,  $\text{U}_3\text{O}_8$  ни ҳосил қилади. Уран металлининг бошқа металлмаслар билан реакциялари куйидаги жадвалда келтирилган.

Сув паст температурада секин-аста металлни емириши мумкин ва юқори температурада тезда, ҳамда майдаланган кукун ҳолатида ҳам:

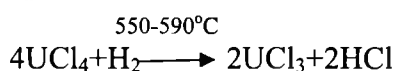


Оксидловчи бўлмаганлар кислоталарда уран эрийди,  $UO_2$  ёки  $U^{4+}$  тузларини (водород ажралиши билан боради) ҳосил қилади. Оксидловчи-кислоталар билан (нитрат, концентранган сульфат) уран тегишли уранил  $UO_2^{2+}$  тузлари ҳосил бўлади. Кучли силкитиш натижасида уран метали заррачалари нур тарата бошлайди.

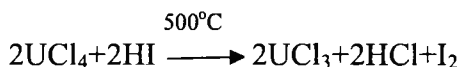
**Уран III бирикмалари.** Уран (+3) тузлари (энг кўп, галогенидлар) қайтарувчилардир. Ҳавода хона ҳароратида улар барқарордирлар, бироқ қиздириш натижасида маҳсулотлар аралашмасига қадар оксидланади. Хлор уларни  $UCl_4$  га қадар оксидлайди. Қизил рангли беқарор эритмаларни ҳосил қилади ва улар кучли қайтарувчилик хоссаларини намоён қилади:



Уран III галогенидлари уран (IV) галогенидларини водород билан қайтариб олинади:

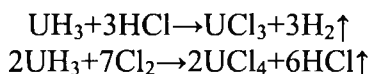


Ёки водород йодид билан:



Ҳамда водородгалогенидларнинг уран гидридига  $UH_3$  таъсири натижасида ҳам олиш мумкин.

Бундан ташқари, уран (III) гидрид  $UH_3$  ҳам мавжуддир. Уни уран кукунини водород билан  $225^\circ C$  бўлган температурада қиздириб олиш мумкин,  $350^\circ C$  юқори температурада у парчланади. Унинг реакцияларини кўп қисмини (масалан, сув буғи ва кислоталар билан реакцияси) формал жиҳатдан парчаланиш реакция натижасидаги уран металининг реакцияси деб қараш мумкин:

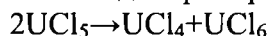


**Уран (IV) бирикмалари.** Уран (+4) яшил рангли сувда осон эрийдиган тузларни ҳосил қилади. Улар уран (+6) га қадар осонгина оксидланади.

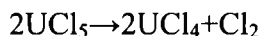
**Уран (V) бирикмалари.** Уран (+5) бирикмалари беқарор бўлиб ва улар осонгина сувли эритмада диспропорцияланади:



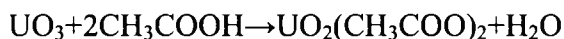
Уран (V) хлорид узок сақланганда қисман диспропорцияланади:



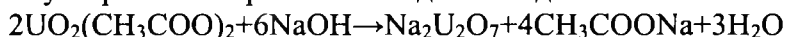
Қисман хлорни ажратади:



**Уран (VI) бирикмалари.** +6 оксидланиш даражасиги  $UO_3$  оксиди тўғри келади. Кислоталарда у эриб, уранил  $UO_2^{2+}$  катионининг бирикмаларини ҳосил қилади:



Асослар билан  $UO_3$  ( $CrO_3$ ,  $MoO_3$  ва  $WO_3$  лар билан аналог равишда) турли уранат-анионларни (биринчи ўринда, диуранат  $U_2O_7^{2-}$ ) ҳосил қилади. Бироқ охиригиси, ишқорларнинг уранил тузларига таъсири натижасида олинади:





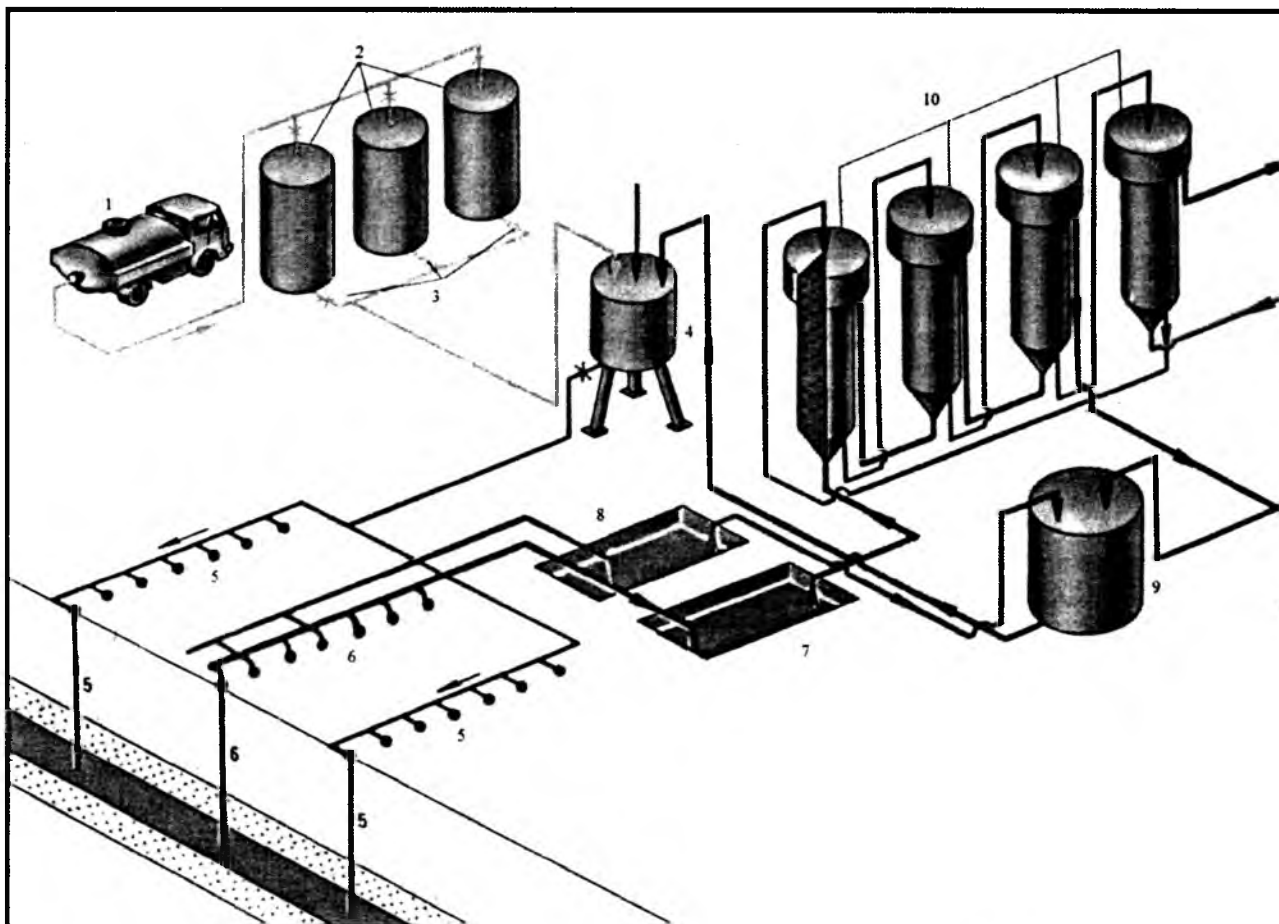
Кислороди бўлмаган уран (+6) бирикмаларидан, фақатгина гексахлорид  $UCl_6$  ва гексафторидлар  $UF_6$  маълумдир. Охирғиси уран изотопларини ажратишда муҳим ўрин эгаллайди. Уран (+6) бирикмалари ҳавода ва сувли эритмаларда барқарордирлар.

Уранил тузлари, уранилхлорид кабилар ёрқин ёруғлик таъсирида ёки органик моддалар иштирокида парчаланadi. Уран, бундан ташқари, уран органик бирикмаларни ҳосил қилади.

**Олиниши.** Уран рудалари анча камбағал ҳисобланади (0,05-0,5 %)  $U_3O_8$ . Бойитишнинг механик усуллари уранли рудаларни қайта ишлашда жуда чекланган қўлланилишга эгадирлар ва жуда кам ҳолатларда бой концентратлар олиш имконини беради. Асосан бойитишдан сўнг гидрометаллургик усуллари қўлланилади, бироқ кўйдириш жараёни ўз афзалликлари билан ажралиб туради. Рудали материални сульфат кислотаси ёки нитрат кислота эритмалари билан ёки бу икки кислота аралашмаси билан танлаб эритилади. Бундан ташқари, иккиламчи минераллар таркибли рудаларнинг индивидлигига кўра содали эритмалар билан эритилади. Рудаларни ва камбағал концентратларни қайта ишлашда эритмалар фақатгина 0,5-2,0 г/л U миқдорини ўз таркибларига бириктириб олиши мумкин. Бундай ҳолатда уранни ажратиш ва бойитиш учун ион алмашилиш смолаларида сорбциялаш ёки органик эритувчилар билан экстракция жараёни қўлланилади. Бой концентратларни қайта ишлашдан ёки концентрлаш натижасида олинган эритмалардан, аммоний диуронатлари, натрий ёки уранил гидрооксиди чўктирилади. Қуритилган ёки кўйдирилган қолдиқлар техник (ҳомаки) маҳсулотлар саналади ва тоза уран бирикмаларини ( $UF_4$ ,  $U_3O_8$  ёки  $UO_2$ ) олиш имконини беради.

Кўшимчалардан тозалаш учун, бошланғич техник маҳсулотлар, одатда,  $HNO_3$  да эритилади, тозалашнинг самарадор усули уранил нитратини органик эритувчилар (трибутилфосфат, метилизобутилкетон) билан экстракцияси ҳисобланади. Тозаланган нитрат кислотали эритмалардан уранил нитрат  $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  кристалланади ёки  $UO_4 \cdot 2H_2O$  пероксиди чўктирилади, уларни охишта кўйдириш натижасида кейинчалик  $UO_3$  ни олинади. Охирғиси водород билан  $UO_2$  га қадар қайтарилади ва уни қуруқ  $HF$  билан 430-600°C температурада таъсирлаштириб,  $UF_4$  тоза металини олиш учун асосий бошланғич моддага ўтказишади. Уранни энг кўп ҳолатда  $UF_4$  дан кальций ёки магний билан қайтариб олинади. Суюлтирилган слиткалар вакуумда қайта суюқлантирилади ва тайёр ҳолатдагисини куйиб, кейинчалик босим ёрдамида керакли буюмлар тайёрланади.

3.29-расмда уран олишнинг технологик тасвири келтирилган ва бунда уранли рудалар майдаланади, жараёнга  $H_2SO_4$  ва  $MnO_2$  қўшиб эритилади, сўнгра фильтрацияга йўналтирилади. Қолдиқлар – чикитга, эритма бўлса, ион алмашилиш смолаларга асосланган сорбцияга йўналтирилади, у ердан уран билан бойитилган смолани десорбцияга берилади. Қолдиқ смола сорбцияга қайтарилади, эритма эса  $NH_3$  ни қўшиб чўктирилади ва чиқиндилар сақлаш жойига йўналтирилади. Уранли аммоний қуритилади, кўйдирилади ва охириги маҳсулот  $U_3O_8$  олинади.



3.29-расм. Уран олиш технологиясининг умумий кўриниши

1) сульфат кислота тўлдирилган автоцистерна; 2) концентрланган сульфат кислотаси сақлагичлар; 3) ёпиладиган кран; 4) бериладиган ишқорлаш эритмасини тайёрлаш учун аралаштирма узели; 5) захирадаги қудуқ; 6) қайтарма қудуқ; 7) маҳсулотлар эритмалари учун тиндиргич 8) маточний сорбция учун тиндиргич; 9) буферли идиш; 10) маҳсулот эритмасини қайта ишлашга мўлжалланган технологик қурилма (сорбция–десорбция)

**Қотишмалари** – таркибида молибден, цирконий, алюминий, ниобий, хром, темир, кремний бўлган уран асосидаги қотишмалар бор. Уран қотишмалари соф уранга нисбатан (ядро реактори иш шароитида) мустахкам емирилишга юқори ва ўлчамларнинг ўзгармаслиги билан фарқ қилади, ядро реакторларидан уран қотишмаларидан иссиқлик ажратиш элементларининг ўзақлари тайёрланади.

Икки ва уч компонентли қотишмалари Mo, Zr, Al, Nb ва Cr лар билан энг кўп амалий аҳамиятга эгадир.

**Ишлатилиши.** Энг кўп қўлланиладиган уран  $^{235}\text{U}$  изотопи, чунки ундан ядровий занжир реакцияси ўз-ўзидан сақланади. Шунинг учун бу изотоп ядро реакторларида ёқилги сифатида ишлатилади. Табиий урандан  $\text{U}^{235}$  изотопини ажратиш – жуда қийин технологик муаммодир.

80% юклама билан ишлаб, йилига 7000 ГВт·ч ишлаб чиқарадиган, қуввати 1000 МВт бўлган реактор учун айрим қийматларни келтириб ўтсак. Бундай қувватдаги битта

реакторнинг бир йил ичида ишлаши 3,5 % U-235 мавжуд бўлган 20 тонна уранли ёқилғини талаб этади, бу ўз ўрнида тахминан 153 тонна табиий ураннынг бойитилишидан олинади.

$^{238}\text{U}$  изотопи юкори энергетик нейтронлар таъсирида бўлиниши мумкин.  $^{238}\text{U}$  ларнинг нейтронларни қабул қилиш билан  $\beta$ -емирилиши натижасида  $^{239}\text{Pu}$  га ўзгариши мумкин, у ҳам кейинчалик ядровий ёқилғи сифатида ишлатилади.

Торий емирилиш томонидан реакторларда сунъий олиндиған уран-233 (торий-232 нейтронларни олиб, торий-233га ўзгаради, қайсики парчаланиб протактинийга алмашади – 233 ва кейинчалик уран-233), келажакда атом электростанциялари учун кенг тарқалган ядровий ёқилғи бўлиши мумкин (ҳозирда ҳам бу нуклидни ёқилғи қилиб ишлатадиган реакторлар мавжуд, масалан, КАМИНИ, Ҳиндистонда).

Уран-233 ҳам газ фазали ядровий ракета двигателлари учун истиқболли ёқилғи ҳисобланади.

Геологияда ураннынг асосий қўлланилиш соҳаси бу – геологик жараёнлар кетма-кетлигини аниқлаш учун минерал ва тоғ жинслари ёшини аниқлашдир. Бу жараён билан геохронология шуғулланади. Шунингдек, амалий аҳамиятга эғалиги, модда манбалари ва уларни силжитиш тўғрисидаги вазифаларнинг ечилишидадир.

Бу масалаларни ечиш радиофаол емирилиш реакциялар билан амалга ошади:

$$^{206}\text{Pb}_r = ^{238}\text{U}_o (e^{\lambda_8 t} - 1)$$

$$^{207}\text{Pb}_r = ^{235}\text{U}_o (e^{\lambda_5 t} - 1)$$

$^{238}\text{U}_o$ ,  $^{235}\text{U}_o$  – уран изотопларининг концентрациялари;  $\lambda_8$ ,  $\lambda_5$ ; – емирилиш доимийлари тегишли равишда уран атомларини  $^{238}\text{U}$  ва  $^{235}\text{U}$  дир.

Уларнинг комбинацияси жуда муҳим ҳисобланади:

$$\frac{^{206}\text{Pb}_r}{^{207}\text{Pb}_r} = \frac{K_o^u (e^{\lambda_8 t} - 1)}{(e^{\lambda_5 t} - 1)} \quad K_o^u = \frac{^{238}\text{U}_o}{^{235}\text{U}_o} = 137,88$$

Тоғ жинслари турли концентрацияда уранни сақлаши муносабати билан, улар турлича радиофаолликка эғадирлар. Бу хусусият тоғ жинсларини геофизик усулда ажратиш жараёнида қўлланилади. Нисбатан кенг бу усул нефт геологиясида кудуқларни геофизик тадқиқ қилишда ишлатилади, бундай комплекс таркибига, шу жумладан,  $\gamma$  – каротаж ёки нейтронли гамма-каротаж, гамма-гамма-каротаж ва бошқалар қиради. Уларнинг ёрдамида коллекторлар ва флюидотаянчларни ажратиш амалга оширилади.

Оз миқдордаги уран қўшимчаси флуоросценц шишага чиройли сариқ-яшил ранг беради. Натрий уранати  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  ёзувда сариқ пигмент сифатида қўлланилади.

Уран бирикмалари фарфорга ва керамик глазур ва эмаллар учун ёзувда бўёк (ранглари: сариқ, кўнғир, яшил ва қора, оксидланиш даражасига боғлиқ равишда) сифатида ишлатилади. Ураннынг айрим бирикмалари ёруғликка нисбатан сезувчандирлар. Уран-235 ниобий ва цирконий карбиди билан аралашмада ядровий реактив двигателларида ёқилғи сифатида (ишчи ёқилғи – водород + гексан) ишлатилади.

Темир ва уран билан бирлашган котишмалари (уран-238) кучли магнитострикцион материал сифатида ишлатилади.

Ураннынг цинкуранил ацетат  $\text{Zn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8]$  тузи аналитик кимёда натрий катионлари учун сифат анализини амалга оширишда қўлланилади.

Табиий ураннынг таркибидан  $^{235}\text{U}$  ва  $^{234}\text{U}$  лар ажратилгандан сўнг, қолдиқ материал (уран-238) «бирлашган уран» номи билан аталади, чунки у 235 лик изотоп билан бирлашган. Айрим маълумотларга кўра, АҚШда 560 000 тонн атрофида бирлашган уран гексафториди

(UF<sub>6</sub>) сақланади. Бирлашган уран таркибидан <sup>234</sup>U ажратилиш ҳисобига, табиий уранга нисбатан икки марта камроқ радиофаолликка эга.

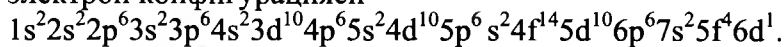
Уранинг асосий қўлланилиш соҳаси – энергия ишлаб чиқариш бўлса, бирлашган уран – кам самарадор, паст иқтисодий қийматга эга материал. Бирлашган урани ишлатиш унинг улкан зичлиги ва солиштирма таннархи пастлиги билан боғлиқ. Бирлашган уран радиацион ҳимоя учун ишлатилади (қанчалик ажабланарли бўлмасин), унинг ўта юқори ушлаш кесими ва учувчан аппаратларнинг рулли юзаларида – аэрокосмик қўлланилишда балласт масса сифатида қўлланилади. Самолётларнинг биринчи вакилларида бу мақсадлар учун «Боинг-747» да 300 дан 500 кггача бирлашган уран сақланган (1981 йилдан бошлаб “Боинг”да вольфрам ишлатила бошланди). Яна бу материал гираскопларнинг юқори тезликдаги роторларида, катта маховикларда, балласт сифатида космик учуриладиган аппаратларда ва пойга яхталарда, формула-1 болидларида, нефт кудуқларини қазишда ишлатилади.

Бирлашган уранинг энг маълум қўлланилиши – бу зирҳли снарядлар учун “юракча” сифатида. Катта зичлиги (пўлатдан уч марта оғир) зичлигининг юқори бўлиши тобланган уранли ғулачани олиш имконини беради, бу эса зирҳларни тешишда жуда эффектив восита бўлиб, анча қимматроқ ва оғирроқ бўлган эффекти бўйича аналог вольфрамдан яхшироқ. Оғир уранли снаряднинг қинларини аэродинамик барқарорлигини таъминлаб, массаларни тақсимлашда қўлланилади.

**Физиологик таъсири.** Уран микро микдорларда ( $10^{-5}$ - $10^{-8}$  %) ўсимлик, ҳайвон ва инсон танасида учрайди. Унинг энг юқори даражаси замбуруғ ва сув ўтларида тўпланади. Уран бирикмалари ошқозон-ичак трактида (1% атрофида), ўпкада 50 % сўрилади. Организмда тўпланадиган тана аъзолари: шиллиқ парда, буйрак, скелет, жигар, ўпка бронхо-ўпка лимфатик тугунлар. Инсон ва ҳайвонлар органлари ва танасидаги микдори  $10^{-7}$  граммдан юқори бўлмайди.

Уран ва унинг бирикмалари захарли. Уран ва унинг бирикмаларининг аэрозоллари жуда хавфли ҳисобланади. Уран бирикмаларининг сувда эрийдиган аэрозоллари учун ҳаводаги РЭК 0,015 мг/м<sup>3</sup>, эрмайдиган формалари учун РЭК 0,075 мг/м<sup>3</sup>. Уран организмга тушганда барча ҳужайралар учун захарли ҳисобланади, барча тана аъзоларига таъсир этади. Уран деярли қайтмас шаклда кўплаб оғир металллар каби оксиллар билан, биринчи ўринда аминокислоталарнинг сульфидли гуруҳлари билан боғланади ва уларнинг функциясини ишдан чиқаради.

**93. НЕПТУНИЙ** (Нептун планетаси номидан; лот. Neptunium) Np – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ сунъий радиофаол элементи, тартиб рақами 93, актиноидларга тегишли. Барқарор изотопларга эга эмас. 15 та сунъий изотоплари масса сонлари билан маълумдир: 227-241. Элементнинг электрон конфигурацияси



Биринчи бўлиб нептунийни америкалик олимлар Э.Макмиллан ва Ф. Эйблсон 1940 йилда кашф этган.

**Физикавий хоссалари.** Нептуний – мўрт кумушсимон оқ рангли металл. Учта полиморф модификациялари маълум: 280°C температурадан пастда α- тузилиши орторомбик панжарали кўриниши барқарордир; 280-576°C температура оралиғида β-формаси тетрагональ панжарали кўриниши барқарордир; 576°C юқори температурада



Эдвин Матти-сон Макмиллан (1907-1991)

кубсимон ёнлари марказлашган панжарали модификацияси барқарордир.  $t_{\text{суюқ}}=673^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кайн.}}=4087^{\circ}\text{C}$ ; рентгенли зичлиги  $20,45 \text{ г/см}^3$ . ромб, ( $\alpha$ ), тетраг. ( $\beta$ ) ёки куб. ( $\gamma$ );  $\rho = 20,45^{25} (\alpha)$ ;  $19,36^{313} (\beta)$ ;  $S^{\circ} = 50,6 (\alpha)$ ;  $\Delta H^{\circ} = 0 (\alpha)$ ;  $\Delta G^{\circ} = 0 (\alpha)$ .

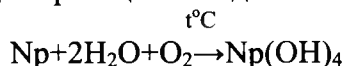
**Кимёвий хоссалари.** Нептуний анча реакцион қобилиятли, суюлтирилган HCl да эриб,  $\text{Np}^{3+}$  ионли бирикмани қайтарувчилар иштирокида ёки  $\text{Np}^{4+}$  ни ҳаво иштирокида ҳосил қилади. Нептунийни  $\text{H}_2$  атмосферасида қиздирганда ўзгарувчан таркибли гидридлар  $\text{NpH}_{2+x}$  ( $x = 0-0,7$ ) ҳосил бўлади, ҳамда қора кристаллар металл ярқирашига эга бўлган  $\text{NpH}_3$  таркибли гидрид пайдо бўлади.

Элементар нептуний – қовушқоқ, нисбатан юмшоқ металл. Бу энг оғир металлдан бири: зичлигига кўра фақатгина осмий, иридий, платина ва ренийдан кейинги ўринда туради.

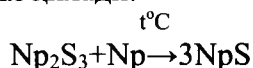
Курук ҳаво билан секин таъсирлашади, юзаси юпқа оксид қавати билан қопланади. Юқори температурада ҳавода у тезда  $\text{NpO}_2$  га қадар оксидланади.

Бирикмаларда +2 дан +7 гача оксидланиш даражасини намоён қилади. Эритмаларда нептуний  $\text{Np}^{3+}$ ,  $\text{Np}^{4+}$ ,  $\text{NpO}_2^+$ ,  $\text{NpO}_2^{2+}$  ва  $\text{NpO}_5^{3-}$  ионларни ҳосил қилади.

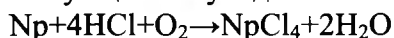
Нептуний ионлари гидролиз ва комплекс ҳосил қилишга мойилдирлар. Нептунийнинг сув ва кислород билан реакцияси натижасида нептуний (IV) гидроксиди ҳосил бўлади. Қайноқ сув ва кислород билан қуйидаги реакция кечади:



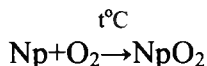
Нептуний (III) сульфиди  $1600^{\circ}\text{C}$  температура атрофида нептуний билан реакцияга киришиб нептуний (II) сульфидини ҳосил қилади:



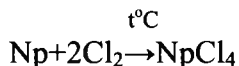
Нептунийнинг суюлтирилган хлорид кислота эритмаси ва кислород билан реакцияси натижасида нептуний (IV) хлориди ва сув ҳосил бўлади:



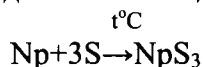
Нептунийнинг кислород билан реакцияси натижасида нептуний (IV) оксиди ҳосил бўлади:



Нептунийнинг  $400^{\circ}\text{C}$  температура атрофида хлор билан реакцияси натижасида нептуний (IV) хлориди ҳосил бўлади:



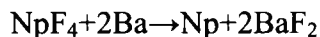
Нептунийнинг олтингугурт билан реакцияси натижасида нептуний (VI) сульфиди ҳосил бўлади. Реакция  $400^{\circ}\text{C}$  температурада амалга ошади:



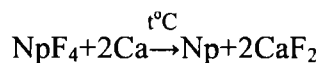
Нептунийнинг калий бромати ва суюлтирилган нитрат кислота эритмаси билан реакцияси натижасида нептуний (VI) динитрат-диоксиди ҳамда калий бромиди ва сув ҳосил бўлади:



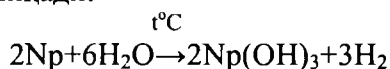
Нептуний (IV) фториди ва барийнинг реакцияси натижасида нептуний ва барий фторид ҳосил бўлади:



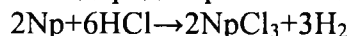
Нептуний (IV) фториди  $975^{\circ}\text{C}$  температура атрофида кальций билан реакцияга киришиб нептуний ва кальций фторидини ҳосил қилади:



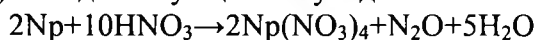
Нептуний ва кайнок сув орасидаги реакция натижасида нептуний (III) гидроксиди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



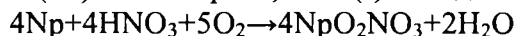
Нептуний ва суюлтирилган хлорид кислота эритмаси орасидаги реакция натижасида нептуний (III) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



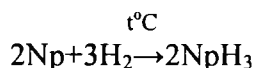
Нептуний ва суюлтирилган нитрат кислота эритмаси орасидаги реакция натижасида нептуний (IV) нитрати, азот(I) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



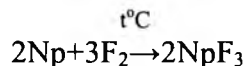
Нептунийнинг суюлтирилган нитрат кислота эритмаси ҳамда кислород билан реакцияси натижасида нептуний (IV) оксинитрати, азот (I) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



Нептунийнинг 50°C дан юқори температурада водород билан реакцияси натижасида нептуний (III) гидриди ва қўшимча маҳсулот сифатида нептуний (II) гидриди  $\text{NpH}_2$  ҳосил бўлади:



Нептунийнинг 200°C температура атрофида фтор билан таъсирлашуви натижасида нептуний (III) фториди ҳосил бўлади:

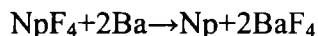


**Минераллари ва бирикмалари.** Табиатда жуда оз миқдорда уранли рудалар таркибида учрайди. Уран ядросидан нейтронлар билан космик нурланишда ҳосил бўлади ва  $^{238}\text{U}$  ядросининг спонтан емирилишидаги нейтронлар таъсири натижасида пайдо бўлади.

Бирикмаларида +2 дан +7 гача оксидланиш даражасини намоён қилади. Нептуний эритмада  $\text{Np}^{+3}$ ,  $\text{Np}^{4+}$ ,  $\text{NpO}_2^{2+}$  ва  $\text{NpO}_5^{3-}$  ионларини ҳосил қилади.

$\text{NpO}_2$ ,  $\text{Np}(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NpF}_3$ ,  $\text{NpCl}_3$ ,  $\text{NpBr}_3$ ,  $\text{NpI}_3$ ,  $\text{NpB}_2$  ва бошқа бирикмалари маълум.

**Олиниши.** Нептуний фторидини барий буғлари билан 1327 °C температура атрофида қайтариб олинади:



$\text{Np}$  изотоплари уран ядросининг ядро реакторларида узок муддатли бўлиниши натижасида ва плутонийнинг олинишида қўшимча маҳсулот сифатида ҳосил бўлади.  $^{237}\text{Np}$  изотопи  $\text{Pu}$  нинг ҳосил бўлишидан ~0,3% миқдоридagina ёки  $10^{-6}$  -  $10^{-4}$  % ураннинг таркибида массаси бўйича ҳосил бўлади.  $\text{Np}$  нинг асосий хомашё манбаси ядро реакторларида нурлантирилган  $\text{U}$  ни қайта ишлашда ҳосил бўладиган плутонийли саноатнинг юқори радиактив қолдиқлари ҳисобланади.  $\text{Np}$  юқори изотопли тозаликдагисини  $^{241}\text{Am}$  препаратларидан  $\alpha$ -емирилиш маҳсулоти сифатида ажратиб олинади. Кам яшайдиган изотопи  $^{239}\text{Np}$  ( $T_{1/2}$  56,5 с) –  $\text{Pu}$  саноатининг оралик маҳсулоти ҳамда  $\text{Am}$  бўлинишининг ҳосила маҳсулотидир. Енгил (нейтронодефицит) изотоплари  $\text{Np}$  одатда, уран изотопларини ядро реакцияларда турли энергияли дейтронлар билан нурлантиришдан олинади.  $\text{Np}$  изотопларини чўктириш, ион алмашилиш, экстракция ва экстракцион-хроматографик усулларда олинади.

**Ишлатилиши.** Нептуний асосан тадқиқотлар йўналишида ишлатилади.  $^{237}\text{Np}$  изотопи  $^{238}\text{Pu}$  изотопини олишда, шунингдек, у космик тадқиқотларда ва микроэнергетикада ишлатилади.

**94. ПЛУТОНИЙ** (Плутон планетаси номидан; лот. Plutonium) Pu – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ сунъий радиофаол элементи, тартиб рақами 94, атом массаси 244,0642; актанонидларга тегишли. Барқарор изотопларга эга эмас. 15 та изотопи масса сонлари билан маълум 232-246. Энг узоқ яшайдиган изотоплари –  $^{244}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 8,26 \cdot 10^7$  йил),  $^{242}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 3,76 \cdot 10^5$  йил),  $^{239}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 2,41 \cdot 10^4$  йил) ва  $^{238}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 87,74$  йил)  $\alpha$ -нурланишлар.

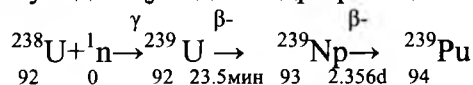
Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^6 6d^1$ . Плутонийни биринчи бўлиб олиш ва идентификация қилиш 1940 йилда америкалик олимлар Г.Сиборг, Э.Макмиллан, Ж.Кеннеди ва А.Валь томонидан амалга оширилди.

**Физикавий хоссалари.** Pu – мўрт кумушсимон металл.  $t_{\text{суюк.}} = 639,7^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн.}} = 3235^\circ\text{C}$ ;  $310^\circ\text{C}$  температурада  $480^\circ\text{C}$  температурагача қиздирилганда сиқилади: Монк. ( $\alpha$  ёки  $\beta$ ), ромб, ( $\gamma$ ), кб. ( $\delta$  ёки  $\epsilon$ ), тетраг. ( $\delta'$ );  $\rho = 19,82^{25}$  ( $\alpha$ );  $17,77^{150}$  ( $\beta$ );  $17,19^{210}$  ( $\gamma$ );  $15,92^{320}$  ( $\delta$ );  $15,99^{465}$  ( $\delta'$ );  $16,48^{500}$  ( $\epsilon$ );  $C_p = 32,0$  ( $\alpha$ );  $S^\circ = 51,5$  ( $\alpha$ );  $\Delta H^\circ = 0(\alpha)$ ;  $\Delta G^\circ = 0$  ( $\alpha$ );  $p = 0,01^{1463}$ ;  $0,1^{1704}$ ;  $1^{1955}$ ;  $10^{2278}$ ;  $100^{2710}$ .

**Табиатда тарқалиши.** Табиатда Pu жуда оз миқдорда уранли рудаларда ( $^{239}\text{Pu}$ ) учрайди, у урандан нейтронлар таъсирида ҳосил бўлади, уларнинг манбаси сифатида ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) реакциялар ҳисобланади,  $\alpha$  заррачаларнинг енгил элементлар билан таъсири билан амалга ошадиган (руда таркибига кирадиган) таъсирлашуви, уран ядросининг спонтан бўлиниш ва космик нурланиш натижасида ҳосил бўлади.

Оз миқдорларда плутонийнинг икки изотопи ( $^{239}\text{Pu}$  ва  $^{244}\text{Pu}$ ) табиатда топилган.

Уранли рудалар нейтронларни олиши билан уран-238 ядросидан уран-239 ҳосил бўлади, у бета емирилишга учраб непуний-239 га ўтади. Кейинги бета  $\beta$  емирилиш натижасида плутоний-239 ҳосил бўлади. Қуйидаги ядро реакцияси амалга ошади:



Эдвин Макмиллан (1907-1991)



Гленн Теодор Сиборг (1912-1999)



Артур Валь (1917-2006)

Шу реакция асосида плутоний-239 саноат масштабларида синтез қилинади. Бироқ табиатда плутоний микроскопик миқдорларда ҳосил бўлади (энг катта нисбат  $^{239}\text{Pu}/^{238}\text{U}$   $15 \cdot 10^{-12}$  ни ташкил этади) ва бу билан унинг уранли рудалар таркибидан ажратиш тўғрисида сўз ҳам бўлиши мумкин эмас. Ўртача миқдори  $^{239}\text{Pu}$  тахминан 400 марта кам, радийга нисбатан. Шундай қилиб, плутоний 239 – триллион улушлари – уранли рудаларда табиатдаги ядро реакторларда Окло, Габонда топилган. 2013 йилда маъданларни қайта ишлаш

режалаштирилган Cigar Lake шахтасидаги уран плутоний нисбати  $2,4 \cdot 10^{-12}$  дан  $44 \cdot 10^{-12}$  гача тўғри келади.

1991 йилда кашф этилган, жуда кам учрайдиган уран 238 ни кўш-β парчаланиш маҳсулоти плутоний – 238 жуда кам миқдорда уран маъданларида учраши мумкин.

Шундай қилиб, ер қобиғида 4 та табиий плутонийнинг:  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  ва  $^{244}\text{Pu}$  изотоплари мавжуд, улардан биринчи учтаси – радиоген, тўртинчиси эса- примордиальдир. Бироқ экспериментал равишда табиатда  $^{239}\text{Pu}$  ва  $^{244}\text{Pu}$  кузатилган.

Биринчи марта табиий плутоний 1948 йилда смоласимон уран маъданларидан Г.Т.Сиберг ва М.Перлман томонидан ажратиб олинган, унинг ярим емирилиш даври анчагина кам.

**Кимёвий хоссалари.** Компакт Pu ҳавода секин оксидланади, кукун ва каламчалари пирофордир; сув билан секин таъсирлашади, HCl, HClO<sub>4</sub>, HBr ва H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> эрийди, конц. HNO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH ва H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ларда пассивлашади; ишқорлар эритмасида сезиларли даражада эримади. 50-300°C температурада H<sub>2</sub> билан таъсирлашиб, PuH<sub>2+x</sub> (x = 0-0,7) таркибли гидридни ҳосил қилади. H<sub>2</sub>нинг мўл миқдориди тригидрид PuH<sub>3</sub> ҳосил бўлади. 400°C температурадан юқори температурада вакуумда мададисперс плутонийни ҳосил қилиб бўлинади; ҳавода тезда 150°C температурада оксидланади, сульфат ва хлорид кислоталари таъсирида парчаланади.

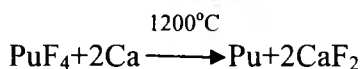
Pu нинг +7оксидланиш даражасини биринчи бўлиб 1967 йилда Н.Н.Крот ва А.Д. Гельман PuO<sub>2</sub><sup>2+</sup> ни озон билан ишқорий муҳитда оксидлаб олган.

Плутоний кимёвий фаол металл ҳисобланади. 1967 йилда собиқ Совет давлати олимлари, нептуний ва плутонийнинг юқори оксидланиш даражалари 6 ва 7 эканлигини аниқлашди. Бунинг учун олимлар PuO<sub>2</sub><sup>2+</sup> ни ишқорий муҳитда озонлашга тўғри келди. Плутоний сувли эритмаларда тўртта оксидланиш даражасини намоён қилади ва ягона энг кам учрайдигани:

- Pu<sup>III</sup>, Pu<sup>3+</sup> сифатида (ёркин-бинафша);
- Pu<sup>IV</sup>, Pu<sup>4+</sup> сифатида (шоколад ранг);
- Pu<sup>V</sup>, PuO<sub>2</sub><sup>+</sup> сифатида (ёркин);
- Pu<sup>VI</sup>, PuO<sub>2</sub><sup>2+</sup> сифатида (ёркин- тўқ сарик);
- Pu<sup>VII</sup>, PuO<sub>5</sub><sup>3-</sup> сифатида (яшил) – ҳамда етти валентли ионлари мавжуд.

Сувли эритмаларининг ранги унинг оксидланиш даражасига ва кислота тузларига боғлиқ. Уларда плутоний бир вақтнинг ўзида бир нечта оксидланиш даражасида бўлиши мумкин, бу эса унинг редокс-потенциаллари яқинлиги билан изоҳланади, яна ўз навбатида 5f-электронларнинг бўлиши, қайсики уларнинг электрон орбиталда локаллашган ва делокаллашган зонада жойлашганлиги билан изоҳланади. рН=5-8 бўлганда тўрт валентли плутоний доминантлик қилади, у нисбатан барқарор бошқа валентликларга караганда кўпроқ бўлади.

Плутоний метали унинг тетрофторидини 1200°C температурада барий, кальций ёки литий билан таъсирлашуви натижасида олинади:



У кислоталар, кислород ва уларнинг буғлари билан таъсирлашади, бироқ фақатгина ишқорлар билан (эритмаларда қайсики сезиларли эримади, бошқа кўплаб актиноидлар каби) таъсирлашмайди.

Водород хлоридда, водород йодидда, водород бромидда, 72% ли хлорид кислотасида, 85% ли ортофосфат кислотасида, концентранган ССl<sub>3</sub>COOH, сульфамин кислотасида ва қайнаётган нитрат кислотасида тезда эрийди. Плутоний концентранган сульфат ва сирка



кислоталарида инертдир, уларнинг эритмаларида секин-аста эрийди, яъни таъсирлашиб тегишли тузларни ҳосил қилади. 135°C температурада металл ўзидан-ўзи алангаланади ва кислород билан реакцияси ҳисобига, агарда тетрахлоорметан атмосферага жойлаштирилса портлайди.

Нам кислородда металл тезда оксидланади, оксидлар ва гидридларни ҳосил қилади. Плутоний метали кўплаб газлар билан юқори температурада таъсирлашади. Агарда металл узоқ вақт давомида оз миқдордаги нам ҳаво таъсирига учратилса, кислород етишмовчилиги жараёнида унинг юзасида плутоний диоксида ҳосил бўлади. Бундан ташқари, унинг дигидриди ҳосил бўлиши мумкин. Плутоний ионлари барча оксидланиш даражасида гидролизга ва комплекс ҳосил қилишга мойил. Комплекс ҳосил қилиш қобиляти ушбу қатор бўйлаб кучайиб боради  $\text{Pu}^{5+} < \text{Pu}^{6+} < \text{Pu}^{3+} < \text{Pu}^{4+}$ .

Хона ҳароратида плутонийнинг тоза кесилган бўлаги кумушсимон рангга эга, у кейинчалик қулрангача хиралашади. Металл юзасининг пассивлашиши ҳисобига, у пирофор бўлиб қолади, яъни ўзидан-ўзи алангаланиш хусусиятига, шу сабабли плутоний метали, қоидага кўра, аргоннинг ёки азотнинг инерт атмосферасида қайта ишланади. Суюқланган металл кислород билан реакциясини олдини олиш мақсадида вакуумда ёки инерт газ атмосферасида сақланиши керак.

Плутоний 25-50°C ҳароратда водород билан таъсирлашиб, плутоний гидридини ҳосил қилади. Бундан ташқари, у кислород билан осон таъсирлашади, монооксид ва плутоний тўрт оксидини ҳамда ўзгарувчан таркибли оксидларини ҳосил қилади (бертоллидлар). Плутоний оксидлари ҳажмини бошланғич ҳажмига кўра 40% кенгайтиради. Плутоний метали галогенлар ва водород галогенидлар билан фаол таъсирлашади ва ҳосил қилган бирикмаларида, одатда, +3 оксидланиш даражасини намоён қилади, бироқ  $\text{PuF}_4$  ва  $\text{PuCl}_4$  таркибли галогенидлари ҳам маълум. Углерод билан реакциясида унинг карбидини ( $\text{PuC}$ ), азот билан нитридни (900°C температурада), кремний билан силицидни ( $\text{PuSi}_2$ ) ҳосил қилади. Карбид, нитрид, диоксиди 2000°C дан юқори суюқланиш температурасига эга ва шу сабабли ядровий ёкилғи сифатида қўлланилади.

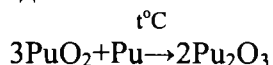
Плутонийни сақлаш учун қўлланиладиган тигеллар, унинг кучли оксидловчи-қайтарувчилик хоссаларини сақлай билиши керак. Қийин эрийдиган металллар, тантал ва вольфрам кабилар, нисбатан барқарор оксидлар билан, боридлар, карбидлар, нитридлар ва силицидлар билан бир қаторда ҳам плутонийнинг хоссаларини сақлаши мумкин. Электр ёйли печда суюқлантириш тигеллар ишлатмасдан оз миқдордаги металл учун қўлланилиши мумкин.

Тўрт валентли церий плутоний (IV) га кимёвий симулянт сифатида қўлланилиши мумкин.

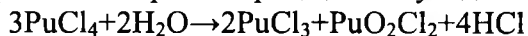
**Электрон тузилиши:** 5f-электронлар. Плутоний 5f-электронлари локаллашган ва делоккаллашган ораликда жойлашган элементдир, шу сабабли у ўрганиш учун комплекс ва жуда қийин элементлардан саналади.

Плутонийнинг аномал ҳолати унинг электрон тузилиши билан асосланади. 6d ва 5f-электронлар орасидаги энергетик фарқ жуда кичик. 5f-қобик ўлчами ўзлари орасида атом панжарасини ҳосил қилишга етади, бу ҳолат локаллашган ва ўзаро бириккан электронлар чегарасида пайдо бўлади. Электрон поғоналарнинг яқинлиги деярли бир хилдаги энергияга эга бўлган паст энергетик электрон конфигурацияни ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Бу эса ўз навбатида 5f 7s<sup>2</sup> ва 5f<sup>-1</sup> 7s<sup>2</sup>6d<sup>1</sup> электрон қобикларнинг пайдо бўлишига сабабдир, унинг кимёвий хоссаларининг мураккаблиги шунга асосланади. 5f-электронлар ковалент боғларни ва комплекс бирикмаларни яратишда иштирок этади.

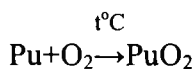
Плутоний (IV) оксиди 1500°C температура атрофида плутоний билан реакцияси натигасида плутоний (III) оксиди ҳосил бўлади:



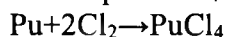
Плутоний (IV) хлориди ва сув орасидаги реакция натигасида плутоний (III) хлориди, плутоний (VI) диоксид-дихлорид ва водород хлорид ҳосил бўлади:



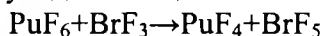
Плутоний ва кислород орасидаги реакция натигасида плутоний (IV) оксиди ҳосил бўлади. Плутонийнинг ҳавода ёниши:



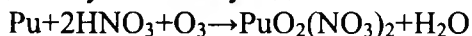
Плутоний ва хлор орасидаги реакция натигасида плутоний (IV) хлориди ҳосил бўлади. Реакция водород хлоридининг концентранланган эритмасида амалга ошади:



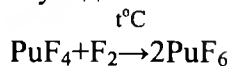
Плутоний (VI) фториди ва бром (III) фториди орасидаги реакцияда плутоний (IV) фториди ва бром (V) фториди ҳосил бўлади. Реакция хона температурасида амалга ошади:



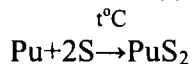
Плутоний суюлтирилган нитрат кислота эритмаси ва озон билан реакцияси натигасида плутоний (VI) динитрат-диоксиди ва сув ҳосил бўлади:



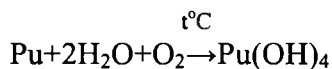
Плутоний (IV) фториди 700°C температура атрофида фтор билан реакцияси натигасида плутоний (VI) фториди ҳосил бўлади:



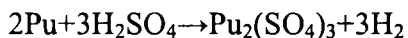
Плутоний ва олтингугурт таъсирлашуви натигасида плутоний (IV) сульфиди ҳосил бўлади. Реакция 400-600°C температурада амалга ошади:



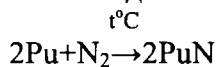
Плутоний қайноқ сув ва кислород орасидаги реакция натигасида плутоний (IV) гидроксиди ҳосил бўлади:



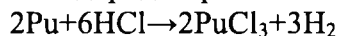
Плутоний суюлтирилган сульфат кислота эритмаси билан реакцияси натигасида плутоний (III) сульфати ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади. Реакция секин-аста амалга ошади:



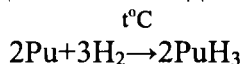
Плутоний ва азот орасидаги реакция натигасида плутоний (III) нитриди ҳосил бўлади. Реакция 1000°C температура атрофида амалга ошади:

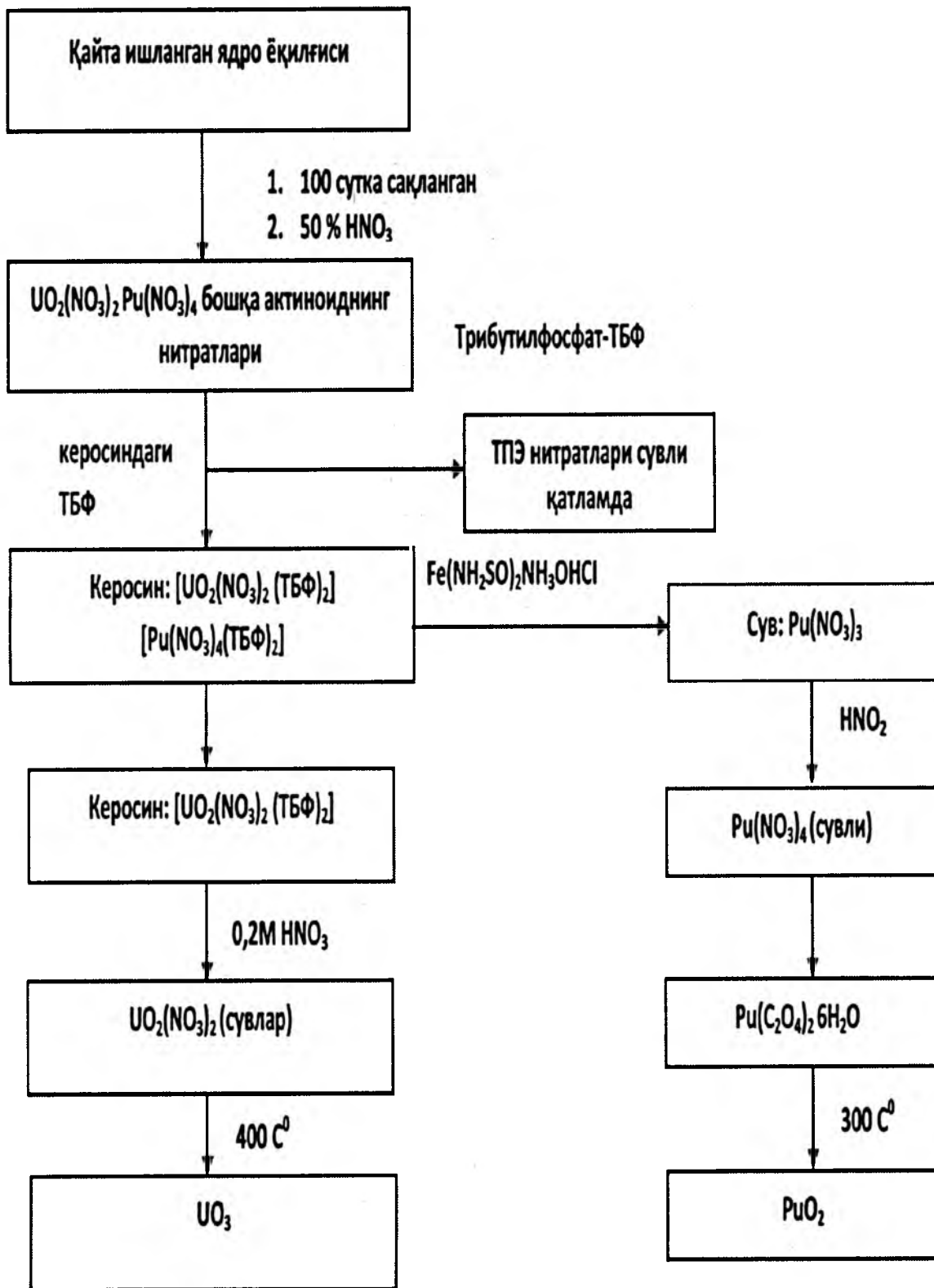


Плутоний ва суюлтирилган хлорид кислота эритмаси орасидаги реакция натигасида плутоний (IV) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



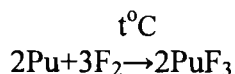
Плутоний ва водород орасидаги реакция натигасида плутоний (III) гидриди ҳосил бўлади. Реакция 150-200°C температурада амалга ошади:



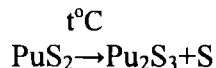


3.30-расм. Плутоний ва урани ажратиб олишда экстракция усуллари

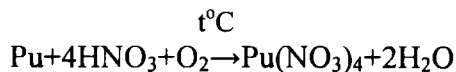
Плутоний ва фтор орасидаги реакция натижасида плутоний (III) фториди ҳосил бўлади. Реакция 150°C температура атрафида амалга ошади:



Плутоний (IV) сульфиди парчаланганда плутоний (III) сульфидни ва олтингургуртни ҳосил қилади. Реакция 1200°C температурада амалга ошади:



Плутоний суюлтирилган, қайноқ нитрат кислота эритмаси ва кислород орасидаги реакция натижасида плутоний (IV) нитрати ва сув ҳосил бўлади. Реакция секин амалга ошади:



**Олиниши.** Амалий жиҳатдан муҳимроқ аҳамиятга эга бўлган  $^{239}\text{Pu}$  изотопини ядро реакторларида табиий ёки бойитилган U ни узоқ вақт давомида нейтронлар билан нурлантириш натижасида олинади.  $^{239}\text{Pu}$  нейтронларни қабул қилиб олганда анча оғир бўлган изотоплари масса сонлари билан ҳосил бўлади 240-242. Бир вақтнинг ўзида ядро реакция натижасида  $^{238}\text{Pu}$  ҳосил бўлади.

Одатда  $^{239}\text{Pu}$  аралашма таркибида 90-95% ни, Pu- 1-7% ни ташкил этади, бошқа изотопларнинг миқдори ўн улушдан ошмайди. Узоқ яшайдиган изотоплар  $^{242}\text{Pu}$  ва  $^{244}\text{Pu}$  ни  $^{239}\text{Pu}$  ядросини узоқ вақт нейтронлар билан нурлантириб олинади.  $^{242}\text{Pu}$  нинг чиқиши бир неча ўн фоизларни ташкил этади,  $^{244}\text{Pu}$  –  $^{242}\text{Pu}$  миқдорининг маълум бир улуш фоизларида. Тоза  $^{238}\text{Pu}$  изотопининг аҳамиятли миқдори  $^{237}\text{Np}$  ядросини нейтронлар билан нурлантиришда ҳосил бўлади. Енгил изотоплари Pu масса сонлари 232-237 бўлганини одатда циклотронда U ядросини  $\alpha$ -заррачалар билан нурлантириб олинади. Pu изотопларини ажратиш ва тозалаш энг кўп ҳолатда экстракцион ва сорбцион усуллар билан амалга оширилади. Саноат миқёсида  $^{239}\text{Pu}$  ишлаб чиқариш учун трибутилфосфат билан енгил эритувчида экстракция қилишга асосланган пьюрекс-жараён ишлатилади.

Биринчи циклда плутоний ва уранларни бўлиниш маҳсулотларидан биргаликда тозалаш амалга оширилади, сўнгра уларни ажратиш. Иккинчи ва учинчи циклда Pu ни кейинги тозалаш ва концентрлашга учратилади. Pu метали  $\text{PuF}_4$  ёки  $\text{PuCl}_3$  ни кальций ёки магний билан қайтариб олинади.

20 га яқин плутоний изотоплари маълумдир, уларнинг барчаси радиофаолдир. Улар орасида энг узоқ яшайдиган плутоний-244 ҳисобланади, ярим емирилиш даври 80,8 млн йил, плутоний-242 нисбатан кичикроқ ярим емирилиш даврига эга - 372 300 йил, плутоний-239-24 110 йил.

Қолган барча изотоплар емирилиши 7 минг йилдан кам бўлган ярим емирилиш даврига эга. Бу элемент 8 мета барқарор ҳолатга эга, бу изомерларнинг ярим емирилиш даври 1 сек.дан ошмайди.

Маълум элемент изотопларининг масса сонлари 228 дан 247 гача ораликда тебранади. Уларнинг барчаси бир ёки бир нечта радиофаол емирилишни ўтказида:

– электронни олиб, (ва етарлича энергияда, позитронли бета-емирилиш) нептуний изотопини ҳосил қилиш;

– бета-минус-емирилиш америций изотоплари ҳосил бўлади;

– альфа-емирилиш уран изотоплари ҳосил бўлади;

– спонтан бўлиниш кенг спектрдаги даврий жадвалнинг ўрта қисмидаги дочер элемент изотопларнинг ҳосил бўлиши, уларнинг кўплари  $\beta^-$  фаолдирлар.

Плутоний ядросининг нисбатан енгил изотоплари (228 дан 231гача) емирилишининг асосий канали альфа-емирилишдир, бундан ташқари улар учун электрон қабул қилиш канали ҳам очикдир. Плутонийнинг енгил изотопларининг емирилиш канали (232 дан 235 гача) сифатида электрон қабул қилиш қилади, у билан альфа-емирилиш беллашади. Масса сонлари 236 ва 244 (237, 241 ва 243 лардан ташқари) бўлган изотопларнинг радиофаол емирилиш канали сифатида альфа-емирилиши ва (эҳтимоллик кам бўлган) спонтан бўлиниш ҳисобланади. Масса сонлари 244 дан юқори бўлган плутоний изотоплари учун (ҳамда  $^{243}\text{Pu}$  ва  $^{241}\text{Pu}$ ) асосий емирилиш канали сифатида бета-минус-емирилиш ҳисобланиб, америций (95 та протон) ядроси ҳосил бўлади. Плутоний-241 нептунийнинг “ўлик” радиофаол қатори емирилиши ҳисобланади.

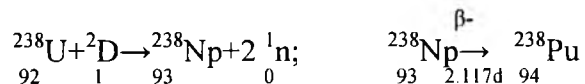
Бета-барқарор сифатида (яъни фақатгина масса сонларининг ўзгариши билан емирилишни ўтказадиган) масса сонлари 236, 238, 239, 240, 242, 244 лари саналади.

**Плутоний синтези.** Плутоний саноат миқёсида икки усул билан олинади:

- 1) ядро реакторларидаги урани нурлантириб;
- 2) реакторлар ичида бўладиган трансуран элементларни қайта ишланган ёқилғидан ажратилган ҳолда нурлантириб.

Нурлантиришдан сўнг ҳар иккала ҳолатда ҳам плутонийни урандан, трансуран элементларини ва бўлиниш маҳсулотларини ажратишнинг кимёвий усуллари қўлланилади.

**Плутоний-238.** Тажриба шароитида радиоизотопли энергия генераторларида ишлатиладиган, уран-238 да амалга ошадиган алмашиниш (d, 2n)-реакциясида синтез қилиниши мумкин:

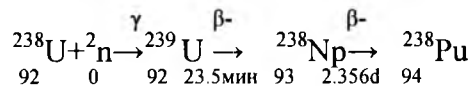


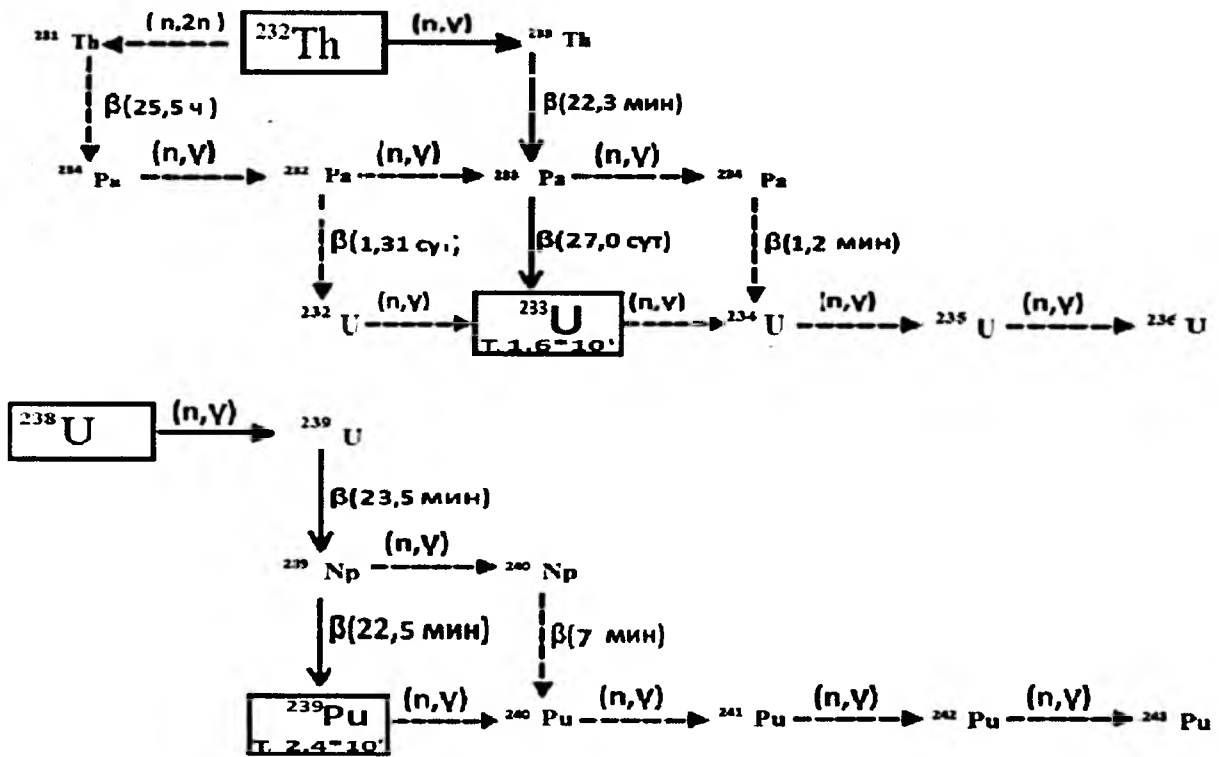
Бу жараёнда дейтрон уран-238 ядросига тушади, натижада нептуний-238 ва иккита нейтрон ҳосил бўлади. Сўнгра нептуний-238 бета-минус-емирилишни ўтказиб плутоний-238 га ўзгаради. Худди шу реакция билан биринчи бўлиб плутоний (1941, Сиборг) олинган. Бирок бу иктисодий самарадор эмас. Саноатда плутоний-238 иккита усулда олинади:

нурланган ядро ёқилғиси таркибидан ажратиб (бошқа плутоний изотоплари билан 1)аралашмада, қайсики уларнинг ажратилиш нархи жуда ҳам қиммат), шу сабабли тоза плутоний-238 бу усул билан қайта ишланмайди.

2)Нептуний-237 ни реакторларда нейтронлар ёрдамида бомбардимон қилиб олинади.

**Плутоний-239.** Ядро энергетикасида ишлатиладиган ва бўлинадиган Плутоний-239 изотопи саноат миқёсида ядро реакторларида уран ядроси ва нейтронларнинг иштироки билан бета-минус-емирилиш натижасида ва нептуний изотопларини оралик маҳсулот сифатида қараладиган реакция ёрдамида синтез қилинади (шу энергетикларда қўшимча маҳсулот сифатида):





3.31 -расм. Плутонийнинг оғир изотоплари

Уран-235 бўлинишидан ҳосил бўладиган нейтронлар уран-238 билан ушланиб уран-239 ҳосил бўлади, кейин занжир ёрдамида иккита  $\beta^-$  емирилиш билан нептуний-239 ва кейинчалик плутоний-239 ҳосил қилинади. Иккинчи жаҳон уруши вақтида плутонийни ўрганиш билан банд бўлган яширин Буюк Британия гуруҳи “Tube Alloys” вакиллари бу реакциянинг мавжудлиги ҳақида 1940 йилда фикр билдиришган эди.

Нисбатан оғирроқ изотоплари реакторларда  $^{239}\text{Pu}$  дан занжир бўйлаб нейтронларни ушлаш билан, натижада уларнинг ҳар бирида нуклиднинг массаси битта ортиши билан аҳамиятлидир.

**Айрим изотоплар хоссалари.** Плутоний изотоплари радиофаол емирилишни ўтказди ва натижада иссиқлик энергияси ажралади. Турли изотоплар ҳар хил миқдорда иссиқлик ажратади. Иссиқлик ажралиши одатдаги ҳисоблашларда Вт/кг ёки мВт/кг қийматларда ифодаланади. Қачонки, плутоний кўп миқдорда бўлса ва иссиқлик алмашинмаса, иссиқлик энергияси плутоний таркибли материални эритиши мумкин.

Плутонийнинг барча изотоплари ядровий бўлинишга мойилдирлар (нейтронлар таъсирида) ва  $\gamma$ -заррачаларни ажратади.

**Плутоний-236** табиий урандан олинadиган плутонийли фракцияда топилган радио нурланишни ўлчашда  $\alpha$  заррача учизи 4,35 см тенг эканлиги (қайсики 5,75 МэВга тенг келади) кузатилган. Бу гуруҳ  $^{235}\text{U}(\alpha, 3n)$  ва  $^{236}\text{Pu}$  ларнинг реакцияси ҳисобига ҳосил бўладиган  $^{236}\text{Pu}$  изотопига тегишли эканлиги тасдиқланган. Анча вақтдан сўнг қуйидаги реакцияларнинг мавжудлиги аниқланди:  $^{237}\text{Np}(\alpha, p4n)^{236}\text{Pu}$ ;  $^{237}\text{Np}(\alpha, 5n)^{236}\text{Am} \rightarrow (\text{ЭЗ})^{236}\text{Pu}$ .

Ҳозирги вақтда уни дейтроннинг уран-235 ядроси билан таъсири натижасида ҳосил бўлади. Изотоп  $\alpha$  емирилиш натижасида ҳосил бўлади  $^{240}_{96}\text{Cm}$  ( $T_{1/2}$  27 сут) ва  $\beta$ -емирилишда

$^{236}_{93}\text{Np}$  ( $T_{1/2}$  22 ч). Плутоний-236 спонтан бўлинишга эга бўлган альфа-нурларни таратувчи ҳисобланади. Ўз-ўзидан емирилишнинг бўлиниш тезлиги  $5,8 \cdot 10^7$  бўлинишни 1 г/с тўғри келади, қайсики бу жараён учун ярим емирилиш даврига тўғри келади –  $3,5 \cdot 10^9$  йил.

**Плутоний-238** ўз-ўзидан бўлиниш интенсивлигига эга  $1,1 \cdot 10^6$  бўлиниш (с·кг), қайсики 2,6 марта кўпроқ  $^{240}\text{Pu}$  никидан ва жуда юқори иссиқлик қувватига эга 567 Вт/кг. Изотоп жуда кучли альфа-нурланишга эга (нейтронларнинг унга таъсири натижасида), 283 марта  $^{239}\text{Pu}$  дан кучлироқ ва бу ҳолат уни  $\alpha \rightarrow \text{p}$  реакция учун ажойиб нейтронлар манбаи ҳисобланади. Плутоний-238 кам ҳолатда плутонийнинг умумий таркибидан 1% ни ташкил этади, бироқ нейтронлар ажратиш ва қиздирилиш у билан муносабат боғлашни анча ноқулай қилиб қўяди. Унинг солиштирма қаршилиги 17,1 Ки/г ни ташкил этади.

Плутоний-239 уранга нисбатан юқори сочилиш кесими ва ютиш қобилятига эга ҳамда бир бўлинишга нисбатан ҳисоблаганда катта сондаги нейтронларга ва кичик критик массани ташкил этади, қайсики, 10 кг альфа-фазада. Плутоний-239 нинг нейтронлар таъсирида ядровий емирилишда бу нуклид иккита қисмга ажралади (тахминан бир-бирига тенг бўлган нисбат енгил атомлар), бунда тахминан 200 МэВ энергия ажралади. Бу ( $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow$ ) реакция жараёнидаги энергиядан қарийб 50 млн марта кўпроқдир. Ядровий реакторда “ёниб” изотоп  $2 \cdot 10^7$  ккал ажратади. Иссиқлик қуввати 1,92 Вт/кг (таққослаш учун: катта организм танасида моддалар алмашинуви иссиқлиги камроқ иссиқлик қувватига эга), бу ҳолат унинг иссиқ эканлигини сезилишини таъминлайди. Солиштирма фаоллиги 61,5 мКи/г.

**Плутоний-240** асосий изотоп саналади. Унинг миқдорий даражаси асосан спонтан бўлиниш интенсивлиги юзасидан жуда муҳим ҳисобланади, қайсики 415 000 бўлиниш/с·кг ни ташкил этади, аммо тахминан  $1 \cdot 10^5$  нейтрон/(с·кг)ларни ажратади, чунки ҳар бир бўлиниш қарийб 2,2 нейтрондир ва бу тахминан 30000,  $^{239}\text{Pu}$  га нисбатан марта кўп. Плутоний-240 яхши бўлинади,  $^{235}\text{U}$  га нисбатан озроқ яхши. Плутоний-239 га нисбатан иссиқлик ажратиши юқори ва бу қиймат 7,1 Вт/кг ни ташкил этади, яъни қизиб кетиш муаммосини кучайтиради. Солиштирма фаоллиги 227 мКи/г ни ташкил этади.

**Плутоний-241** кичкина нейтрон фони ва жуда кичик иссиқ қувватга эга, шу сабабли тўғридан-тўғри плутонийнинг қўлланилишига таъсир кўрсатмайди (иссиқлик қуввати 3,4 Вт/кгга тенг). Бироқ у 14 йиллик ярим емирилиш даври билан америций-241 га ўзгаради, қайсики ёмон бўлинади ва улкан иссиқлик қувватига эга бўлади. Солиштирма фаоллиги – 106 Ки/г.

**Плутоний-242** нинг интенсив нейтронлар ажратиши 840 000 бўлиниш/(с·кг) ( $^{240}\text{Pu}$  дан икки марта юқори)га тенг, ядровий бўлинишга паст таъсир кўрсатади. Маълум концентрацияда талаб этиладиган критик масса ва нейтрон фони катталаштиради. Узок яшаш даврига ва кичкина қамраш кесими эга бўлиб, нуклид қайта ишланган реактор ёқилгисида тўпланади. Солиштирма фаоллиги 4 мКи/г га тенг.

**Бирикмалари ва қотишмалари.** Плутоний қотишмалари ёки интерметаллид бирикмаларини одатда, элементларнинг керакли нисбатда тўғридан-тўғри таъсирлашишидан олинади. Кўп ҳолатларда гомоген моддани олиш учун ёйли эритиш усули қўлланилади, айрим ҳолатларда беқарор қотишмаларини чанглатиб чўктириш ёки суюқ эритмаларни совутиш орқали олиш мумкин.

Алюминий, галлий ёки темир билан легирланган плутоний қотишмалари саноат аҳамиятига эгадир.

Плутоний кўплаб металллар билан қотишмалар ва оралик бирикмаларни ҳосил қилиши мумкин. Ишқорий металллардан литий, натрий, калий ва рубидий, ишқорий ер металлларидан

магний, кальций, стронций, барий ва СЕЭ ларидан европий ва иттербийдан ташқари бошқа металллар билан қотишмалар ҳосил қилмайди.

Қийин эрийдиган металллар қисман бу ҳолатдан истиснодирлар: хром, молибден, ниобий, тантал ва вольфрам, қайсики суюқ плутонийда эрийдиганлар, аммо қаттиқ ҳолатдаги плутонийда умуман ёки кам эрийдиганлар.

Кўп миқдорда гафний, гольмий ва таллий айрим ҳолатларда хона ҳароратида маълум бир миқдорда  $\delta$  плутоний сақлаш имконини берадилар. Нептуний юқори температураларда  $\alpha$  плутонийни барқарорлаштира оладиган ягона элемент ҳисобланади. Титан, гафний ва цирконийлар  $\beta$  плутоний структурасини хона ҳароратида бирданига совутишдан барқарорлаштиради.

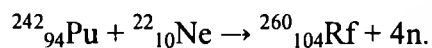
Плутоний қотишмалари металлнинг эриган плутонийга қўшиш натижасида олинишига эга бўлиши мумкин. Агарда легирловчи металл етарли даражада кучли қайтарувчи ҳисобланса, бу ҳолатда плутоний оксид ёки галогенид кўринишида ишлатилади.  $\delta$ -плутоний-галлий ва плутоний-алюминий қотишмаларини плутоний (III) фторидига суюқланган галлий ёки алюминийни қўшиб олинади, аммо алюминий юқори фаол плутоний билан таъсирлашмайди.

Асосий бирикмалари:  $\text{Pu}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ ,  $\text{Pu}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{PuO}_2$ ,  $\text{PuF}_3$ ,  $\text{PuCl}_3$ ,  $\text{PuBr}_3$ ,  $\text{PuI}_3$ ,  $\text{PuH}_2$ ,  $\text{PuH}_3$ ,  $\text{PuC}$  ва бошқалар.

**Ишлатилиши.**  $^{239}\text{Pu}$  изотопи (U билан бир қаторда) иссиқлик ва асосан тез ҳаракатчан нейтронларда ишлайдиган энергетик реакторлар учун ядровий ёқилғи ҳисобланади.  $^{239}\text{Pu}$  изотопи трансплутонли элементларни олиш учун ядро реакторларида бошланғич модда саналади.  $^{238}\text{Pu}$  ни космик тадқиқотларда ишлатиладиган электр токининг кам габаритли ядровий манбаларида ишлатилади ҳамда инсон юрак фаолияти учун стимуляторларида ишлатилади.

Плутоний оксиди космик техника учун энергетик манба ҳисобланади. Плутоний космик аппаратларининг энергия таъминловчи элементи сифатида қўлланилади. Плутоний-239 ядроси нейтронларнинг таъсир натижасида занжирли ядро реакциясига мойилдир, шунинг учун бу изотопни атом энергияси манбаси сифатида қўллаш мумкин (1 г  $^{239}\text{Pu}$  емирилишида ажраладиган энергия миқдори 400 кг кўмир ёнишида ажраладиган иссиқликка эквивалентдир).

Шундай қилиб, флеровий-элементини олиш учун 2009 йилда плутоний-242 ни аралаш оксидини ва шу изотопни 2010 йилда Са-48 ионлари билан тўқнаштирилганда (бомбардировка) изотоплардан фойдаланилган. Оук-Ридж миллий лабораториясида  $^{392}\text{Pu}$  ни узок вақт нейтронлар билан нурлантирилиши  $^{244}_{96}\text{Cm}$  (100 г миқдорда),  $^{242}_{96}\text{Cm}$ ,  $^{249}_{97}\text{Bk}$ ,  $^{252}_{98}\text{Cf}$  ва  $^{253}_{99}\text{Es}$  (миллиграмм миқдорларда) ва  $^{257}_{100}\text{Fm}$  (микрограмм миқдорларда) ларни олиш учун ишлатилади.  $^{239}\text{Pu}$  дан бошқа, барча транс уран элементлари олдинлари тадқиқот мақсадларида ишлаб чиқилган. Плутоний изотопларининг нейтронларни қабул қилиши ҳисобига 1944 йилда Г.Т.Сиборг ва унинг гуруҳи томонидан америцийнинг –  $^{241}_{95}\text{Am}$  (реакция  $^{239}\text{Pu}(2n, e)^{241}\text{Am}$ ) биринчи изотопи олинган. Актиноидларнинг 14 та эканлигини тасдиқлаш учун (лантаноидларга аналог бўлиб) 1966 йилда Дубнада академик Г.Н.Флёрв раҳбарлигида резерфордий ядроси синтези амалга оширилган (ўша вақтда *курчатовий деб номланган*):



$\delta$  барқарорлашган плутоний қотишмалари ёқилғи элементларини тайёрлашда ишлатилади, чунки улар тоза плутоний билан таққослаганда энг зўр металлургик хоссаларга, у киздирилиши натижасида фазали ўтишни ўтказди.



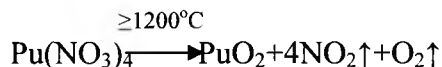
«Плутоний-238 ва плутоний-239 энг кўп синтез қилинадиган изотоплар саналади.

Биринчи ядровий завод Аломогордо полигонда 1945 йилда 16 июлда плутоний асосида портлатилган эди («Тринити» кодли номи билан тадқиқот ўтказилган).

2010 йил 17 ноябрда АҚШ ва Қозоғистон орасида Актау шаҳрида плутоний ҳисобига электроэнергия ишлаб чиқарган БН-350 ядровий реакторининг ёпилиши тўғрисида келишув имзоланган. Бу реактор дунёда ва Қозоғистондаги биринчи нейтронлар асосига саноат-тадқиқот реактори бўлган, унинг иш муддати 27 йил бўлган.

Бизга маълумки, атом энергияси сувнинг қизиши туфайли электроэнергия айлантириш учун қўлланилади, қайсики буғланади ва электрогенераторли трубина лопаткаларини юқори ҳароратли буғни ҳосил қилади. Бу технологиянинг афзаллиги шундаки, бошқа буғли газларнинг бўлмаслиги ташқи муҳитга ёмон таъсир кўрсатади. 2009 йилда 438 та атом станциялари ҳолатига кўра бутун дунёда 371,9 ГВт электроэнергияни (ёки 13,8 % умумий электроэнергия миқдоридан) ишлаб чиқарилган. Бироқ ядро саноатининг салбий томони сифатида ядровий қолдиқлар саналади, уларнинг бир йилда тахминан 12000 тоннаси қайта ишланади. Қайта ишланган материалнинг бу миқдори АЭС вакиллари учун оғир вазифани вужудга келтиради. 1982 йилги ҳисобларга кўра ~300 т плутоний аккумуляция қилинган.

Плутоний тўрт оксиддан таркиб топган сариқ жигаранг кукун 1200°C температурагача қиздиришни ўзида кўтара олади. Бирикмалар синтези плутонийнинг тетрагидроксиди ёки тетранитратининг кислород атмосферасида парчаланиши билан амалга ошади:



Олинган кукун шоколад рангида нам водород токида 1500°C гача қиздирилади ва пиширилади. Бунда 10,5-10,7 г/см<sup>3</sup> зичликка эга бўлган таблеткалар ҳосил бўлади, уларни ядро ёқилғиси сифатида ишлатиш мумкин. Плутоний тўрт оксиди энг барқарор ва инерт плутоний оксидларидан биридир ва юқори температурагача қиздирилганда тегишли элементларга қадар парчаланаяди ва шунинг учун плутонийни сақлашда ва қайта ишлашда, ҳамда унинг кейинчалик электроэнергия манбаси сифатида қўлланилишида ишлатилади. Бир килограмм плутоний тахминан 22 млн кВт·с иссиқлик энергиясига эквивалентдир.

Плутоний-236 ва плутоний-238 ишлаш муддати 5 йил ва ундан каттароқ бўлган атом электр батареяларини тайёрлашда ишлатилади. Уларни ток генераторларида, кардиостимуляторларида ишлатилади. Плутоний-238 ғоввослар ва космонавтлар костюмларида ишлатилиши мумкин. Бериллий юқоридаги изотоп билан нейтрон нурланиш манбаси сифатида ишлатилади.

**95. АМЕРИЦИЙ** (Америка сўзидан, кашф этилган жойига асосан, лат. Americium) Am – кимёвий элементлар даврий жадвалнинг III гуруҳидаги сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 95, актиноидлар гуруҳига киради. Барқарор изотопларга эга эмас.

237-246 масса рақамларига эга бўлган 13 та изотоп, шу жумладан, <sup>242</sup>Am ва <sup>244</sup>Am изотопларининг ядровий изомерлари олинди. Энг кўп узок яшовчи изотоплар 241Am (T<sub>1/2</sub>= 432 йил) ва 243Am (T<sub>1/2</sub>= 7370 йил) α – нур тарқатувчи (α- нур тарқатиш γ- нур тарқатиш билан бирга боради). Элементнинг электрон конфигурацияси 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>6</sup>5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup>5p<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>4f<sup>14</sup>5d<sup>10</sup>6p<sup>6</sup>7s<sup>2</sup>5f<sup>7</sup>.

Америций 1944 йилда америка олимлари Г.Сиборг, Л.Морган, Р. Джеймс и А. Гиорсо. Л.Вернерлар томонидан синтез қилинган ва идентификация қилинган.

**Физикавий хоссалари.** Америций – кумушсимон-оқ рангли, t<sub>суюқ.</sub> =1176<sup>0</sup>С, t<sub>қайн.</sub> =2340<sup>0</sup>С, α нур тарқатувчининг бевосита таъсири остида қоронгиликда нур таратувчи, рентген тузилишли зичлиги 13,67 г/см<sup>3</sup> (20<sup>0</sup>С) га эга бўлган металл. Америций ўта захарли

металл. Ҳосил бўлишининг стандарт энтальпияси  $\Delta H$  ( $25^{\circ}\text{C}$ , кДж/моль), Гиббс ҳосил бўлишнинг стандарт энергияси (қуввати)  $\Delta G(25^{\circ}\text{C}$ , кДж/моль): 0 (т), ҳосил бўлишнинг стандарт энтропияси  $S$  ( $25^{\circ}\text{C}$ , Дж/моль·К): 54,84 (т), стандарт моляр иссиқлик ҳажми  $\text{Cr}(25^{\circ}\text{C}$ , Дж/моль·К): 25,85 (т), эриш энтальпияси  $\Delta H_{\text{пл}}$  (кДж/моль): 1437.

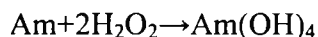
**Кимёвий хоссалари.** Кислород билан оксидланади, кислород етишмаганда  $\text{AmO}$  оксидини беради.  $\text{Am}^{3+}$  суялтирилган кислоталар билан таъсирлашиб, тегишли тузларни ҳосил қилади.  $\text{AmH}_{2,7\pm 0,3}$  гидридини берган ҳолда  $50^{\circ}\text{C}$  температурадаёқ газсимон  $\text{H}_2$  билан фаол равишда реакцияга киришади, шунингдек,  $\text{AmH}_2$  дигидрид ва  $\text{AmH}_3$  тригидридлар ҳам маълум.

Галогенлар билан тригалогенидларни ҳосил қилади, шунингдек,  $\text{AmF}_4$ ,  $\text{AmF}$ , и  $\text{AmF}_6$  лар ҳам маълум.

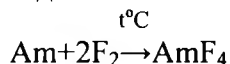
Металл  $\text{Pu}$  билан америций оғирлиги бўйича 6-80 % ли концентрациялар масофасида каттик эритмаларнинг узлуксиз қаторини ҳосил қилади.

Америций ва америций оксидининг ҳосил бўлишида кислороднинг ўзаро бирикиш реакцияси. Америций ҳавода яхши ёнади.

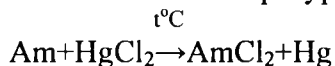
Америций (IV) гидроксиди ҳосил бўлиши водород пероксиди ва америцийнинг ўзаро бирикиши натижасида амалга ошади. Реакция аммиак гидратини аралаштирилган эритмасида ҳосил бўлади:



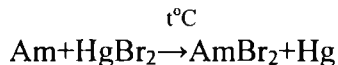
Фтор ва америцийнинг ўзаро бирикишидан америций фториди ҳосил бўлади. Реакция  $400^{\circ}\text{C}$  температурадан юкорида амалга ошади:



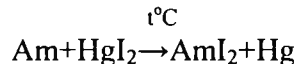
Америций ва симоб хлориди ҳосил бўлиши билан кечадиган америций ва симоб хлоридининг ўзаро бирикиш реакцияси  $400-500^{\circ}\text{C}$  температурада амалга ошади:



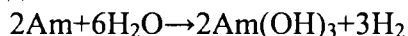
Америций  $400-500^{\circ}\text{C}$  температурада симоб бромиди билан кечадиган реакцияда америций бромид ва симоб ҳосил бўлади:



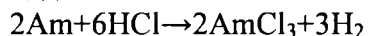
Америций  $400-500^{\circ}\text{C}$  температурада симоб йодиди билан кечадиган реакцияда америций йодид ва симоб ҳосил бўлади:



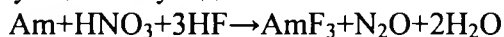
Америций ва қайноқ сув билан реакцияда америций (III) гидроксиди ҳосил бўлиши билан бирга водород ажралиб чиқади:



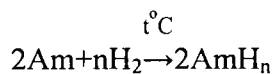
Америций ва хлорид кислота эритмаси билан борадиган реакцияда америций хлорид ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади:



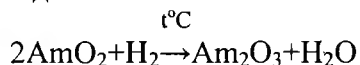
Америций нитрат кислотаси ва фторид (плавик) кислота орасидаги реакцияда америций (III) фторид, азот (I) оксиди ва сув ҳосил бўлади:



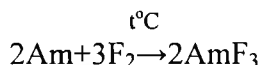
Америций гидриди ҳосил бўлиши билан кечадиган америций ва водороднинг ўзаро бирикиш реакцияси ( $n = 2,7 \pm 0,3$ )  $50-60^{\circ}\text{C}$  ҳароратда амалга ошади:



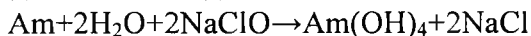
Америция (IV) оксиди водород билан қайтарилиши натижасида америций (III) оксиди ва сув ҳосил бўлиши билан амалга ошади:



Америций (III) фториди ҳосил бўлиши билан кечадиган фтор ва америцийнинг ўзаро бирикиш реакцияси:

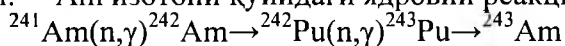


Америций (IV) гидроксиди ва натрий хлориднинг ҳосил бўлиши билан кечадиган америций, сув ва натрий гипохлоритининг ўзаро бирикиш реакцияси қуйидагича боради. Реакция тўйинган куюқ NaOH да амалга ошади:



**Бирикмалари.**  $\text{AmO}_2$ ,  $\text{AmF}_4$ ,  $\text{KAmF}_5$ ,  $\text{AmCl}_3$ ,  $\text{AmBr}_3$ ,  $\text{AmI}_3$ ,  $\text{AmB}_4$  ва бошқалар.

**Олинниши.** Америций кўп йиллар давомида сақланиб, ишлатилган ядровий ёқилгидан ажратиб олиш мумкин.  $^{243}\text{Am}$  изотопи қуйидаги ядровий реакциялар бўйича олинади:



Америций ион алмашинуви смолалар ёрдамида элюентлар сифатида  $\text{NH}_4\text{CNS}$  эритмалари ёки тўйинган HCl, шунингдек, трибутилфосфат экстракцияси, учламчи аминлар ва бошқалардан фойдаланган ҳолда ажратиб олинади.

Америций метали унинг фторидлари ёки диоксидини қайтариш йўли билан олинади:  $1500-1600^\circ\text{C}$  температурада  $\text{AmF}_4$  кальций билан бомбада ёки  $\text{MgO}$  дан бўлган қозонда олинади,  $\text{AmF}_3$  ни – Ва буглари билан тантал қозонида чуқур вакуумда;  $\text{AmO}_2$  – лантан билан  $1500^\circ\text{C}$  температурада ёки  $1550^\circ\text{C}$  температурада торий билан қайтариб олинади.

**Ишлатилиши.**  $^{241}\text{Am}$  изотопи юқори атомли рақамли трансурани элементларини ядро реакторларида олиш учун бошланғич модда ҳисобланади.  $^{241}\text{Am}$  билан  $^9\text{Be}$  аралашмаси – дефектоскопияда нейтронлар манбаи ҳисобланади. Америцийнинг энг кўп яшовчи изотопи –  $\text{Am}^{243}$  – 8000 йил ярим емирилиш даврига эга ва радиоактивий тадқиқотлар ва энг узокликдаги трансураниларнинг, фермийга қадар тўпланиши учун ишлатилади.

Америцийнинг –  $\text{Am}^{241}$  энг биринчи изотопининг ишлатилиши жуда хилма-хил. У 433 йил ярим емирилиш даврига эга. Бу изотоп, емирила туриб, альфа-заррачалар ва юмшоқ (60 кэВ) гамма-нурлари ( мисол учун: кобальт-60, бир қанча МэВ билан чиқариладиган қаттиқ гамма-квантлар энергияси).  $\text{Am}-241$  юмшоқ нур тарқатишдан химоя қилиш оддий ва оғирлиги кам: қўрғошиннинг сантиметрлик қатлами тўла етарли.

Саноатда 241 – америцийли турли назорат – ўлчовчи ва тадқиқот асбоблари, хусусан, пўлат (0,5 дан 3 мм гача) ва алюминий (50 мм гача) ленталари ҳамда шиша варақалари калинлигини узлуксиз ўлчаш учун қўлланилади. Саноатда 241 – америцийли аппарати пластмасса, синтетик қобиклар ва қоғозлардан электростатик зарядларни олиш учун ишлатилади. У баъзи бир тутун детектори ичида (1 детекторга ~0,26 микрограмм) жойлашган.

Америций-242 m нинг ядровий изомери (6000 барн) иссиқлик нейтронлари бўлишининг юқори кесими, (3,6) бир бўлинишида ажралиб чиқаётган нейтронларнинг катта ҳажмига эга, нисбатан ярим емирилишнинг катта даврига (141 йил), бу эса уни ўта зич ядровий реакторлар учун мос келувчи ёқилги (критик оғирлиги 3,78 кг, фақат баъзи бир калифорния изотопларида камроқ) ҳисобланади. Масалан, ундан планеталараро космик кемаларида ядровий реакторлар сифатида фойдаланилади.

Бирок бу изотопни граммлар ҳажмида олиш ҳанузгача муҳокама қилинмоқда (1 тоннадан 1 килограмм тартибида ядро қуроллари ёқилғиси (ЯҚЁ) таркибида бўлган  $^{241}\text{Am}$  дан олиш режалаштирилмоқда).

**96. КЮРИЙ.** (П.Кюри ва М.Склодовская-Кюри; лот. (Curium) Cm – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳи сунъий радиофаол элементи, тартиб рақами 96, актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотопларга эга эмас. 237-251 оғирлик рақамларига эга бўлган 15 та изотопи маълум. Ушбу элементнинг электрон конфигурацияси.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^7 6d^1$

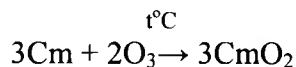


Альберт Гиорсо  
(1915-2010)

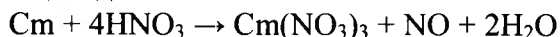
Дастлаб, Cm 1944 йил америка олимлари Г.Сиборг, Р.Джеймс ва А.Гиорсолар томонидан  $\alpha$  тезлаштирилган заррачалар ёрдамида  $^{239}\text{Pu}$  элементини нурлантиришда олинган. Кюриийнинг дастлабки соф бирикмаси 1947 йил Л.Вернер ва И.Пёрлсман томонидан ажратилган, металл ҳолатдаги Cm 1951 йилда Ж.Уолмен ва бошқалар томонидан ажратиб олинган.

**Физикавий хоссалари.** Кюриий – юмшоқ кумушсимон оқ металл. Қоронғуликда ўзига тегишли бўлган  $\alpha$  нурланиш таъсири остида нур сочади, ялтирайди. Икки полиморф модификацияларда мавжуд бўлади.  $1277^\circ\text{C}$  температурагача гексагонал панжарада (параметрлар  $a=0,3496$  нм,  $c=1,1331$  нм) турланиши (модификацияси) мустаҳкам, барқарор.  $1277^\circ\text{C}$  температурадан юқори даражада ва эриш даражасигача ( $1358^\circ\text{C}$ ) бўлган даражада, кубикли томонлари марказлашган панжарада турланиши (модификация) мустаҳкам ва барқарор. Қайнаш даражаси  $3110^\circ\text{C}$  температура, зичлиги  $3,5$  г/см<sup>3</sup>.

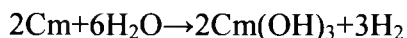
**Кимёвий хоссалари.** Суюлтирилган кислоталар билан тузлар ҳосил қилади  $\text{Cm}^{3+}$ ,  $\text{H}_2$  билан  $200\text{-}250^\circ\text{C}$  температурада  $\text{CmH}_2+x$ , таркибли гидридлар ҳосил қилади. Кюриий ҳавода кислород билан ўзаро бирикиб, кюриий (III) оксиди ҳосил қилади. Кюриий  $650^\circ\text{C}$  температура атрофида озон билан ўзаро бирикади ва кюриий (IV) оксиди ҳосил қилади. Реакция куйидагича амалга ошади:



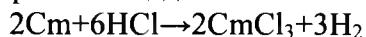
Кюриий суюқлантирилган нитрат кислотаси билан ўзаро бирикиб кюриий (III) нитрати, азот (II) оксиди ва сувни ҳосил қилади:



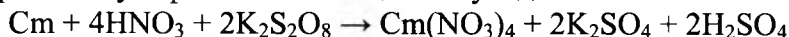
Кюриий қайноқ сув билан ўзаро бирикиб кюриий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва ажралиб чиқади.



Кюриий суюлтирилган хлорид кислотаси эритмаси билан ўзаро бирикиб, кюриий (III) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади.



Кюриий калий персульфати ва нитрат кислотаси билан ўзаро бирикиб, кюриий (IV) нитрати, калий сульфати ва сульфат кислотаси ҳосил бўлади.



Кюриий нитрат ва фторид кислоталари билан ўзаро бирикиб кюриий (III) фторид, азот (II) оксиди ва сув ҳосил қилади.

**Олиниши.** Cm изотопи ядровий реакторларда Pu ва Am нурланишида ҳосил бўлади. Катта ҳажмдаги  $^{242}\text{Cm}$  изотопи кам миқдордаги бошқа аралашмалар билан  $^{241}\text{Am}$  иссиқлик нейтронлари билан нурлантирилганда кюриий олинади. Pu ва  $^{243}\text{Am}$  нурланишида 244-248 оғирлик рақамли Cm изотоплари аралашмаси ҳосил бўлади, нейтронларнинг кичик интеграл

окимида жуда соф  $^{244}\text{Cm}$  олинади, жуда катта интеграл окимида  $^{248}\text{Cm}$  олинади.  $^{252}\text{Cf}$  нинг эски намуналаридан  $^{248}\text{Cm}$  ни миллиграмм микдорда олиш мумкин. Металлик Cm  $\text{CmF}_3$  ни Ва буглари билан  $1275^\circ\text{C}$  температурада қайтариб ёки  $\text{CmO}_2\text{Mg-Zn}$  қотишмаси билан  $\text{MgCl}_2\text{-MgF}_2$  флюси иштирокида  $900^\circ\text{C}$  температурада қайтариб олинади.

**Ишлатилиши.**  $^{242}\text{Cm}$  изотоплари ( $T_{1/2} = 162,5$  сут) ва  $^{244}\text{Cm}$  ( $T_{1/2} = 18,1$  йил) (1 г Cm да 120 Вт иссиқлик энергиясини ажратиб чиқаради) токининг изотоп манбаларида транскюрийли элементлар, соф  $^{238}\text{Pu}$  ни олиш учун ишлатилади. Оксид кўринишидаги кюрий-242 (зичлиги 11,75 атрофида, ярим емирилиш даври 162 кун) зич ва энергиянинг ўта кучли радиоизотопли манбаларини ишлаб чиқариш учун ишлатилади (энергия ажралиши  $1169 \text{ Вт/см}^3$  атрофида), металл кюрийнинг 1 грами 120 Вт энергия ажратади.

Кюрий асосидаги иссиқлик манбаининг хавфсизлиги сабаби, шунингдек, ўзига хослиги ва қулайлиги шундаки, кюрий, шубҳасиз, альфа-нурлантирувчи ҳисобланади. 1 грамм альфа-емирилишнинг яхлитланган энергияси бир йил давомида тахминан 480 кВт·с ни ташкил этади.

Кюрийнинг муҳим қўлланилиш соҳаси махсус атом реакторларини “ёқиш” (ишга тушириш) учун юкори қувватли нейтрон манбаларини ишлаб чиқариш ҳисобланади. Охирги йилларда кюрийнинг анча оғир изотопи – (ярим емирилиш даври 18,1 йил) ва, шунингдек, альфа-нурлантирувчи (энергия ажралиб чиқиши 2,83 Вт/грамм) бўлган кюрий-244 нафақат муҳандисларнинг ақл-у заковатида, балки ишлаб чиқаришда ҳам жуда муҳим ўрин эгаллайди.

Аммо кюрий-244 ҳам баъзи реакторларнинг ишлатилган ядро ёқилғи таркибидан нейтронли радиация фонида ўз хиссасини қўшган ҳолда ўз-ўзидан тарқалувчи ( $1,4 \cdot 10^{-6}$  нейтрон/Бк) нейтронларга эга бўлишликнинг катта эҳтимолига эга. Кюрий-245 (ярим емирилиш даври 3320 йил) ўта юкори энергия ажралиб чиқадиган компакт атом реакторларини яратиш учун келажаги бор ҳисобланади ва бу изотопни рентабелли ишлаб чиқариш усуллари қидирилмоқда. Кюрийнинг энг узок яшовчи изотопи кюрий-247 ҳисобланади (6 млн йил атрофида).

**97. БЕРКЛИЙ.** (Беркли сўзидан, АКШнинг Berkeley шаҳри номидан). Bk – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳидаги сунъий радиофаол элементи, атом рақами 97; актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотоплари йўқ. Оғирлик сони 240-251 (241 дан ташқари) бўлган элементдан 10 та изотопи олинган. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^8 6d^1$ .

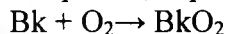
Берклий Америка олимлари С.Томпсон, А.Гиорсо ва Г.Сиборг томонидан 1949 йилда юкори энергияли ионлар ёрдамида  $\text{He}[^{241}\text{Am}(a, 2n)^{243}\text{Bk}]$   $^{241}\text{Am}_2\text{O}_3$  бомбардимон қилиш натижасида синтез қилиб олинган.

**Физикавий хоссалари.** Берклий – кумушсимон оқ металл  $t_{\text{суюқ}} = 986^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{қайн}} = 2630^\circ\text{C}$  температура атрофида, зичлиги  $14,8 \text{ г/см}^3$ .

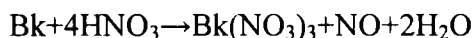
**Кимёвий хоссалари.** Берклийнинг реакцияга киришувчанлик қобиляти жуда юкори. Берклий диоксидини  $\text{BkO}_2$   $\text{Bk}^{3+}$  нинг ионлари сорбцияланган ионитни ҳавода  $1250^\circ\text{C}$  температурада куйдириш билан олинади.  $600^\circ\text{C}$  температурада водород билан  $\text{BkO}_2$  ни кайтарганда  $\text{Bk}_2\text{O}_3$  сескви оксиди ҳосил бўлади. Ҳавода  $600^\circ\text{C}$  температурада  $\text{Bk}_2\text{O}_3\text{BkO}_2$  гача оксидланади. Берклийнинг нитрат, хлорид, бромид, сульфат, перхлорат ва сульфидлари сувда эрийди. Берклий СЕЭга қараганда анча мустаҳкам бўлган хлорли комплекслар ҳосил қилади. Берклийнинг реакцияга ўта киришувчанлиги тасдиқланган. У ўзининг кўплаб бирикмаларида оксидланишнинг +3 ва +4 даражаларига эга. Тўрт валентли берклийнинг мавжудлиги бу элементни бошқа валент шаклига эга бўлмаган актиноидлар ва лантаноидлардан (бўлиниш маҳсулотлари) ажралиб чиқишига имкон беради.

Кислород (оксид ва диоксид) галогенлар ва олтингугурт билан ўзаро бирикади. Берклийнинг металл органик бирикмалари ва иккиталик тузлари маълум. Минерал ва органик кислоталар билан комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Оксидланиш даражаси +3 бўлган эритмада берклий бирикмалари жуда барқарордир. Ишқорий муҳитга яқин бўлган рН да,  $Bk^{3+}$  эримайдиган гидроксид ҳосил қилади. Берклийнинг оксид, фторид, фосфат ва карбонатлари сувда эримайди. Берклий тўрт валентли ҳолатда энг кучли оксидловчи ҳисобланади.

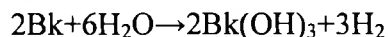
Берклий ҳаво кислороди билан ўзаро бирикиб, берклий (IV) оксидини ҳосил қилади.



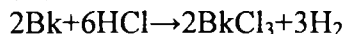
Берклий нитрат кислотаси билан ўзаро бирикади ва берклий (III) нитрати, азот (II) ва сув ҳосил қилади.



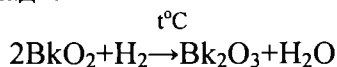
Берклий қайноқ сув билан ўзаро бирикади ва берклий (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



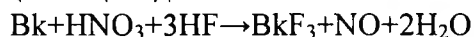
Берклий хлорид кислотаси эритмаси билан ўзаро бирикиб берклий (III) хлоридини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



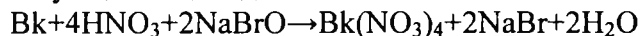
Берклий (IV) оксиди водород билан 600°C температура атрофида ўзаро бирикиб берклий (III) оксиди ва сув ҳосил қилади.



Берклий нитрат кислота ва фторид кислотаси билан ўзаро бирикиб берклий (III) фториди, азот (II) оксиди ва сув ҳосил қилади.



Берклий нитрат кислота ва натрий гипобромиди билан ўзаро бирикиб, берклий (IV) нитрати, натрий бромиди ва сув ҳосил қилади.



**Олиниши.** Ядровий реакторларда нейтронларни кўп марта қамраб олиниши натижасида плутоний ёки кюрийли нейтронлар томонидан узоқ ва жадал нурланганда  $^{249}Bk$  изотопи ҳосил бўлади. Ушбу йўл билан АҚШда йилига 20 мг атрофида  $^{249}Bk$  олинади. Циклотронда тезлаштирилган  $\alpha$ -заррачалар томонидан кюрийли нишонларни бомбардимон қилинганда  $^{247}Bk$  изотопи ҳосил бўлади.

Гидроксидларни  $HNO_3$  да эритишни ва трибутилфосфат билан  $Bk^{3+}$  ни  $Bk^{4+}$  га бир вақтда ўтказиб, суюқлик экстракцияси усули билан эса  $Bk$  ни лантаноидлар ва бошқа актиноидлардан +3 оксидланиш даражасида ажратишга имкон беради.  $(N_2H_5)Cl$  ёки  $(NH_3OH)Cl$  эритма билан реэкстракция қилиниб, таркибида 92%  $Bk$  ва 8%  $Am$  бўлган маҳсулот олинади. Транскюрийли элементлар диэтилбензолдаги 2-этилгексилфенилфосфор кислота эритмаси билан эритилган хлорид кислотали эритмасидан экстракция қилиниб,  $Pu$ ,  $Am$  ва  $Cm$  дан ажратиб олиниши мумкин. Суюлтирилган  $HCl$  нинг реэкстракциясида  $Bk$  ва  $Cf$  миқдор жиҳатдан бўлиниши мумкин.

Дж.Петерсон, Дж.А.Фейни ва С.Д.Бейларц 1970 йилда берклийни металл кўринишида чуқур вакуумда 1000-1050°C температурада  $BkF_3$  буғларини  $Li$  билан танталдан ясалган тигелда қайтариш йўли билан олган.

**Ишлатилиши.**  $^{249}Bk$  нуклид калифорния изотопларини олиш учун қўлланилади. 117 элементни олиш учун ҳам ишлатилган. Берклий изотопи ядровий физика ва радиохимияда тадқиқот ишларини олиб боришда қўлланилади.

**98. КАЛИФОРНИЙ** (лот. Californium, АКШнинг Калифорния шаҳри номидан). Cf – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳидаги сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 98, актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотоплари мавжуд эмас. 240-256 масса сонларига эга бўлган 17 та изотопи маълум. Энг узоқ яшовчи изотоплари  $^{249}\text{Cf}$  ( $T_{1/2} = 352$  йил),  $^{251}\text{Cf}$  ( $T_{1/2} = 900$  йил) ва  $^{252}\text{Cf}$  ( $T_{1/2} = 2,64$  йил)  $\alpha$ -нур тарқатувчи элемент.  $^{254}\text{Cf}$  баъзи ўта янги юлдузларни портлаганда ҳосил бўлади, деб фараз қилинади. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{10}$ .

Калифорнийни 1950 йилда биринчи бўлиб С.Томпсон, К.Стрит, А.Гиорсо ва Г.Сиборг кашф этганлар.

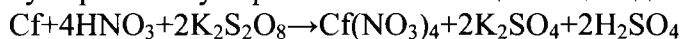
**Физикавий хоссалари.** Калифорний – ўта учувчан металл. Икки полиморф модификацияларда мавжуд.  $600^\circ\text{C}$  дан паст даражада  $\alpha$ -гексагонал панжарали модификацияси мустақкам (параметрлари  $a = 0,339$  нм,  $c = 1,101$  нм),  $600^\circ\text{C}$  дан юқори температура кубли қирралари марказлашган панжарали  $\beta$ -модификация. Металлнинг эриш температураси  $900^\circ\text{C}$ , қайнаш температураси  $1227^\circ\text{C}$ .

**Кимёвий хоссалари.** Кимёвий хоссаларига кўра, калифорний лантаноидларга ўхшайди. Калифорнийнинг қуйидаги галогенидлари  $\text{CfX}_3$  ( $X$  – галоген атоми, оксигалогенидлар –  $\text{CfOX}$ ) синтезланган. Калифорний диоксидини  $\text{CfO}_2$  олиш учун  $\text{Cf}_2\text{O}_3$  оксидини 10 МПа босими остида кислородни қиздириб оксидланади.  $\text{Cf}^{3+}$  бирикмаларига кучли оксидловчилар томонидан таъсир этиб  $\text{Cf}^{4+}$  эритмаларида олинади. Калифорний  $\text{CfI}_2$  нинг қаттиқ дийодиди синтезланган.  $\text{Cf}^{3+}$  сувли эритмаларида  $\text{Cf}^{2+}$  гача электрокимёвий йўл билан қайта тикланади.

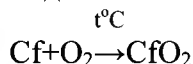
Калифорний суюлтирилган нитрат кислотаси билан ўзаро бирикиб калифорний (III) нитрати, азот (II) оксиди ва сув ҳосил қилади.



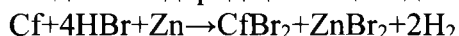
Калифорний нитрат кислотаси ва калий персульфати билан ўзаро бирикиб, калифорний (IV) нитратини, калий сульфати ва сульфат кислотасини ҳосил қилади.



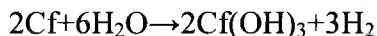
Калифорний  $300^\circ\text{C}$  температура атрофида ва катта босим остида кислород билан ўзаро бирикиб, калифорний (IV) оксиди ҳосил қилади.



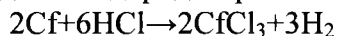
Калифорний водород бромиднинг тўйинган қуюқ эритмаси ва рух билан ўзаро бирикиб калифорний (II) бромиди, рух бромиди ва водород ҳосил қилади.



Калифорний сув билан бирикиб калифорний (III) гидроксидини ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади.



Калифорний суюлтирилган хлорид кислотаси эритмаси билан ўзаро бирикиб, калифорний (III) хлориди ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади.



**Олиниши.** Ядровий реакторларда узоқ вақт  $\text{Pu}$ ,  $\text{Am}$  ёки  $\text{Sm}$  ларни нейтронлар билан нурлантирилганда калифорний изотоплари ҳосил бўлади. 249-254 масса рақамли Cf изотоплари қоришмаси таркибида, одатда, 60-90%  $^{252}\text{Cf}$  бўлади. Термоядровий портлашдан сўнг ажралиб чиққан калифорний  $^{251}\text{Cf}$  ва  $^{254}\text{Cf}$  изотопларига анча бой. Юқори даражадаги соф  $^{249}\text{Cf}$  изотоп эски  $^{249}\text{Bk}$  препаратидан ажратиб олинади. Калифорнийнинг енгил (нейтрон дефицит) изотоплари, одатда, оғир ион билан кечган ядровий реакциясида ёки  $\text{Sm}$  ни  $\alpha$ -заррачалар билан нурлантирилганда, масалан,  $\text{O}$  ёки  $\text{U}$  ионлари билан  $\text{Th}$  ни бомбардимон қилинганда ҳам олинади. Cf изотопларини экстракция, ион алмашинуви ва экстракция-

хроматография йўли билан ажратиб олинади. Металл Cf унинг оксиди ёки фторидларини, лантан ёки литий орқали қайтариб олинади.

**Қўлланиши.**  $^{252}\text{Cf}$  – фаоллаштирилган таҳлил, дефектоскопия, нейтрон каротажи, нефтни қидириш ва тиббиёт ҳамда бошқаларда нейтронлар манбаидир (1 г  $^{252}\text{Cf}$  бир секундда  $3 \cdot 10^{12}$  нейтрон ажратиб чиқаради). Нейтрон химоясини талаб қилмайдиган  $^{249}\text{Cf}$  илмий тадқиқотларда ишлатилади.

**99. ЭЙНШТЕЙНИЙ.** Es – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳи сунъий радиофаол элементи, тартиб рақами 99, атом массаси 252,0828; актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотоплари мавжуд эмас. Масса рақами 243 дан 256 гача бўлган изотоплари маълум.  $^{235}\text{Es}$  ( $T_{1/2} = 20,5$  сут),  $^{254}\text{Es}$  ( $T_{1/2} = 276$  сут) ва  $^{255}\text{Es}$  ( $T_{1/2} = 38,3$  сут) каби катта миқдордаги изотопларни қўллаган ҳолда эйнштейнийни ўрганиш мумкин. Бу изотоплар жуда енгил элементлар намуналарини нейтронлар билан нурлантириш йўли билан олинади. Элементнинг электрон конфигурацияси:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^1$ .

У еттинчи бўлиб трансурани элементлари кашф қилинган, 1952 йилда Гиорсо бошчилигидаги америка олимлари гуруҳи томонидан тенглаштирилган ва буюк физик Альберт Эйнштейн шарафига ном берилган.

**Физикавий хоссалари.** Эриш температураси  $\text{Es} = 860^\circ\text{C}$ , зичлиги  $8,8 \text{ г/см}^3$ .

**Кимёвий хоссалари.** Эйнштейний радиофаол металл ҳисобланади. Актиноид элементлар оиласига мансуб. Эйнштейний ўз бирикмаларида +2 ва +3 оксидланиш даражасини намоён этади. Бунга кимёвий формуласи  $\text{EsI}_3$  бўлган йодид мисол бўлиши мумкин. Эйнштейний оддий сувли эритмасида  $\text{Es}^{3+}$  ионлар кўринишидаги (яшил ранг беради) ўта барқарор шаклда бўлади.

Эйнштейний-кубли қирралари марказлашган панжарали металл, панжара параметри  $= 0,575 \text{ нм}$ . Юқори даражада нисбий учувчан,  $\text{EsF}_3$  ни литий билан олиш мумкин. Эйнштейнийнинг кўплаб қаттиқ  $\text{Es}_2\text{O}_3$ ,  $\text{EsCl}_3$ ,  $\text{EsOCl}$ ,  $\text{EsBr}_2$ ,  $\text{EsBr}_3$ ,  $\text{EsI}_2$  ва  $\text{EsI}_3$  каби бирикмалари ўрганилган ва синтезланган.

Es оддий сувли эритмасида  $\text{Es}^{3+}$  ион кўринишида намоён бўлади ва эритмани яшил рангга бўяйди. Эйнштейнийнинг баъзи бирикмалари, хусусан, хлорид, бромид, йодидлар ўрганилган ва синтезланган.  $\text{Es}_2\text{O}_3$  нинг субмикrogramмли миқдори Эйнштейний нитрати аргон водород билан қоришмасида  $600 - 1000^\circ\text{C}$  температура масофада майдалаб синтезланган. Эйнштейний диоксиди ҳозиргача олинмаган.

**Олиниши.** Аниқланган  $^{253}\text{Es}$  ( $T_{1/2} = 20,5$  сут) изотопи бетта-емирилишда ва тармоқланган изотоплардан ҳосил бўлади. Ўз навбатида, 15 та нейтронни  $^{238}\text{U}$  ядролари томонидан асосан ва кетма-кет ишгол қилиш натижасида ҳосил бўлган. Эйнштейний  $\text{EsF}_3$  фторидини литийни қайтариш йўли билан олиниши мумкин. Эйнштейнийни олиш имконияти чегараланган, чунки эйнштейнийни олиш учун нейтронларни босиб олишнинг кетма-кет реакцияси ва шунга кўра, катта зичликка эга бўлган нейтрон оқимининг реактордаги намуналарининг узок вақт келиши талаб этилади. Ҳозиргача эйнштейнийни асосий тадқиқи энг оддий қисқа яшовчи  $^{253}\text{Es}$  изотопи билан ўтказилган.

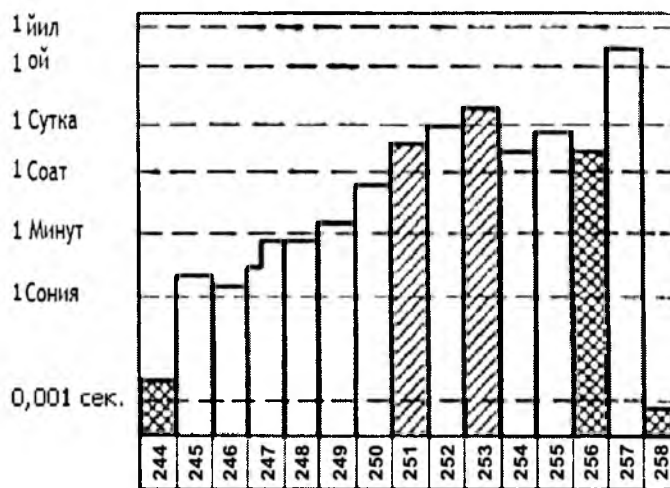
**Ишлатилиши.**  $^{253}\text{Es}$  даги изотоплар анча оғир трансурани элементни синтез қилиш учун ишлатилади.

**100. ФЕРМИЙ.** Fm – кимёвий элементлар даврий жадвали III гуруҳида жойлашган сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 100, атом оғирлиги массаси 257,0951, актиноидлар гуруҳига мансуб. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{12}$ .



**Физикавий хоссалари.** 244 дан 258 гача масса рақамига эга бўлган фермийнинг 15 та изотопи синтезланган. Улардан энг узок яшовчиси ярим емирилиш даври 94 кун бўлган фермий-257 бўлиб, у 6,5 МэВ энергияли альфа-заррачалар ажратиб чиқаради. Энг қисқа яшовчи фермий-258 изотопи эса секундига 380 млн. ярим емирилиш даврига эга бўлиб спонтан бўлинади. Спонтан бўлиниш 100-рақамли фермий-244 ва фермий-256 элементининг яна икки изотопи учун асосий тур ҳисобланади. Эслатамиз, уран изотоплари учун спонтан бўлиниш эҳтимоли альфа-емирилиш эҳтимолига нисбатан 1:1000000 дан камрокни ташкил этади. Қачонлардир инсонлар томонидан “бир ўтиришда” олинган энг катта миқдордаги фермий ҳозирча 5 млрд атомни ташкил этади, яъни бир грамм миллион улушга икки миллион улуш атропоиди. Бу 1969 йил июлда Нева штати ер ости полигониди коди “Хатч” деб номланган термоядровий қурилманинг портлаган жойидан 10 кг жинсдан ажралиб чиққан фермий-257 изотопи атомларидир. Лоуренс номидаги (Беркли шаҳри) радиация лабораторияси тадқиқотчилари бутун бу фермийни қалинлиги 0,01 мм бўлган бериллий фольгасига диаметри 2 мм бўлган айланага жойлаштирдилар ва кучли дейтрон оқими билан нурлантirdилар. Дейтронли нейтронлар фермий-257 қуршаб олиниб, фермий-258 ҳосил бўлади.

Бу тажрибалар жараёнида фермий-258 спонтан бўлиниш йўли билан қарийб бир лаҳзада парчаланиб кетиши тасдиқланди. Фермий-257 дан оғир бўлган изотопни термоядровий портлаш маҳсулотиди топилмаганлигининг сабаби аниқ бўлди. Бета-парчаланиш занжири нейтронларни ишғол қилгандан сўнг фермий-258 гача бориб этади, у эса 101-элементга айланиш ўрнига парчаларга бўлинади, “Иложсиз боши берк” изотоп физикларнинг термоядро портлашларида элементларнинг иккинчи юзталигини кашф қилиш умид ва ишонч саҳифаларидан бутунлай ўчириб ташлади. Шунингдек, ядровий реакторларнинг нейтрон оқимидан ҳам. Янги, ҳали жуда узок бўлган трансурани элементларига етишишнинг ягона ҳақиқий йўли оғир ионлар иштирокидаги ядровий реакциялар усули қолди.



3.32-расм. Фермий изотопининг радиофаол хоссалари.

Емирилиш чизиклари логарифмик масштабида ярим емирилиш даврига мос келади. Иккиталик чизиклар эса ушбу изотоп учун асосий парчаланиш тури – спонтан, яъни ўз-ўзидан бўлиниш бўлиб, бир чизиклар эса электрон ишғол қилиш ҳисобланади. Альфа-фаол изотоп устунлари чизикланмаган. Охирги пайтларда маълум бўлган кўп фермий изотоплари айнан ушбу усул билан олинган: уран, плутоний, калифорний, кислород ионлари, углерод ва



Альберт Гиорсо  
(1915-2010)

альфа-заррачаларни бомбардимон қилиш билан олинади. Хусусан, Дубна шахрида, ядровий реакциялар лабораториясида бажарилган тажрибаларда биринчи бўлиб фермий-247 олинган. Ушбу альфа-фаол изотоп  $^{255}\text{Fm}$  ( $T_{1/2} = 20,1$  соат) изотопи 1953 йилда америка олими Гиорсо томонидан биринчи бўлиб идентификацияланди. Изотоп  $^{238}\text{U}$  ядролари томонидан 17 та нейтронни кетма-кет ишғол қилиш натижасида ҳосил бўлган бетта-емирилиш маҳсулоти бўлган. Замонавий назарий ва экспериментал физика ривожланишига катта ҳисса қўшган италиялик физики Ферми шарафига номланган.

**Кимёвий хоссалари.** Эркин ҳолда металл хоссаларини намоён қилади. Фермийнинг хоссаларини асосий тадқиқи  $^{257}\text{Fm}$  ва  $^{255}\text{Fm}$  ( $T_{1/2} = 20,07$  соат) мустақкамлиги паст бўлган радионуклидидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган. Энг мустақкам ва барқарори  $\text{Fm}^{+3}$  (валентлиги III) бўлиб, лекин кучли қайтарувчилар таъсири остида сувли эритмада  $\text{Fm}^{+2}$  олинади. Куйидаги жуфтликларнинг стандарт потенциали-  $\text{Fm}(+3)/\text{Fm}(+2) -1,55$  В,  $\text{Fm}(+3)/\text{Fm}(0) -1,98$  В ва  $\text{Fm}(+2)/\text{Fm}(0) -2,37$  В.

Барқарор изотопларга эга эмас. 244 дан 258 гача масса огирлигига эга бўлган изотопларнинг борлиги маълум. Кўп миқдорда изотоплар ҳозирча ажралмаган, шунинг учун барча тадқиқотлар унинг энг кичик концентрацияси (тўйинган эритмаси) билан ўтказилган.  $^{257}\text{Fm}$  ( $T_{1/2} = 100,5$  сут) изотопи энг мустақкам ва барқарор деб тасдиқланган, аммо унинг нейтрон оқимининг кучли зичлигига қарамасдан, уни ядровий реакторларда олиш чекланган бўлса-да, нейтронларни ишғол қилиш кўп кетма-кет амалларни талаб этади.

$^{254}\text{Fm}$  изотопидан ташқари спонтан бўлинувчи  $^{259}\text{Fm}$  ( $T_{1/2} = 1,5$  с) изотопининг борлиги ҳақида маълумотлар бор.

**Ишлатилиши.**  $^{257}\text{Fm}$  изотопи нишонини ядровий физика соҳасидаги тадқиқот ишларида, хусусан, фермийнинг ўта оғир изотоплари хоссаларини ўрганиш ва синтез қилишда қўлланилади.

**101. МЕНДЕЛЕВИЙ** (“Mendelevium”). Md – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳ сунъий радиофаол элементи, тартиб рақами 101, актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотопларга эга эмас. Масса оғирлиги 247-252, 254-260 бўлган 13 та изотопи мавжуд (энг барқарор). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{13}$ .

Менделевий биринчи бўлиб 1955 йилда А.Гиорсо ва Г.Сиборг томонидан  $^{253}\text{Es}$  α-заррачаларини нурлантириб олинган, янги элементнинг 17 та атоми олинган, Д.И.Менделеев шарафига ном берилган. Лекин Сиборг гуруҳи  $^{256}\text{Md}$  изотопи  $T_{1/2}$  (30 мин)ни нотўғри аниқлаган. 1958 йилда америкалик олим Л.Филлипс гуруҳи томонидан  $^{256}\text{Md}$  учун  $^{256}\text{Md}$   $T_{1/2} = 1,5$  с.ни тасдиқлади. Кейинчалик (1962 й.)да Md изотопи ва бошқа изотоплар тезлаштирилган кўп зарядли ионлар билан реакцияларда синтезланган. Энг узоқ яшовчи  $^{258}\text{Md}$  изотоп 1967 йилда АҚШда олинган.

**Кимёвий хоссалари.**  $\text{Md}^{3+}$   $\text{LaF}_3$ , гидроксидлар ва металл карбонатлари билан чўқади, дауэкс-50 смоласида ион алмашинуви вақтида сутли, лимонли ва α-гидрокси изо ёғли кислота билан ювилиб кетади.  $\text{HNO}_3$  ва  $\text{HCl}$  нинг концентрланган эритмаларида трибутилфосфат билан ажратиб олинади. Бошқа актиноидлардан фарқ қилган ҳолда,  $\text{MdZn}$ , амальгама Na ва Zn ҳамда  $\text{Cr}^{2+}$ ,  $\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{V}^{2+}$  ва  $\text{Yb}^{2+}$  таъсирида  $\text{BaSO}_4$  билан чўқади ва кўп миқдорда  $\text{Md}^{2+}$  га ўтади.  $\text{Md}^{3+}$  ва  $\text{Md}^{2+}$  нинг бўлиниш коэффициенти хроматография вақтида фосфор кислотасининг бис(2-этилгексил)ни қўллаган ҳолда бир неча юзга тенг, унда  $\text{Md}^{3+}$  ва

$Fm^{3+}$  нинг бўлиниш коэффициенти 2 дан ошмайди.  $Md^{+}$  иони металллик  $Mg$  нинг  $Md^{3+}$  га таъсирида спиртли хлорид кислотаси эритмасида олинади. Бу эритмалардан  $Md+CsCl$ ,  $RbCl$  ва  $Rb_2[PtCl_3]$ лар билан бирга чўқади.

**Олиниши.**  $^{256}Md$  Es ни  $\alpha$ -заррачалар ҳамда U-тезлаштирилган Ne ионлар билан (130 МэВ атрофида энергия билан):  $^{238}U$  ( $22Ne, p3n$ ) нурлантириб  $^{256}Md$  олинади. Изотоплар экстракция йўли билан ажратилади. Радиометрик аниқланади. 7,202 МэВ энергияси билан  $\alpha$ -нурланиш бўйича ёки  $^{256}Fm$  емирилишнинг тармоқланган маҳсулотининг спонтан бўлиниши нейтронларини  $^{256}Md$  деб ҳисоблайди.

**102. НОБЕЛИЙ (Nobelium).** No – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳида жойлашган радиофаол элемент, тартиб рақами 102, актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотоплари мавжуд эмас. Атом массалари 251 – 259 бўлган тўққизта изотопи мавжуд. Бундан ташқари, узоқ яшовчи изотоп- $^{259}No$  ( $T_{1/2}=1.0s$ ). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^1$

**Кимёвий хоссалари.** Нобелий элементи масса микдорида олинмаган, унинг хоссалари ўнлаб атомлардан фойдаланиб тадқиқ қилинган. Нобелий элементининг кимёвий хоссалари тўғрисидаги дастлабки маълумотлар 1967 йил собиқ СССРда олинган. Фронтал-газли хроматография усули билан кўрилганда, нобелий учувчан бўлмаган хлоридни ҳосил қилади, хроматографик устунда эса ўзини лантаноидларга, Cm хос тутати ва шунга кўра, актиноидлар қаторини намоён этади. Нордон эритмаларда оксидловчи бўлмаганда Нобелий  $No^{2+}$  иони кўринишида мавжуд бўлади, у  $BaSO_4$  да чўкма ҳосил қилиб,  $LaF_3$  чўкмани ҳосил бўлишида эритмада қолади. Экстракцияда фосфор кислотанинг триоктиламин ва ди (2-этилгексил)дан фойдаланган ҳолда, ионли алмашинуви ва экстракцияли хроматография No ўзини  $Be^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  ва  $Ra^{2+}$  каби тутати ва +3 оксидланиш даражасига эга бўлган лантаноид ва актиноидлардан осонгина ажралиши мумкин. Периодат, пероксидисульфат ва броматионлар таъсирида  $No^{3+}$  гача оксидланиши мумкин.

U, трансуран элементлар ва бошқа енгил элементларни бомбардировка қилиш пайтида циклотронда нобелий изотоплари  $^{22}Ne$  ионлари томонидан синтез қилинади.

Нобелийнинг олинганлиги ҳақида 1957 йилда биринчи бўлиб Стокгольмда ишловчи олимларнинг халқаро гуруҳи хабар берди, унда А.Нобель шарафига элементни номлаш тўғрисида айтилди. Аммо ушбу гуруҳ томонидан олинган натижа хато бўлиб чиқди. 102-элемент ҳақидаги биринчи ишончли маълумотлар собиқ СССРда Г.Н.Флеров ва унинг ходимлари томонидан 1963 – 1967 йилларда U, Pu ва Am лардан тезлаштирилган  $^{22}Ne$ ,  $^{16}O$ ,  $^{17}O$ ,  $^{15}N$  ионлар билан нурлантирилиб, 252-256 масса огирлигига эга бўлган изотопларнинг ҳосил бўлиши кузатилган,  $\alpha$ -емирилиш ва спонтан бўлиниш ўрганилди. Ҳар бир изотоп икки ёки уч нишон-заррача кўринишларида олинган, анча вақт кейин худди шу изотоплар АҚШда Cm изотопларини ионларни  $^{12}C$  ёки  $^{13}C$  температурада нурлантириганда синтезланган. Россия олимлари 102-элементни қайта номлаш ва уни Ф.Жолио-Кюри шарафига «жолитий» (Joliotium, символ JI) деб номлашни таклиф қилдилар

**103. ЛОУРЕНСИЙ (Lawrencium).** Lr – кимёвий элементлар даврий жадвалининг III гуруҳи сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 103, актиноидлар гуруҳига мансуб. Барқарор изотопларга эга эмас.  $^{253}Lr$ ,  $^{254}Lr$ ,  $^{255}Lr$ ,  $^{256}Lr$ ,  $^{257}Lr$ ,  $^{258}Lr$ ,  $^{259}Lr$ ,  $^{260}Lr$  каби 8 та радиофаол изотопи маълум. Энг узоқ яшовчи изотопи  $^{260}Lr$  ( $T_{1/2}180$  с,  $\alpha$ -нур тарқатувчи). Оғирлик микдорида лоуренсий олинмаган ва унинг хоссалари бўйича тадқиқотлар  $^{256}Lr$  ( $T_{1/2} 35$  с) бирламчи атомлари билан ўтказилган. Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^1$ .

Лоуренсийнинг кашф қилиниши бўйича биринчи хабар 1961 йилда Америка олими А.Гиорсо (АҚШ) томонидан қилинган. Унинг кимёвий хоссаларини ўрганиш бўйича биринчи тажрибалар собиқ СССРда 1968 йилда ўтказилган,  $\text{LuCl}_3$  ўзининг учувчанлиги ва каттиқ жисмлар юзасида адсорбцияланиш қобилияти бўйича ўзини трихлорид Cm, Cf ва Fm ларга хос тутиши кўрсатилган.

**Олиниши.** Лоуренсий изотоплари O,N,C, B каби тезлаштирилган ионларидан нишонни нурлантириш билан олинади.

**104. КУРЧАТОВИЙ** (Kurchatovium). Ku – кимёвий элементлар даврий жадвалининг IV гуруҳида жойлашган сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 104, учинчи ўтиш сериясининг биринчи элементи. Барқарор изотопларга эга эмас. 253-262 масса рақамларига эга бўлган 10 та изотопи маълум. Энг кўп яшайдиган изотоп  $^{261}\text{Ku}$  ( $T_{1/2} = 1,1$  мин,  $\alpha$ -нур тарқатувчи). Элементнинг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^2$ .

Тортиладиган миқдорда Ku олинмаган, унинг хоссалари бирламчи атомларни қўллаган ҳолда тадқиқ қилинган. Кимёвий хоссаларни ўрганишнинг биринчи тажрибалари собиқ СССРда 1966 йилда И.Звара ва унинг ходимлари томонидан олиб борилган. Ku хлоридлари ва актиноид (оксидланиш даражаси +3) ҳолатини хроматографик усулда ўрганишда Ku ва актиноидлар хоссаларида катта фарқнинг борлиги, Ku ва Hf ҳолатида ўхшашлик борлиги тасдиқланди. Бу тажрибаларда  $^{259}\text{Ku}$  ( $T_{1/2} = 3$  с)  $^{242}\text{Pu}$  ( $^{22}\text{Ke}, 5n$ ) 259 реакциясида ҳосил бўлган Ku изотопи (150 кПа, 300-350°C) мўлжалидан узлуксиз ўтадиган ( $\text{N}_2$ ) азот билан тўхтаб қолди.

Газ оқимида кўп бўлмаган миқдорда хлорловчи агентларни ( $\text{NbCl}_5$  ва  $\text{ZrCl}_4$  ёки  $\text{TiCl}_4$  ва  $\text{SOCl}_2$ ) қўшди. Актиниод хлоридлари газ йўли деворларида чўкиб қолди, енгил учувчи Ku хлориди (худди Zr ва Hf хлоридлари каби) устун орқали ўтади ва спонтан бўлиниш бўйича тенглаштирилади. Бу тажрибаларда 12 та Ku атоми қайд қилинган. Худди шундай актиноидлар оиласига кирмайдиган ( $^{259}\text{Ku}$ ) биринчи оғир сунъий элемент айнан тенглаштирилди. Ku изотоплари Pb, Pu, Cm, Bk ёки Cf лардаги нишонларни тезлаштирилган ионлар билан Ti, Ne, O, N ёки C ларга мос равишда узоқ вақт нурлантирилиб олинади.

**105. ДУБНИЙ.** (Db) (1997 йилгача собиқ СССР ва Россияда нильсборий (Ns)) сифатида маълум. Кимёвий элементлар даврий жадвалининг 105-элементи, аналоглари Ta ва Nb. Барқарор изотоплари мавжуд эмас. 255, 257, 259-262 масса рақамли 6 та изотопи мавжуд. Энг узоқ яшовчи изотопи  $^{262}\text{Ns}$  ( $T_{1/2} = 40$ с). Элементнинг электрон конфигурацияси  $5f^{14} 6d^{47} s^1$ .

Ns ( $^{261}\text{Ns}$ ) биринчи бўлиб собиқ СССРда Г.Н.Флеров ва унинг ходимлари томонидан 1970 йилда олинган, кашфиёт муаллифлари Нильс Бор шарафига «нильсборий» деб номлашни таклиф этди.  $^{260}\text{Ns}$  изотопи 1970 йилда АҚШда А.Гиорсо томонидан  $^{249}\text{Cf}$  реакцияси  $^{15}\text{N}$  ионлари билан, кейинроқ энг узоқ яшовчи изотоп  $^{262}\text{Ns}$  ҳам олинган. АҚШда 105-элемент О.Гана номига кўра, «ганий» (Hanium, Ha рамзи) деб аталган.

**Нильсборий** кўп миқдорда олиниши мумкин эмас. Унинг хоссаларини тадқиқ қилиш бирламчи атомлар билан олиб борилган. Нильсборийнинг кимёвий хоссалари ҳақидаги маълумотлар И.Звара ва унинг ходимлари томонидан 1970 йилда олинган. Бу тажрибаларда  $^{243}\text{Am}$  ( $^{22}\text{Ne}$ , 4n)  $^{261}\text{Ns}$  ( $T_{1/2} = 21,8$  с) реакцияси натижасида ҳосил бўлган нильсборийнинг унумли атомлари 300°C температурада ( $\text{N}_2$ ) азот оқимида тўхтатилди ва термохроматографик колонкада кўчирилди.

Бир вақтнинг ўзида газ оқимида хлорловчи газсимон  $\text{TiCl}_4$  и  $\text{SOCl}_2$  агентлар қўшилади. Ns атомлари (18 та атом қайд қилинди) Hf сингиш зонасига қараганда жуда кам бўлган даражада сингдирилган, лекин Nb сингиш даражасига кўра ўта юқори даражада сингдирилган. 1977 йилда АҚШда рентген нурланиши (IV серия) 103-“тармоқланган” элемент атомлари чиқарадиган, қайд

қилиш йўли билан Ns тенглаштирилган, “она” Ns ( $T_{1/2} = 1,5$  с)  $\alpha$ -емирилиш натижасида ҳосил бўлган нурланиш  $\alpha$ -емирилиш амали билан тўғри келади.



Георгий Николаевич  
Флёров (1913-1990)

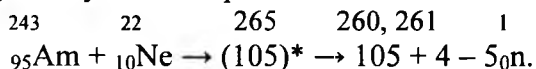
Ns изотопларини Am, Bk ёки Cf лар нишонларидан  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{15}\text{N}$  тезлаштирилган ионлари томонидан циклотронда олинади. Унинг олиниш тарихи қуйидагича: 105-элемент биринчи бўлиб илм шаҳри Дубнада 1970 йилда Г.Н.Флёров гуруҳи томонидан  $^{22}\text{Ne}$  ионлари билан, Берклидаги (АҚШ)  $^{249}\text{Cf} + ^{15}\text{N} \rightarrow ^{260}\text{Db} + 4n$  реакциясидан боғлиқ бўлмаган ҳолда,  $^{243}\text{Am}$  ядроларини бомбардимон қилиш йўли билан олинган.

ИЮПАК ишчи гуруҳи 1993 йилда 105-элементнинг кашф қилиниши ифтихори Дубна ва Беркли шаҳридаги гуруҳлар ўртасида бўлинган бўлиши керак. Номининг келиб чиқишининг ҳам ўзига хос тарихи бор. Совет тадқиқотчилари Нильс Бор шарафига нильсборий (Ns), америкаликлар – Отто Ган шарафига ганий (Ha), ураннынг спонтан бўлинишини кашф этган муаллифлар бирини номини қўйишни таклиф қилган. ИЮПАК қўмитаси 1994 йилда Жолио-Кюри шарафига жолиотий (Jl) номини таклиф этган, бу вақтгача элемент латин сони уннилпентиум (Unp) деб расмий ном билан, яъни оддийгина 105-элемент деб юритилган. Ns, Ha, Jl рамзларини ҳар хил йилларда чоп этилган элементлар жадвалларида, масалан, 2013 йилда кимёдан ЯДЭда кўриш мумкин эди. ИЮПАКнинг 1997 йилдаги якуний қарорига асосан элемент ядровий соҳасидаги тадқиқотлари бўйича Россия маркази бўлган илм шаҳри Дубна шаҳри шарафига дубний деб номланди.

#### Маълум бўлган изотоплар.

| Изотоп            | Масса | Ярим емирилиш даври        | Емирилиш тури  |
|-------------------|-------|----------------------------|--|
| $^{255}\text{Db}$ | 255   | $1,6_{-0,3}^{+0,6}$ с      | $\alpha$ заррача $^{251}\text{Lr}$ (80 %); бирдан бўлиниш  |
| $^{256}\text{Db}$ | 256   | $1,6_{-0,3}^{+0,5}$ с      | $\alpha$ -емирилиш $^{252}\text{Lr}$ (64%); $\beta$ - емирилиш $^{256}\text{Rf}$ (36%); бирдан бўлиниш (0,02%) |
| $^{257}\text{Db}$ | 257   | $1,50_{-0,15}^{+0,19}$ с   | $\alpha$ -емирилиш $^{253}\text{Lr}$   |
| $^{258}\text{Db}$ | 258   | $4,0 \pm 1,0$ с            | $\alpha$ -емирилиш $^{254}\text{Lr}$ (67 %); $\beta$ -емирилиш в $^{258}\text{Rf}$                             |
| $^{259}\text{Db}$ | 259   | $0,51 \pm 0,16$ с          | $\alpha$ -емирилиш $^{255}\text{Lr}$   |
| $^{260}\text{Db}$ | 260   | $1,52 \pm 0,13$ с          | $\alpha$ -емирилиш $^{256}\text{Lr}$   |
| $^{261}\text{Db}$ | 261   | $1,8 \pm 0,4$ с            | $\alpha$ -емирилиш $^{257}\text{Lr}$   |
| $^{262}\text{Db}$ | 262   | $35 \pm 5$ с               | $\alpha$ -емирилиш $^{258}\text{Lr}$ (67%); бирдан бўлиниш   |
| $^{263}\text{Db}$ | 263   | $27_{-07}^{+10}$ с         | бирдан бўлиниш (55%); $\alpha$ -емирилиш $^{259}\text{Lr}$ (41%); $\beta$ -емирилиш $^{263}\text{Rf}$ (3%)     |
| $^{267}\text{Db}$ | 267   | $73_{-0,33}^{+0,350}$ мин. | бирдан бўлиниш   |
| $^{268}\text{Db}$ | 268   | $.32_{-0,7}^{+11}$ с       | бирдан бўлиниш   |

Фермийдан оғирроқ бўлган бошқа элементлар каби 105-сонли элемент ядровий реакцияларда тезлаштирилган огир ионлар иштирокида олинган. 105-элементни синтез қилиш бўйича тажрибалар 1967 йилда Дубнада академик Г.Н.Флеров бошчилигида бошланди, неон-22 ионлари (120 МэВ энергиягача циклотронда тезлаштирилган) ва америций-243нинг тўлиқ қўшилиши реакцияси танланган эди.



Машхур Америка олимлари Гленн Сиборг ва Виктор Вайоланинг назарий баҳоларига кўра,  ${}^{260}_{105}$  ва  ${}^{261}_{105}$  изотоплари альфа-нурлантирувчилар бўлиши мумкин. Жуда қисқа вақт ичида (0,01дан 0,1 секундгача) улар альфа-заррачаларини тарқатиб (9,4...9,7 МэВ энергияси билан), 103-элементнинг ядросига айланиши керак эди. Ушбу элемент етарли даражада ўрганилган. 255 ва 256 оғирликка эга бўлган изотоплари 20-30 секунд “яшайди” ва альфа-заррачаларни тарқатади, 101-менделевий элементи ядросига айланади.

1968 йил бошига келиб узоқ вақт тажрибалар натижасида альфа-емирилиш билан генетик боғлиқ бўлган 10 га яқин ҳодисалар қайд этилган. Янги қисқа яшовчи нурлантирувчи 9,4 МэВга яқин энергия берувчи альфа-заррачалар беради, бу эса назарийётчиларнинг башоратларига мос келар эди.

Нуклонларнинг тоқ сонли ядролари учун альфа-заррачаларнинг ҳаёти муддати ҳақида маълумот ҳар доим жуда аниқ бўлмаган. Агар “жуфт” ядролар (протонлар сони ва нейтронлар сони – жуфт) каторида бу хоссалар қонуний ўзгаради, “тоқларида” ҳолат умуман бошқача. Табиийки, назарий баҳоларнинг ноаниқлиги “тоқ” элемент ва изотопларни қидиришда кийинлашади.

Ҳақиқатан ҳам, бу жараён нимагадир ёрдам берди. 105-элементни 103-элемент ядросига айланиши бир қанча ноанъанавий йўл билан кетишига йўл очди. Альфа-заррачани тарқатиб 105 протонли ядро билан, 103-элемент ядросига унинг асосий ҳолатида осон айланмайди, тармоқланган ядроларнинг қандайдир оралик, тўлқинланган ҳолати ҳосил бўлиши мумкин.

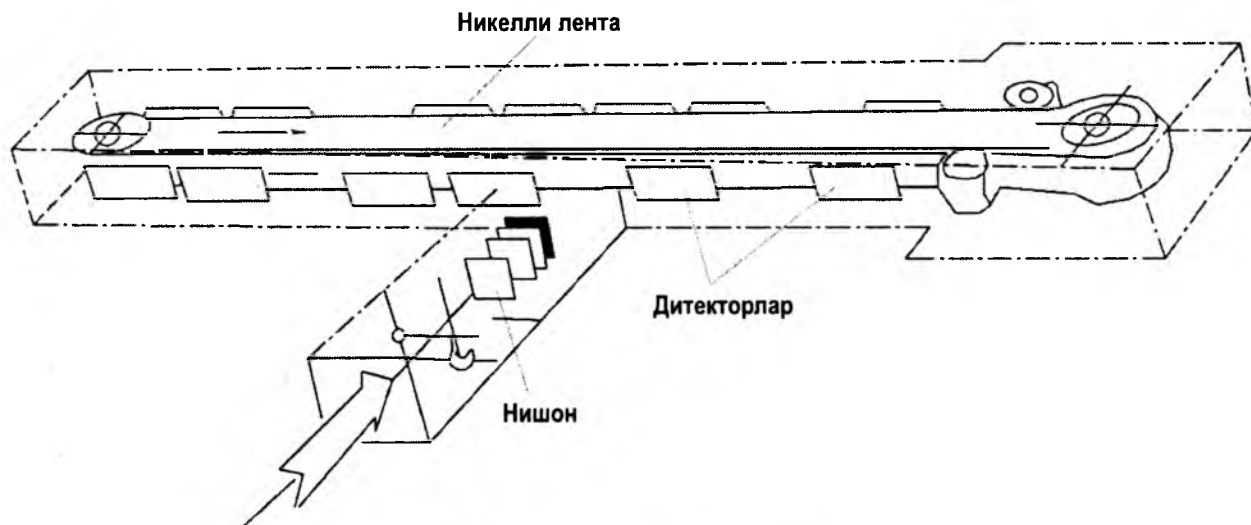
Шунинг учун альфа-заррачаларнинг янги ядролари тарқатадиган энергия назарийётчилар олдиндан айтган 9,4-9,7 МэВ ҳажмдан камроқ бўлиши мумкин ва 8,9-9,2 МэВ ни ташкил этади. 105-элемент ядролари ҳаёт давомийлиги кутилгандан ўн марта ортиқ бўлиши мумкин. Буларнинг барчасидан айтиш мумкинки, 9,4-9,7 МэВ соҳаси каби бошқа энергия бўйича энг паст бўлган спектр қисмини диққат билан тадқиқ қилиш лозим.

Бу ерда қанақа спектр эканлигини тушунтириб бериш керак. Бошқа кўплаб тадқиқотларда бўлганидек, ядровий кимёда алоҳида маълумотлар эмас, балки энергия бўйича заррачалар тарқалишининг тўлиқ ҳолати ҳақидаги маълумот олинади. 105-элементни синтез қилишда шундай спектрларни дубна тажрибаларида олган. Аммо 1968 йилдаги тажрибаларда 9,4 МэВдан паст спектр қисми таҳлили нур тарқатиш ранги сабабли кийин бўлган. Альфа-нур тарқатувчилар қўргошиннинг кичик аралашмаларида нишон материалида ҳосил бўлган. Бу фонли реакциялар эҳтимоли кучли, бу реакциялар маҳсулотларининг ядровий хоссалари 105-элемент учун жуда яқин. Қўргошин ва ураннынг ҳатто яроқсиз эски аралашмаси ҳам хавфлидир.

Ушбу микроаралашмалар нишонда йўқ дейишга кафолат бўлмаган. Шундай қилиб, 1968 йилдаги тажрибалардан олинган натижалар башоратларга яқин бўлса-да, Г.Н.Флеров ва унинг кўп ходимларининг фикрига кўра, 105-элементнинг кашф этилган, деб тасдиқланиши учун етарли асос бўла олмади. 102-, 103- ва 104-элементлар хоссаларини таҳлил қилиш 105-элементнинг спонтан бўлиниш билан бир қаторда альфа-емирилишни ҳам бошидан кечирishi лозим деб фараз қилишга имкон берди.

Спонтан бўлиниш бўйича элементни тенглаштириш сўзсиз кадр-қимматга эга. Биринчидан, оғир ядронинг икки қисмга парчаланиш далили альфа-емирилиш ҳолатларига қараганда анча содда ва ишончлилиги аниқланган. Спонтан бўлинишни қайд қиладиган аппаратура анча нозик. Иккинчидан эса, тажриба тўғри ташкил этилса, фон умуман йўқолади.

Бу ҳолатларни эътиборга олиб, 1969 йил ноябрда ядровий реакциялар лабораториясида спонтан бўлиниш бўйича 105-элементни кидириш ишлари бошланиб кетди. Синтез реакцияси аввалгидек бўлган: америций-243 + неон-22. Ядро нишонлари учиб келадиган ионлардан катта куч олиб, узунлиги 8 метр, эни 2,5 см бўлган чексиз никель конвейер-тасма тўпламига тушади. Тасма доимий тезликда ҳаракат қилади. Нишондан орттирилган ядроларни тўплам спонтан бўлиниш парчалари қайд қилувчи детекторларга кўчириб ўтказди. Фонни йўқотиш учун тўпламни ва детекторни рекорд даражасида уран микдори кам бўлган ўта соф материаллардан ясаганлар уран микдори 1 грамм материалга юз миллиард граммдан кам бўлган. Фосфат шишадан ясалган юздан ортиқ детекторлар (60x35 мм ўлчамдаги пластинкалар кўринишида), тасма атрофига жойлаштирилган. Махсус кимёвий ишловдан сўнг шундай шишада бўлиниш парчалари қолдирган изларни кўриш мумкин бўлган. Детектордаги изларни тақсимланишига кўра спонтан бўлинаётган изотопнинг ҳаёт муддати ҳақида, излар сонига қараб унинг ҳосил бўлишини муҳокама қилиш мумкин бўлган.



3.33-расм. Тажриба қурилмаси.

Спонтан бўлинувчи қисқа яшовчи ядроларни қайд қилувчи тажриба қурилмаси схемаси берилган. Ушбу қурилма ёрдамида кўп детекторлар билан биринчи бўлиб 105-элементнинг ядроларини спонтан бўлинишини аниқлаш мумкин бўлган.

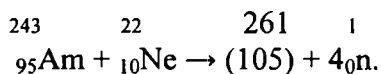
70 соат давом этган биринчи тажрибанинг ўзидаёқ 1969 йилда икки секунд атрофида ярим емирилиш даврига эга бўлган изотопнинг спонтан бўлинишидан ҳосил бўлган парчалардан 58 та из қайд қилинган. Аввал шу каби хоссаларга эга бўлган изотоп маълум эмас эди. Табиий равишда фараз қилиш мумкинки, шу каби ярим емирилишли спонтан бўлинишни 105-элемент бошидан кечирмоқда. Лекин буни исбот қилиш учун янги нур тарқатувчини ҳосил бўлиш механизмини аниқлаш керак.

Америций-243 неон-22 ионлари билан нурлантирилганда, 105-элемент ўзаро ҳаракатланаётган ядролар фақат тўлиқ ҳосил бўлиши мумкин эди. Шу каби реакцияларда кидирилган маҳсулотнинг ҳосил бўлиш эҳтимоли учиб келадиган заррачалар энергиясига

боғлиқ, ион энергиясининг ўзгариши атиги 10 фоиз реакция маҳсулоти чиқишини 10 мартадан кўпроққа камайтириб борди.

Танлаб олинган реакциянинг яна ўзига хослиги шундаки, тўлиқ қўшилишига атиги марказидагиси олиб келади. Шунинг учун ядро маҳсулотлар импульсни саклаш қонунига асосан заррачалар тўплами йўналишига қараб олдинга интилади. Агар тегиб кетиши содир бўлса, унда учиб келадиган ядро ва нишон ядро бир нечта нуклонлар (протонлар ёки нейтронлар) билан алмашинади ёки зарядланган заррачалар учиши билан реакциялар боради ёки тўлиқ бўлмаган қўшилиш содир бўлади.

Тинимсиз ва етарли даражада узоқ тажрибалардан сўнг спонтан бўлинувчи ярим емирилишга эга бўлган изотоп икки секунд атрофида реакция шартларига кўра америций ва неон ядроларининг тўлиқ қўшилиши амалга ошишига имкон бўлади. Зарарли жараёнлар маҳсулотлари махсус мосламалар билан ажратилади. 10- ва 95-элементлар ядролари тўлиқ қўшилганда, 105-элементнинг ядролари ҳосил бўлади, лекин изотопнинг қайси бири эканлигини билиш учун битта мураккаб боғлиқлик хусусиятини ўрганиш зарур эди. Физик олимлар аввалдан, уйғониш функциясини акс эттирадиган, яъни энергиядан янги ядро ҳосил бўлиш эҳтимоли боғлиқлигидан, эгри функциялардан фойдаланган. Ушбу тажрибалар натижалари бўйича қурилган эгрлари, ядроларни тўлиқ қўшилиш реакцияси ўз ўрнига эга бўлган, ундан сўнг ҳосил бўлган таркибли ядролар совуганда тўрттадан нейтрон чиқарган. У ушбу реакция асосида боради:



Ҳар бири 40-50 соат давом этган бир нечта назорат тажрибалари олиб борилган. Барча тажрибалар бир хил натижа бера бошлади. Шунинг учун ҳам, улардан сўнг ишонч билан шуни хулоса қилиш мумкин бўлди: 105-элемент ядроси шаклланади, эҳтимол  ${}^{261}_{105}$  ярим емирилишли секундига  $1,8 \pm 0,6$  изотопи ҳосил бўлиши мумкин. Бу ядролар икки йўл билан парчаланади ёки спонтан (тахминан 20% ҳолларда) ёки альфа-заррачаларни тарқатган ҳолда. Бу тажрибаларда ҳаммаси бўлиб янги элементнинг 400 дан ортиқ ядроси қайд қилинган эди. Бу ҳақдаги биринчи нашр “Ядровий тадқиқотларнинг қўшма институти хабарлари”да 18 февраль 1970 йилда чоп этиш учун қабул қилинди. Тезда 105-элементнинг кашф этилиши ҳақидаги янгиликлар Дубнадаги “Ядро энергияси”, “Ядро физикаси” ва «Nuclear Physics» каби журналларда пайдо бўла бошлади.

Эътибор қилсак, 105-элемент изотопининг яшаш даври назариётчилар айтгандан 10 мартадан кўп экан.

Лоуренс номидаги лабораторияда (Беркли) 105-элементнинг кашф қилинганлиги ҳақидаги биринчи хабар 1970 йил 28 апрелда қайд этилди. Синтез реакцияси бу ерда бошқача бўлган: калифорний-249 азот-15 ионлари билан бомбардимон қилинган. Фақат альфа-парчаланаш ва тармоқларга ажралиш маҳсулотлари бўйича янги ядроларни қайд этади. Бу тажрибаларда секундига  $1,6 \pm 0,3$  бўлган ярим емирилишли ( $E_{\alpha} = 9,06$  МэВ) альфа-нур тарқатувчи ядролар қайд этилган эди. Америка олимлари Дубна физикларининг кашфиётини тасдиқладилар ва ушбу кашфиётнинг афзалликларини ҳам айтиб ўтдилар. 105-элемент кимёвий хоссаларига кўра тантал ва ниобийга аналог бўлиши кутилган эди. Шундай экан, хлорид, эҳтимол оксихлорид ўта учувчи бирикмалар бўлиши керак эди, ушбу ҳолда газсимон хлоридларнинг алоҳида зоналарига адсорбция (сингиш) ҳолати усули қўлланилди.

${}^{243}\text{Am} + {}^{22}\text{Ne}$  реакциясида ҳосил бўлган бериш атомлари физик тажрибалардаги каби нишондан отилиб чиқишарди. Лекин уларни энди никелли тасмага йиғишмаган, балки  $300^{\circ}\text{C}$  температурагача қиздирилган азот оқими билан ушлаб олинган ва бу оқим уларни шишадан



ясалган махсус термохроматографик колонкага олиб борган. Бир вақтнинг ўзида колонкаларга дастлаб хлорланган агентлар – бугсимон  $TiCl_4$  ва  $SOCl_2$  жўнатилган.

Колонкаларнинг биринчи қисми (узунлиги тахминан 30 см)  $300^\circ C$  ҳароратда бўлган ва учувчан бўлмаган қаттиқ хлоридларни ажратиб олишга хизмат қилган. Учувчан атомлар эса колонканинг иккинчи узунроқ қисмига (130 см) тушган. Бу ерда ҳарорат бир маромда  $50^\circ C$  га қадар пасайтирилган, турли элементларнинг хлоридлари ўзининг учувчанлик хоссасига кўра турли зоналарга тушишган. Ноаниқ элементнинг тушган зонасига кўра, ушбу элемент ниманинг аналог (ўхшашлик) и эканлигини топиш мумкин эди. Олдинги тажрибаларда 105-элементнинг аналоги бўлиши мумкин бўлган биттасини, яъни ниобий, шунингдек, гафнийнинг ҳам зонасини аниқладилар. Энди бир нарсани аниқлаб олиш керак эди, қаерда янги ядролар адсорбция (сингиши) бўлиши мумкин. Ўз-ўзидан (спонтан) бўлиниш шу ерда ҳам ёрдам берди. Спонтан бўлиниш ҳаракатлари бир неча шаффоф пластинкалари билан қайд этилган. Агар реакцияда ҳақиқатда 105-элемент “экатантал” ҳосил бўлган бўлса, у ҳолда спонтан бўлиниш ҳаракатида максимал парчалар устуннинг “тантало-ниобийлик” қисмида қайд этилган бўлар эди.

Неон ва америцийнинг ўзаро ҳаракати натижасида юзага келган спонтан бўлинишнинг парчаларидан қолган изларнинг жойлашуви ва гуруҳларга бўлиниши (20 га яқин қайд этилган) шуни исботладики, спонтан бўлинишдаги фаоллик асосан ниобий хлориддан кўра учувчанлиги пастроқ бўлган хлоридга тегишли, лекин у учувчанлиги бўйича гафний хлориддан паст эди. Ушбу хоссалар башорат қилинган 105-элементнинг – экатанталга мувофиқ келди.

1973 йил ёзда 105-элементнинг кимёвий хоссаларини аниқлашнинг бошқача усули синаб кўрилди. Учувчан бромидлар билан иш жараёнида (хлорид билан эмас) худди ўша натижаларга эришилди. 105-элементнинг кашфиётчилари бу элементни XX асрнинг етакчи физикларидан бири, фаннинг тинчлик ва тараққиёт учун хизмат қилиши тарафдори Нильс Бор шарафига нильсборий деб аташни таклиф этдилар.

Америкаликлар томонидан таклиф этилган “ганий” номини тасдиқламаганидек, назарий ва амалий кимё халқаро иттифоқи ҳали 105-элементнинг ушбу номини тасдиқлагани йўқ эди. 102...105-элементларнинг кашф этилиши борасида америкалик ва собиқ совет олимларининг муҳим тортишувида ҳалигача ушбу баҳсни бир ёқли қиладиган учинчи тараф топилмади. Энг оғир кимёвий элементларнинг адолатли ва қатъий номланиши ҳақидаги муаммо ҳалигача ўз ечимини топганича йўқ.

Тоза ва амалий кимё халқаро жамияти (International Society for Pure and Applied Chemistry) шу каби муаммоли саволларни ноорганик бирикмалар номенклатураси бўйича кўмитада кўриб чиқиб, турли мамлакатлар олимлари томонидан таклиф этилган фикрларни ҳисобга олиб, 1997 йилда элементларга ном беришдаги тортишувларга барҳам берди ва 104, 105, 106-элементларга ном бериш ҳақида қарор қабул қилинди. Эндиликда 104-элемент – резерфордий, 105-дубний, 106-сиборгий деб номланадиган бўлди.

**106. СИБОРГИЙ.** (Seaborgium). Sg – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VI гуруҳига мансуб сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 106. Барқарор изотоплари йўқ, масса сони 259-261-263-265-266 га тенг бўлган 6 та изотопи маълум. Энг узоқ яшовчи нуклиди 265 ( $T_{1/2}=21$  сек,  $\alpha$ -нурланувчи). Оксидланиш даражаси +4,+6, баҳоланган маълумотларга кўра, 5-4+ ионининг радиуси 0,086 нм. Тортиладиган миқдорда олинмаган, унинг хоссалари ўрганилмаган. Кимёвий хоссаларига кўра, Сиборгий ва Мо нинг аналоги бўлиши керак. Илк бор 1974 йилда америкалик физик ва радио кимёгар Сиборгий Сиборг ўз ходимлари билан биргаликда синтез қилган. Деярли бир вақтда рус физиги ва кимёгари Сиборгий Сиборг Флёров билан биргаликда 207P ва 2 (18 нишонларини 54 Sg нинг тезкор

ионлари билан нурлантириб олган. 1997 йилда элементни ИЮПАК сиборгий (Сиборгий – Сиборг шарафига) деб тасдиқлади. Атом массаси 271, элементнинг электрон тузилиши  $Sg\ 5f^{14}6d^47s^2$ .

**Тарихи.** Сиборгий 1974 йил Берклидаги Калифорний университети Лоуренсий номидаги лабораторияда олинган. Янги элементни ҳосил қилишда  $^{249}\text{Cf} + ^{18}\text{O} \rightarrow ^{263}_{106}\text{Sg} + 4n$  реакциясидан фойдаланган. Нуклид  $^{259}\text{Rf}$  да  $\alpha$ -парчаланиш ва кейинги  $^{255}\text{No}$  билан тенглаштирилган.

Дубнада бир пайтнинг ўзида мустақил равишда ишлаган Г.Н.Флёров ва Юрия Оганесяннинг гуруҳлари 106-элементни кўрғошин ва хромнинг ядролари қўшилиши реакцияси синтези ҳақидаги маълумотни чоп этди. 106-259 ядро спонтан бўлиниши реакцияси ярим емирилиш вақтини бир қанча миллисонияни ташкил этганини олимлар қайд этишди. Ушбу муваффақият илмий кашфиёт сифатида собиқ СССРнинг давлат реестрига 194-рақам асосида, 1974 йил 11 июль куни қуйидагича киритилган: “Аввал номаълум бўлиб, атом рақами 106 бўлган радиофаол изотопнинг пайдо бўлиш ҳодисаси тасдиқланди, бунда кўрғошин изотопларини тезлаштирилган хром ионлари нурлантирилганда кўрғошин ва хром ядроларининг қўшилиши рўй беради, емирилиш даври 0,01 с атрофида, атом рақами 106 бўлган янги изотопнинг ҳосил бўлиши аниқланди ва расмийлаштирилди”.



Георгий Николаевич Флёров (1913-1990)

IUPACнинг ишчи гуруҳи 1993 йилда Дубнадаги гуруҳнинг олиб борган тадқиқотлари катта аҳамиятга эга бўлса-да, улар Берклидаги олимлар гуруҳи каби янги элементнинг ҳосил бўлишини ишонч билан ҳаммага намойиш қила олмаган. Шунинг учун 1997 йил IUPAC собиқ иттифоқ олимлари томонидан таклиф этилган “резерфордий” номи ўрнига Берклидаги плутоний ва бошқа тўққиз трансурани элементларининг кашф этилишида қатнашган физик Гленн Сиборг шарафига номлаш ҳақида қарор қабул қилинди. Сиборг ҳаётлик даврида ўзининг шарафига элемент номлаган биринчи олим бўлди.

Сиборгий сунъий ядровий йўл билан ҳосил қилинади. Зарраларнинг катта қисми ядрога атомни ўзгарувчан қилиб олингандан сўнг уни кичик заррачаларга парчалайди. Сиборгий Д.Менделеев даврий системасининг трансактиноидлар сирасига кириб, VI В гуруҳ еттинчи даврийликка тегишлидир.

Олимлар 258-267, 269 ва 271 каби масса рақамлари ярим емирилиш даври билан фарк қилувчи сиборгий изотопларини оладилар.  $^{271}\text{Sg}$  нинг энг катта ярим емирилиш даври (2,4 минут)ни ташкил этади.

**Кимёвий бирикмалари.** Сиборгийнинг қуйидаги бирикмалари маълум:  $\text{SgO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{SgO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{SgO}_3$ ,  $\text{SgO}_2\text{OH}_2$ , шунингдек, ионлар мажмуи:  $[\text{SgO}_2\text{F}_3]^-$  ва  $[\text{Sg}(\text{OH})_5(\text{H}_2\text{O})]^+$ .

Сиборгийнинг карбонил мажмуаси ҳам аниқланган  $\text{Sg}(\text{CO})_6$ . Сиборгий (экавольфрам). 1974 йилда инсониятга маълум бўлган кимёвий элементлар яна биттага кўпайди. Улар 106 тани ташкил этади. 104- ва 105-элементлар орасида олти йил, 105- ва 106-элементлар ораси эса 4 йилни ташкил этгани учун яқинда яна бир янги элемент пайдо бўлади, деган тахмин ҳам пайдо бўлган эди. Ушбу оптимистик умидларнинг сабаблари кейинчалик айтиб ўтилади. Шу ўринда айтиш жоизки, энди ядровий ҳосил қилишларга – синтезларга янгича қараш юзага келди, чунки айнан янгича қараш туфайли 106-элемент кашф этилган эди. 106-элемент учун – резюме ёки хулоса қуйидагидан иборат: 1974 йил 106-элементнинг 259 ва 263 рақамли изотоплари ҳақида хабарлар пайдо бўлди.

Улардан биринчиси кўрғошин ва хромнинг ядровий реакциялари бирикувидан икки ёки учта нейтрон тарқалишидан ҳосил бўлган бўлса, бу изотоп альфа-емирилиш билан бирга ярим емирилиши 7 миллисония бўлган спонтан бўлинишни бошидан ўтказди. Иккинчи изотоп оғир нишонда (калифорний) классик реакцияда 18 кислород ионларини бомбардимон қилиш йўли билан олинган. Бу изотопнинг ярим емирилиш даври  $0,9 \pm 0,2$  сек., альфа-нурланиш энергияси  $9,06 \pm 0,04$  МэВ ни ташкил этади.

3.9-жадвал

### Маълум изотоплари

| Изотоп            | Масса | Ярим парчаланиш даври  | Емирилиш тури   |
|-------------------|-------|------------------------|---|
| $^{258}\text{Sg}$ | 258   | $2,9 + 1,3 - 0,7$ мс   | спонтан бўлиниш   |
| $^{259}\text{Sg}$ | 259   | $0,48 + 0,28 - 0,13$ с | $\alpha$ -емирилиш $^{255}\text{Rf}$ (90 %); спонтан бўлиниш      |
| $^{260}\text{Sg}$ | 260   | $3,6 \pm 0,9$ мс       | $\alpha$ - емирилиш $^{256}\text{Rf}$ ; спонтан бўлиниш           |
| $^{261}\text{Sg}$ | 261   | $0,23 \pm 0,06$ с      | $\alpha$ - емирилиш $^{257}\text{Rf}$                             |
| $^{262}\text{Sg}$ | 262   | $6,9 + 3,8 - 1,8$ мс   | спонтан бўлиниш<br>$\alpha$ - емирилиш $^{258}\text{Rf}$ (< 22 %) |
| $^{263}\text{Sg}$ | 263   | $1,0 \pm 0,2$ с        | $\alpha$ - емирилиш $^{259}\text{Rf}$ ; спонтан бўлиниш (< 30 %)  |
| $^{264}\text{Sg}$ | 264   | $37 + 12 - 11$ мс      | спонтан бўлиниш   |
| $^{265}\text{Sg}$ | 265   | $8 \pm 3$ с            | спонтан бўлиниш $\alpha$ -емирилиш $^{261}\text{Rf}$              |
| $^{266}\text{Sg}$ | 266   | $21 + 20 - 12$ с       | спонтан бўлиниш $\alpha$ -емирилиш $^{262}\text{Rf}$              |
| $^{271}\text{Sg}$ | 271   | $2,4 + 4,3 - 1,0$ мин  | $\alpha$ - емирилиш $^{267}\text{Rf}$ ; спонтан бўлиниш           |

Келтирилган тавсифларга кўра, қаерда қандай изотоп олинганини топиш мушкул эмас. Дубнадаги ядро реакциялари алоҳида ҳуқуқлари ва усуллари спонтан бўлиниш асосидаги янги ядроларнинг қайд этилиши.

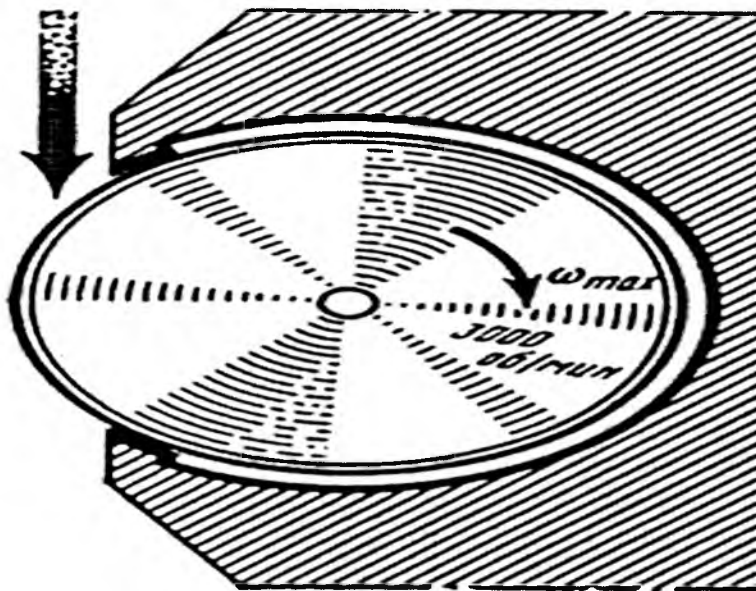
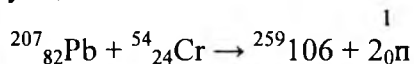
106-элементни синтез қилиш учун АҚШ циклотрон ихтирочиси бўлган Э.Лоуренс номидаги яна бир лаборатория мутахассислари жалб этилган эди. Бу лаборатория ҳам Калифорния штатида, фақат Ливермор шаҳрида жойлашган эди. Америкаликларнинг бу борадаги ишлари ҳақидаги дастлабки қайдлар 1974 йил сентябрда қайд этилган. 106-элементнинг кимёвий хоссалари собиқ СССРда ҳам, АҚШда ҳам ўрганилмаган. Шу сабабли кимёда 106-элемент ҳақида гапиришга ҳали эрта эди. Менделеев жадвалидаги 106-элемент, -бу – эковольфрамдир. Демак, у ҳам вольфрамга ўхшашдир.

1974 йил майда “Кимё ва ҳаёт” журналининг муҳбири Дубнага келиб, Дубна ва Серпухова физиклари томонидан кашф этилган антитритон, яъни энг оғир антизарра ҳақида маълумот олмоқчи бўлади. Шу сабабли у Дубнадаги ядро муаммолари лабораториясига ташриф буюради. Бу ерда 106-элементнинг кашф этилганлиги ҳақидаги хабарни эшитиб,

унинг кашфиётчиси ким эканлиги билан қизиқади. Бу ҳақда янада тўлиқроқ маълумот олиш учун академик, лаборатория мудир Г.Н.Флёровнинг олдига боради ва у кишидан 106-элементнинг айнан Оганесян бошчилигидаги гуруҳида ишлаб чиқилган реакция асосида ҳосил қилинганини билиб олади.

Шунингдек, Г.Н.Флёровнинг берган маълумотига кўра, 106-элементнинг олиниши лабораториядаги икки гуруҳга беркитилгани ва улардан бирига Виктор Друин бошчилигидаги олимлар гуруҳи, 106-элементни ҳосил қилишда классик ядро реакцияси, яъни Кюриёй нишонини неон атомлари (кюриёй ат.н. 96, неоннинг эса – 10;  $96 + 10 = 106$ ) билан бомбардимон қилиш реакциясидан фойдаланиб, 106-элементни ҳосил қилишга уринган.

Юрий Оганесян, Виктор Друин ва бошқа олимлар эса барқарор кўрғошиндан энг оғир ион бўлган хромни ишлатган ҳолда (бу ўринда хром) янги элементни олишни истаганлар. Лаборатория директори Г.Н.Флёров эса Оганесяннинг 106-элементни синтез қилишдаги бу янги услубини ишонқирамай қарши олишган. Худди бир вақтлар И.В.Курчатов ўзининг шогирдлари К.А.Петржак ва Г.Н.Флёровнинг спонтан бўлинишни кашф этишларида ёрдам берганидек. Академик хонасидан чиқар экан, муҳбир янада кўпроқ маълумот олиш учун Оганесян билан учрашади ва 106-элементнинг олиниши ҳақидаги хабарни ҳақиқатда тўғри эканлигига ишонч ҳосил қилади. Оганесяннинг берган маълумотига кўра, тез айланувчи кўрғошин нишони шаффоф минерал айлана билан ярим ўраб олинади. Кўрғошин асосидаги ядро бўлакчалари оддий ядро реакцияларига нисбатан камроқ нейтрон чиқариши аниқланди. Янги нур тарқатувчи элемент эса қуйидагича олинган:



3.34-рasm. Сиборгий олиш қурилмаси.

Доимий тезликда тез айланадиган цилиндрик камеранинг устки қисми кўрғошин моноизотопининг юпқа қисми билан ўралган. Ушбу кўрғошин нишонга маълум бир бурчак остида циклотронда тезлатилган хром ионларининг тарами йўналтирилган. Бу вақтда нишоннинг қисми ионлар тарамидан чиқиб, бўлиниш парчалари нишонни ўраб турган шаффоф минерал детекторларга учиб ўтган. Кейинчалик трекар сонига қараб турли детекторларда ярим бўлиниш даври ҳисобланган. Кўрғошин ядроси протон қобиклари билан

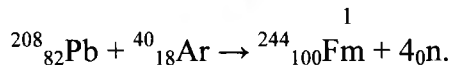
тўйдирилган бўлиб, улар мураккаб тузилишга эга. Ядро снаряди кўрғошин ядросига кириш учун бирмунча кўпроқ энергия сарфлаши керак бўлади. Шунинг учун кўрғошинни ядровий эритишда энергияни одатдаги бошқа элементлардан камроқ сарфлайди.

106-элементнинг олинганлиги тўғрисидаги расмий хабар 1974 йил 27 май куни Ядро изланишлари қўшма институтининг илмий кенгашида Г.Н.Флёров томонидан эълон қилинади. Дубнадаги <sup>259</sup>106 изотопининг олиниши ҳақидаги мақола эса 1974 йил 11 июлда қайд этилган. Бу вақтга келиб, спонтан бўлинувчи ярим парчаланиш даври 0,007 сонияга тенг ядролар сони 60 дан кўпрогини қайд этган.

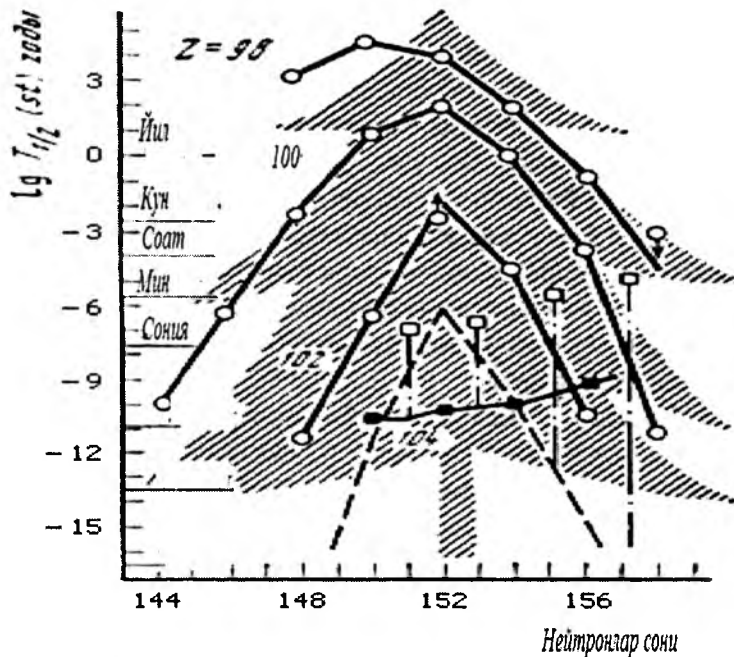
### Физик олимларнинг далиллари

Нима учун ушбу ядроларнинг янги эканлигига қарор қилинди? Биринчидан, олдинги ядроларнинг спонтан бўлиниши бундай сифатларга эга бўлмаган. Иккинчидан, реакция шарт-шароитларининг бундай ўзгартирилиши, яъни кўрғошин ёки хром изотопининг нишон тариқасида бомбардимон қилиниши эса олдинги тадқиқотлардан эришилган натижага зид эди. Парчаларни тутиб олиш ва ҳосил қилиш учун махсус қурилма тузилган. У биров соддароқ эди: барқарор тезликда айланувчи цилиндр, ташқи томондан моноизотоп кўрғошиннинг юпқа қатлами билан қопланган. Бу нишонга маълум бурчак остидан хромнинг циклотронда жадаллаштирилган ионлари йўналтирилади. Бу вақтда 106-элементнинг ядроси ҳосил қилинади. Нишоннинг қисми ионлар мажмуидан ажралиб чиқиб, шаффоф минерал детекторларида спонтан бўлиниш асосида парчалар учеди. Кейин учувчан парчаларнинг треклар сонига қараб ярим парчаланиш вақти аниқланади. Ядролардаги устки қатлам самарали нуклеосинтезга ёрдам берган, бу эса албатта назарий ва амалий исботланиши керак эди. Шу сабабли назарийчи А.С.Илишов олдиндан янги ядроларнинг ҳосил қилиниши тўсиқларнинг катталикларини ҳисоблаб чиққан. Синтезнинг бундай усули, албатта, маълум бир изотопнинг кашф этилишидаги янги усули эди.

Биринчидан, бу изотоп яхши ўрганилган ва спонтан бўлинувчи бўлиши керак. Иккинчидан, бу изотоп асосан кўрғошин ва оғир элемент, масалан, аргондан ҳам оғир элемент ионлари ядровий реакциясида ҳосил бўлиши керак эди. Унда қуйидаги реакция танланди:



АҚШда 1967 йилда олинган фермийнинг хоссаси 244 деб тасдиқланган. Ушбу изотопнинг ядроси 100% спонтан бўлинишга эга. Ярим парчаланиш даври эса миллисонияга тенг. Ҳисоб-китобларга кўра,  $\text{Pb} + \text{Ar} \rightarrow \text{Fm}$  ядровий реакцияси эҳтимоли уран ва кислород иштирокидаги ядро реакциясидан 10 марта камроқ эди ва буни, албатта, тажрибада синаб кўриш керак эди. Реакция натижасида ярим парчаланиш даври  $4 \pm 0,5$  миллисонияга спонтан бўлинувчи тенг нур тарқатувчи қилиб олинди. Ишнинг иккинчи босқичида “эски элементлар”нинг янги изотопларини янги усул билан ҳосил қилиш керак эди. Бу ерда, энг қизиғи, курчатовий нейтрони танқис изотопларининг – <sup>254</sup>Ku, <sup>255</sup>Ku ва <sup>256</sup>Ku ларни олиш билан боғлиқ тажрибалар бўлди. Снаряд сифатида титан ионлари, нишон сифатида эса кўрғошин ишлатилди. Ушбу босқичнинг асосий натижаси, бу – уч хил янги ядроларнинг кашф этилиши эмас, балки 104-элемент изотопларининг ҳаётий даврийлиги ва спонтан бўлиниш эди. Буни янада аниқроқ тушуниришда эса 3.35-расмдан фойдаланилади. Ушбу расмда бир қанча энг оғир элементларнинг изотоплари спонтан бўлинишидаги ярим емирилиш даврлари тизимли тасвирланган. Горизонтал чизик бўйича ядродаги нейтронлар сони, вертикал чизикда эса уларнинг спонтан бўлиниш асосидаги ярим парчаланиш даври туширилган. Тажрибавий қия чизиклар эса 98-, 100- ва 102-элементларининг ҳаётий даврларини ифодалаган.



3.35-расм. 99-104гача бўлган элементларни ҳаётий даврлари.

Логарифмик шкаладаги спонтан бўлиниш ярим емирилишлар даври тизими шундай тарзда 98-,100-,102- ва 104-элементларнинг изотоплари вертикал чизикдаги  $\lg T_{1/2}(sf)$  билан ифодаланган. Яхлит чизиклар билан эса экспериментал нукталар бирлаштирилган. Пастдаги пунктир чизик эса америкалик физик А.Гиорсонинг 104-элемент изотопларига қилган назарий башоратидир. Қора квадратлар бу – курчатовийнинг жуфт-жуфт изотопларининг тажрибавий маълумотларидир. Ёрқин рангдагилари эса тоқ изотопларни англатади. Кўриб турганимиздек, тажриба яна бир бор назарияга қарши чиқиб, назариянинг башоратларини инкор этади. Ушбу даврий тизим муаллифи А.Гиорсо яна бир пунктир чизикни 104-элемент учун чизиб чиқади.

Дубнада 104-элементнинг изотоплари ярим парчаланиш даври ҳақидаги дастлабки маълумотлар олинганидан сўнг, уларнинг мазмуни мантиқий, лекин назарий аҳамият касб этди. Бу эса Америка олимлари учун  $^{260}\text{Ku}$  изотопи ярим парчаланиш даврини Дубнадаги олимлар томонидан тасдиқланиш ҳақидаги хабарга гумон билан қарашларига асос бўлди. Лекин Дубнадаги олимлар томонидан олиб борилган тадқиқотларга кўра 104-элемент изотоплари юқоридаги расмда кўрсатилганидек бўлмади, балки нейтронлар сони ортса-да, ядро барқарорлигини йўқотмади. Бу тажриба эса ўз-ўзидан А.Гиорсо томонидан илгари сурилган назарияга бирмунча зид эди.

Ишнинг учинчи босқичида 106-элементни олиш керак эди. Ушбу элемент қачон ва қай тариха ҳосил қилинганлиги ҳақида олдиндан маълумотга эга эди, лекин энди гап бошқа иккинчи тажриба ҳақида борарди. Тажриба жойи – АҚШ, Калифорния штати.

Иккинчи изотоп. 1974 йил сентябрь 106-элементнинг олинганлиги ҳақидаги хабар эълон қилинди.  $^{263}\text{106}$  изотопни янги тезлатгич “Суперхайкал”да калифорнийлик нишонини бомбардимон қилишда аниқланди. Ушбу изотопнинг сифатлари ҳақида олдинроқ батафсил маълумот берилган. Кейинги тадқиқотларда, албатта, америкалик олимлар томонидан кашф этилган  $^{263}\text{106}$  изотоп, дубналик олимлар ихтиро қилган изотопга нисбатан Ҳайт даври сал кўпроқни ташкил этганлиги учун қўлланила бошлади. 104- ва 105-элементлар олингандан сўнг, Берклидаги олимлар гуруҳи дубналик олимлар ихтиросини тан олишга мажбур бўлдилар.

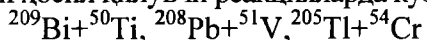
Дубналик олимларнинг оғир ионларни тезлатиб, ядро реакцияларида қўллаши америкаликларнинг келажакда, албатта, бу усулдан фойдаланишлари ҳақида ўз мақолаларида қайд этилган. Олим А.Гиорсонинг гуруҳи томонидан  $^{263}\text{106}$  изотопининг ҳосил қилиниши ҳақидаги хабар шуни кўрсатадики, америкаликлар ўзлари ихтиро қилган элемент изотопини айнан 106-элемент эканлиги ҳақидаги маълумотни ҳаммага маълум қилишдан олдин уни янада аниқроқ ўрганиш лозимлигини таъкидлаганлар. 1974 йилнинг охирларига келиб Дубнада янги элементнинг 120 дан зиёд ядроларини кузатганлар. Ўртача ҳар уч ядронинг иккитаси спонтан бўлиниб, учинчиси альфа-заррача чиқариб, ярим емирилиш даври 4 сония билан курчатовий  $^{255}$  ядросига айланган, қизик, олимлар 106-элементнинг ядроси билан биргаликда қўшимча ядрони ҳам нуклеосинтез йўли билан аниқлашган. Дубналик У-400 циклотроннинг ишга тушиши билан оғир ионлардан фойдаланиш имкониятлари бир қанча ортди.

**107. БОРИЙ** (лот. “Bohrium”, Bh белгиси билан ифодаланади) – беқарор радиофаол кимёвий элемент. Атом рақами 107, атом массаси 267. Борийнинг 261 дан 272 га қадар бўлган масса рақамларига эга бўлган изотоплари маълум. Олинган изотоплари орасидан бирмунча барқарорлари 267, ярим емирилиш даври 17 сонияга тенг. Элементнинг электрон тузилиши  $5f^{14}6d^57s^2$ .

**Физик ва кимёвий хоссалари.** Борий, эҳтимол, оқ-қумуш ранг ёки кулранг тусга эга металл. Эриш даражаси эҳтимол хона ҳароратидан юқори зичлиги тахминан  $3,7 \text{ г/см}^3$ , атом радиуси тахминан 128 пм, энергия ионлашиши (биринчи электрон) тахминан 660 кДж/моль (эВ).

Борий кимёвий элементлар даврий жадвалининг 7-гуруҳига мансуб сунъий радиофаол элемент, тартиб рақами 107. Барқарор нуклеидлари йўқ, масса сони 261 ва 262 га тенг бўлган 2 та изотопи маълум. Энг узоқ яшовчи нуклиди  $^{62}\text{Bh} = 11,2 \text{ мк}$  сония, бошқа маълумотларга кўра (1-2)10 сония. Оксидланиш даражаси +3 дан +7 гача баҳоланган маълумотларга кўра Bh ионининг радиуси 0,083 нм. Тортиладиган миқдорда олинмаган, унинг хоссалари ўрганилмаган. Кимёвий хоссаларига кўра борий (элемент) Re (рений)нинг аналоги бўлиши керак (назарий ҳисоблар) Bh /Vp 5+ нинг стандарт электрон потенциали – 0,1 (ҳисоблаб топилган). Борий (элемент) изотоплари В 1 (висмут) изотопларини 54 Cr (хром) ионлари билан циклотронда нурлантириш (бомбардировка қилиш) йўли билан синтез қилинади. Борий (элемент)ни олиш борасидаги илк тажрибалар 1976 йилда собиқ СССРда Ю.Оганесян раҳбарлигида ўтказилган.  $^{262}\text{Bh}$  ва  $^{261}\text{Bh}$  нинг ядровий хоссалари тўғрисидаги биринчи ишончли маълумотлар тегишлича 1981 ва 1989 йилларда Германияда олинган.

**Тарихи.** 107-элементнинг ҳосил қилиниши ҳақида дастлаб 1976 йил Дубнадаги ядро тадқиқотлари қўшма институтида Ю.Оганесян бошчилигидаги олимлар гуруҳи томонидан эълон қилинган. Ушбу тажрибанинг усули висмут 209 ядроси билан хром 54 ядросининг ўзаро бирикмаси спонтан бўлинишидан иборат эди. Бунда икки хил ярим парчаланиш даври аниқланган: 5 сония ва 1-2 миллисония. Улардан биринчиси  $^{257}\text{105}$  ядросининг парчаланиши эди. Бундай ярим парчаланиш даври, шунингдек, 105 – элементни ҳосил қилувчи реакцияларда кузатилган:



Иккинчи ярим парчаланиш даври олимлар томонидан тахмин қилинган икки усул билан парчаланadi: спонтан бўлинувчи (20%) ва ярим парчаланиш даври 5 сонияга тенг давр. Қўшимча ядро  $^{257}\text{105}$  га олиб келадиган  $\alpha$ -емирилиш даври  $^{261}\text{107}$  ядрога тенг. 1981 йил Дармштатдаги оғир ионлар (нем. Gesellschaft für Schwerionenforschung, GSI) институтининг немис олимлари гуруҳи худди шу реакцияга ўхшаш  $^{209}\text{Bi} + ^{54}\text{Cr}$  реакциясини синаб кўришган.

Бунда немис олимлари мураккаб усулдан фойдаланишган, бу усул нуклидларнинг  $\alpha$ -емирилишини аниқлаган. Ўзларининг тадқиқотларида Дармштат олимлари  $^{262}\text{107}$

ядросининг альфа-парчаланишини 5-ходисасини ўрганиб, унинг ҳаётий даврини белгилаганлар. 107-, 105-, 104-элементлар изотоплари тадқиқотларида кўрсатганидек,  $209\text{Bi}+54\text{Cr}$  ҳақиқатан ҳам,  $^{261}_{107}\text{Bh}$  ва  $^{262}_{107}\text{Bh}$  ядролари ҳосил бўлади. Лекин Дубнадаги олимлар гуруҳи томонидан қилинган айрим хулосалар нотўғри бўлиб чиқди. Жумладан, 5 сониялик ярим парчаланиш даврига  $^{257}_{105}\text{Em}$  эмас,  $^{258}_{105}\text{Em}$  эга. 1/3 эҳтимол билан бу нуклид бетта ( $\beta$ ) парчаланишда бўлиб,  $^{258}_{104}\text{Pu}$  га айланади, у эса тез спонтан бўлинади (ярим парчаланиш даври 12 сонияга тенг). Демак, Дубнадаги олимлар  $^{261}_{107}\text{Bh}$  ядрони эмас, балки  $^{262}_{107}\text{Bh}$  ядро альфа ( $\alpha$ ) парчаланишини кузатган.  $^{261}_{107}\text{Bh}$  изотопининг ҳаётий даври 12 миллисонияга тенг, бу эса 1976 йилдаги натижадан анча юқоридир.

**Номланиши.** 1992 йил сентябрда Дармштадт ва Дубна олимлари томонидан келишилган шартномага кўра, 107-элементни даниялик физик Нильс Бор шарафига нильсборий деб номламоқчи бўлишди. Чунки дастлаб совет олимлари 105-элементга бу номни бермоқчи бўлишган (105-элемент – дубний элемент), 1993 йил ИЮПАК немис олимларининг 107-элементини тенглаштиришда устунлик жиҳатини тан олиб, 1994 йил бу элементга нильсборий эмас, балки борий деган номни беришни таклиф қилишган, чунки кимёвий элемент олимнинг исм-шарифини ҳеч қачон ифода этмаган. Ушбу таклиф 1997 йил даниялик кимёгар билан қилинган маслаҳатдан сўнггина ИЮПАК томонидан тасдиқланди.

3.10-жадвал

### Маълум изотоплар ҳақида маълумот

| Изотоп            | Масса | Ярим парчаланиш  | Парчаланиш тури                      |
|-------------------|-------|------------------|--------------------------------------|
| $^{261}\text{Bh}$ | 261   | 12+5–3 мс        | $\alpha$ -емирилиш $^{257}\text{Db}$ |
| $^{262}\text{Bh}$ | 262   | 8,0±2,1 мс       | $\alpha$ -емирилиш $^{258}\text{Db}$ |
| $^{264}\text{Bh}$ | 264   | 0,44+0,60–0,16 с | $\alpha$ -емирилиш $^{260}\text{Db}$ |
| $^{265}\text{Bh}$ | 265   | 0,9+0,7–0,3 с    | $\alpha$ -емирилиш $^{261}\text{Db}$ |
| $^{266}\text{Bh}$ | 266   | 1,7+8,2–0,8 с    | $\alpha$ -емирилиш $^{262}\text{Db}$ |
| $^{267}\text{Bh}$ | 267   | 17+14–6 с        | $\alpha$ -емирилиш $^{263}\text{Db}$ |
| $^{272}\text{Bh}$ | 272   | 10+12–4 с        | $\alpha$ -емирилиш $^{268}\text{Db}$ |

**108. ХАССИЙ** (лот. “Hassium”, Hs – белгиси билан ифодаланеди; тарихий номланиши “эка-осмий”, “уннилоктий”). 108-кимёвий элемент. Тартиб рақами 108, атом массаси 269. Кимёвий элементнинг электрон тузилиши Hs  $5f^{14}6d^67s^2$ . Ташқи кўриниши номаълум.



Чердынцев Виктор  
Викторович  
(1912-1971)

Кашф этилишидан олдинги давр. 108-элементнинг кашф этилиши ҳақидаги хабарлар дастлаб 1970 йилларда пайдо бўлган, бу хабар эса кутилмаганда жуда қисқа яшовчи ва ушланиши қийин бўлган ўта оғир кимёвий элементнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ эди. Каспий денгизининг Челекен ярим ороли яқинидаги чўл районида экспедицияда В.В.Чердынцев бошчилигидаги совет олимлари гуруҳи минерал молибденит намуналарида трекларнинг (ядро) изларни қайд этиб, унинг асосида табиатда атом массаси 267 га тенг 108-элементни аниқладилар.



Ушбу кашфиёт ҳақидаги хабар “Фан ва турмуш” (02/1970 сони), “Атом энергияси” (11/1970 сони) журналларида ва ОАВларининг бошқа нашрларида чоп этилиб, 1970 йил апрелида собиқ СССР ФАнинг институт йигилишларида геокимёвий ва физикавий муаммолар билан биргаликда муҳокама этилиб, уларнинг хулосаси ушбу элементнинг ҳали охиригача аниқланмаган ва исботланмагани ҳақида тўхтамга келинди. 1984 йилда Германиянинг Дармштадтдаги огир ионларни тадқиқ қилиш марказида кўрғошин ( $^{208}\text{Pb}$ ) нишонини UNILAC тезлатгичида темир 58-ионлари оқими билан бомбардимон қилиниши натижасида 108-элемент ҳосил қилинган. Тажриба натижасида  $^{265}\text{Hs}$  3 та ядроси синтез қилиниб, улар альфа-парчаланиш занжирида тенглаштирилган. Айнан бир вақтнинг ўзида мустақил равишда Россиядаги Дубна институти олимлари кузатувларида  $^{253}\text{Hs}$  ядроси альфа парчаланишида 3-ҳодиса аниқланиб, бундан альфа-парчаланишга эга  $^{265}\text{Hs}$  ядроси ҳосил қилинганлиги ҳақидаги хулосага келинди. Дубнадаги бу усул  $^{265}\text{Hs}$  ядросининг парчаланишини қайд этолмагани учун UNILACнинг ишчи гуруҳи 1993 йил 108-элементнинг кашф этилишида Дармштадтдаги олимлар гуруҳининг ҳиссаси катта деган тўхтамга келган.

**Номланиши.** Дастлаб ушбу элемент табиатда учрагани ва манзили Буюк Ипак йўлида жойлашган антик шаҳарча Серика манзилида топилгани учун уни сергений (“sergenium”, Sg) деб аташган (бу белги билан белгиланувчи сиборгий ҳам ифодаланмаган эди). Кейинчалик кашфиётнинг охиригача етказилмагани ва унинг географик ном билан ҳеч қандай боғлиқлиги бўлмагани учун бу каби фараз ва қарашлар ўз-ўзидан йўқолиб кетди. Сунъий равишда 108-элемент ҳосил қилинганидан сўнг, ушбу элементни ядронинг бўлиниш жараёнини аниқлаган олимлардан бири Отто Гана шарафига оттоганий (“ottohahnium”, Oh) деб номлашган. 1994 йил IUPAC қабул қилган анъанага кўра, фақат фамилияга қараб ганий (hahnium, Hn) деб номлашни тавсия қилади. Лекин 1997 йил бу гуруҳ ўз тавсиясини ўзгартириб ушбу элементни немис қадимий ерларидан бирининг номи Гессен билан боғлиқ ҳолда хассий (Hassia – лотинча сўз бўлиб, маркази Дармштадт бўлган ўрта аср князлиги бўлган Гессен шарафига) деб номлашга қарор қилди.

3.11-жадвал

### Маълум бўлган изотоплар ҳақида маълумот

| Изотоп            | Масса | Емирилиш даври                     | Емирилиш тури  |
|-------------------|-------|------------------------------------|--|
| $^{264}\text{Hs}$ | 264   | $\approx 0,8$ мс                   | $\alpha$ -емирилиш $^{260}\text{Sg}$ ; спонтан бўлиниш |
| $^{265}\text{Hs}$ | 265   | $2,0+0,3-0,2$ мс                   | $\alpha$ - емирилиш $^{261}\text{Sg}$                  |
| $^{266}\text{Hs}$ | 266   | $2,3+1,3-0,6$ мс                   | $\alpha$ - емирилиш $^{262}\text{Sg}$                  |
| $^{267}\text{Hs}$ | 267   | $52+13-8$ мс                       | $\alpha$ - емирилиш $^{263}\text{Sg}$                  |
| $^{269}\text{Hs}$ | 269   | $9,7+9,7-3,3$ с                    | $\alpha$ - емирилиш $^{265}\text{Sg}$                  |
| $^{270}\text{Hs}$ | 270   | $3,6+0,8-1,4$ с;<br>$\approx 22$ с | $\alpha$ - емирилиш $^{266}\text{Sg}$                  |
| $^{275}\text{Hs}$ | 275   | $0,15+0,27-0,06$ с                 | $\alpha$ - емирилиш $^{271}\text{Sg}$                  |

**109. МЕЙТНЕРИЙ** (лот. “Meitnerium”, Mt белгиси билан юритилади, аввал “унниленний” Uue ёки эка-иридий номи билан маълум бўлган). Mt – кимёвий элементлар даврий жадвалининг VIII гуруҳ элементи, 7-даврий жадвалнинг кўшимча гуруҳ ости элементи, тартиб рақами 109, атом массаси 278. Элементнинг электрон тузилиши  $\text{Mt } 5f^{14} 6d^7 7s^2$ .

**Физикавий ва кимёвий хоссалари.** Ташқи кўриниши номаълум, ўтувчи металл, зичлиги –  $37,4\text{г/см}^3$ , ишқорланиш даражаси – 9, 8, 6, 4, 3, 1 (тахминан).

**Кашф этилиш тарихи.**  $^{209}\text{Bi} + ^{58}\text{Fe} \rightarrow ^{266}\text{Mt} + n$ . Реакцияси натижасида Германиянинг Дармштадт шаҳрида оғир ионларни тадқиқ қилиш марказида 1982 йилда кашф этилган. Мейтнерий (Mt) номи эса австриялик физик Лиза Мейтнер шарафига таклиф этилган. Ушбу ном 1997 йилда ИЮПАК томонидан қабул қилинган.

Мейтнерий сунъий йўл билан олинган элемент, табиатда учрамайди. Ҳеч қаерда қўлланилмайди.

3.12-жадвал

Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

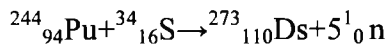
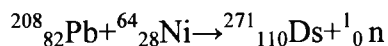
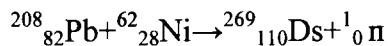
| Изотоп            | Масса | Емирилиш даври   | Емирилиш тури                         |
|-------------------|-------|------------------|---------------------------------------|
| $^{266}\text{Mt}$ | 266   | 1,7+1,8–1,6 мс   | $\alpha$ - емирилиш $^{262}\text{Bh}$ |
| $^{268}\text{Mt}$ | 268   | 21+8–5 мс        | $\alpha$ - емирилиш $^{264}\text{Bh}$ |
| $^{270}\text{Mt}$ | 270   | 5,0+2,4–0,3 мс   | $\alpha$ - емирилиш $^{266}\text{Bh}$ |
| $^{274}\text{Mt}$ | 274   | 0,45 с           | $\alpha$ - емирилиш $^{270}\text{Bh}$ |
| $^{275}\text{Mt}$ | 275   | 9,7+46,0–4,4 мс  | $\alpha$ - емирилиш $^{271}\text{Bh}$ |
| $^{276}\text{Mt}$ | 276   | 0,72+0,87–0,25 с | $\alpha$ - емирилиш $^{272}\text{Bh}$ |
| $^{277}\text{Mt}$ | 277   | ~5 мс            | спонтан бўлиниш                       |
| $^{278}\text{Mt}$ | 278   | 7,6 с            | $\alpha$ - емирилиш $^{274}\text{Bh}$ |

**110. ДАРМШТАТДИЙ** (лот. “Darmstadtium”, ифодаланиши Ds; аввал “Унунний”, лот. “Ununnilium”, ифодаланиши Uun) – сунъий йўл билан ҳосил қилинган кимёвий элемент, даврий системанинг VIII гуруҳи элементи, тартиб рақами 110, атом массаси 267-273, ярим парчаланиш даври бир неча миллисониядан ошмайди. Маълум бўлган изотоплари орасида энг оғир масса рақами 281. Ярим парчаланиш даври 10 сонияга тенг. Эҳтимол элементнинг электрон тузилиши  $\text{Ds } 5f^{14} 6d^8 7s^2$  ёки  $\text{Ds } 5f^{14} 6d^9 7s^1$  (тахминлар платина асосида қилинган).

**Физикавий ва кимёвий хоссалари.** Ташқи кўринишидан – металл. 25 °С ҳароратда қаттиқ жисм ҳолатида бўлади, ранги номаълум, лекин эҳтимол металлранг, яъни оқ-қумуш-ранг ёки қулранг, зичлиги тахминан 34,8 г/см<sup>3</sup>.

Элемент ўз номини кашф этилган жойига қараб олган. Дастлаб ушбу элемент 1994 йил 9 ноябрда Германиянинг Дармштадт шаҳрида оғир ионларни тадқиқ қилиш марказида С.Хофманн, В.Нинов, Ф.П.Хессбергер, П.Армбрустер, Х.Фолгер, Г.Мюнценберг, Х.Шотт ва бошқа олимлар томонидан кашф қилинган. Аниқланган изотоп 269 атом массасига тенг бўлган. Янги элемент никель ва кўргошин атомларининг бирикишидан, тўғрироғи, кўргошин нишонни UNILAC тезлатувчисида жадаллашган никель ионлари билан бомбардимон қилиниши натижасида ҳосил қилинган. Дармштадтий Германиянинг Дармштадтида аниқланган тўртинчи элемент эди. 1981–1984 йиллар оралигида бу тезлатувчи томонидан 107 (борий), 108 (ҳассий), 109 (мейтнерий) каби элементлар ҳосил қилинган ва ажратиб олинган. Дармштадтий кашф этилганидан сўнг шу ерда 111 (рентгений) ва 112 (коперниций) элементлари ҳам ҳосил қилинди.

**Олиниши.** Дармштадтий изотоплари қуйидаги ядро реакциялари асосида олинган.



3.13-жадвал

### Маълум бўлган изотоплари тўғрисида маълумот

| Изотоп            | Масса | Ярим емирилиш даври | Емирилиш тури   |
|-------------------|-------|---------------------|---|
| $^{267}\text{Ds}$ | 267   | 2,8+13,3–1,2 мкс    | $\alpha$ - емирилиш $^{263}\text{Hs}$                                 |
| $^{269}\text{Ds}$ | 269   | 179+245–66 мкс      | $\alpha$ - емирилиш $^{265}\text{Hs}$                                 |
| $^{270}\text{Ds}$ | 270   | 0,10+0,14–0,4 мс    | $\alpha$ - емирилиш $^{266}\text{Hs}$                                 |
| $^{271}\text{Ds}$ | 271   | 1,63+0,44–0,29 мс   | $\alpha$ - емирилиш $^{267}\text{Hs}$                                 |
| $^{273}\text{Ds}$ | 273   | 0,17+0,17–0,06 мс   | $\alpha$ - емирилиш $^{269}\text{Hs}$                                 |
| $^{279}\text{Ds}$ | 279   | 0,18+0,05–0,03 с    | спонтан бўлиниш (90%), $\alpha$ -<br>емирилиш $^{275}\text{Hs}$ (10%) |
| $^{281}\text{Ds}$ | 281   | 9,6+5,0–2,5 с       | спонтан бўлиниш (94%), $\alpha$ -<br>емирилиш $^{277}\text{Hs}$ (6%)  |

Шунингдек, коперниций изотопларининг альфа-парчаланиши натижасида ҳам  $^{283}\text{Cn}$  ва  $^{285}\text{Cn}$  олинган.

**Номланиши.** Россиянинг илм-фан шаҳри бўлган Дубна ОИЯИ олимлари томонидан ушбу элементга радиофаолликни кашф этган Анри Беккерель шарафига беккерелий (Bk) деб аташ таклиф этилган, кейинчалик бу ном вақтинчалик унунтрий деб номланувчи 113 элементнинг номланишида ҳам таклиф этилган. IUPACнинг ишчи гуруҳи 2001 йил янги кашф этилган кимёвий элементнинг кашф этилиши Германиянинг оғир ионларини тадқиқ қилиш институти олимларига тегишли эканлигини тасдиқлаб, 2003 йил августда IUPACнинг Оттавада ўтказилган 42-Бош Ассамблеясида ушбу янги кимёвий элемент 110 рақами, дармштадтий номи билан расман тан олинди. Радиофаол элемент.

**111. РЕНТГЕНИЙ** (лот. “Roentgenium”, ифодаланиши Rg, аввал унунуний, лот. “Unununium”, ифодаланиши Uuu) –сунъий йўл билан олинган кимёвий элемент. Кимёвий элементлар даврий жадвалининг 111-элементи. Тартиб рақами 111, атом массаси 281.



Бошқаларига нисбатан кўпроқ ҳаёт даврига эга изотопи атом массаси 281, ярим емирилиш даври эса = 26 сония.

Элементнинг электрон тузилиши  $\text{Rg } 5f^{14}6d^{10}7s^1$ .

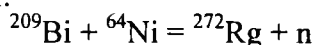
**Физикавий ва кимёвий хоссалари.** Рентген ўтувчи металл олтиннинг аналоги ҳисобланади. У асл металллар гуруҳи сирасига кириб, кимёвий фаол металл деб тахмин қилинади.

Асл металлларнинг фаоллиги уларнинг тартиб рақами ўсиб боришига қараб камайгани учун рентгений ҳам олтинга нисбатан кам фаол элемент деб тахмин қилинади ва кимёвий инерт металллар

сирасига киритилади. Рентгенийнинг эҳтимоли кўпроқ оксидланиш даражаси +3, олтин сингари (мисол учун трифторид RgF<sub>3</sub>). Рентгенийнинг ранги номаълум, лекин айрим ҳисоб-китобларга кўра у кумуш сингари бир хил рангда бўлади, электронлари у рангдан бошқа рангга ўтиши кузатилмайди. Шу сабабли бу металл макроскопик миқдорда кумуш каби товланади.

Рентгенийнинг зичлиги ўта юқори бўлиши мумкин, чунки у осмийга нисбатан бирмунча оғир.

**Тарихи.** 111-элемент 1994 йил 8 декабрда Германиянинг немис шаҳарчаси Дармштадтда аниқланган. «Zeitschrift für Physik» номли немис журналида ушбу элементнинг кашф этилиши ҳақидаги мақола муаллифлари С.Хофманн, В.Нинов, Ф.П.Хессбергер, П.Армбрустер, Х.Фольгер, Г.Мюнценберг, Х.Шётт, А.Г.Попеко, А.В. Еремин, А.Н.Андреев, С.Саро, Р.Яник ва М.Лейнолар эди. Немис олимлари билан бир қаторда ушбу илмий гуруҳга россиялик олимлардан 3 нафари болгар, икки нафар словак ва бир нафар финляндиялик ҳам қўшилган. Кашфиётчилар ушбу янги кашф этилган элементни таниқли немис физиги Нобель мукофоти лауреати, машҳур нурларни кашф этган Вильгельм Конрад Рентген шарафига рентгений деб номлашга келишдилар. Элементнинг белгиси Rg. Дастлабки синтез қуйидаги реакцияга асосан амалга оширилган:



ва ярим парчаланиш даври 1,5 мс га баҳоланган изотоп пайдо бўлишига олиб келган. Кейинчалик бу кашфиёт Дармштадтда ва бошқа тадқиқот марказларида тасдиқланган, бошқа ядро реакцияларида ярим парчаланиш даври 170 мс га тенг  $^{279}\text{Rg}$  изотопи ва  $^{293}\text{Uus}$  парчаланиш маҳсули, спонтан бўлиниш йўли билан парчаланаяди (90%) ва α-заррачалар тарқатади (10%); рентгенийнинг қолган барча изотоплари α-заррачалар тарқатиш йўли билан парчаланаяди.

3.14-жадвал

### Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

| Изотоп            | Масса | Емирилиш даври    | Емирилиш тури                                     |
|-------------------|-------|-------------------|---|
| $^{272}\text{Rg}$ | 272   | 3,8+1,4–0,8 мс    | α- емирилиш $^{268}\text{Mt}$                     |
| $^{274}\text{Rg}$ | 274   | 6,4+30,7–2,9 мс   | α- емирилиш $^{270}\text{Mt}$                     |
| $^{278}\text{Rg}$ | 278   | 4,2+7,5–1,7 мс[3] | α- емирилиш $^{274}\text{Mt}$                     |
| $^{279}\text{Rg}$ | 279   | 0,17+0,81–0,08 с  | α- емирилиш $^{275}\text{Mt}$                     |
| $^{280}\text{Rg}$ | 280   | 3,6+4,3–1,3 с     | α- емирилиш $^{276}\text{Mt}$                     |
| $^{281}\text{Rg}$ | 281   | 26 с              | спонтан бўлиниш;<br>α- емирилиш $^{277}\text{Mt}$ |
| $^{282}\text{Rg}$ | 282   | 0,5 с             | α- емирилиш $^{278}\text{Mt}$                     |

**112. КОПЕРНИЦИЙ** (лат. “Copernicium”, Сп, рус тилида “коперникий”, аввал ишлатилиб келинган номи “унунбий”, лотинча “Ununbium”, Uub и “эка-симоб”). Сп – кимёвий элементлар даврий жадвалининг 112 элементи, атом массаси 285. Барқарор ядрога эга изотопларидан  $^{285}\text{Cn}$  112 та протондан, 173 та нейтрондан иборат, ярим парчаланиш даври 34 сонияни ташкил этади. Рух, кадмий ва симобларга кирувчи кимёвий элементлар гуруҳига мансуб. Элементнинг электрон тузилиши Сп 5f<sup>14</sup>6d<sup>10</sup>7s<sup>2</sup>.

**Физикавий ва кимёвий хоссалари.** Симобга ўхшаб кетадиган янги элемент. Коперницийнинг ярим парчаланиш даври бор-йўғи 240 микросонияга тенг бўлгани учун ҳалигача алоҳида ажратиб олинмаган.

Ҳозирги кунда 113 – 118 рақамли трансуран элементлар машҳур. Улар Дубнада олиб борилган тадқиқотларда олинган, шунда мустақил тадқиқотлар фақат 114- ва 116-элементларнинг кашф этилганини тасдиқлайди холос. Коперниций дастлаб 1996 йил 9 февраль куни Германиянинг Дармштадт шаҳри Огир ионлар институтида (нем. Gesellschaft für Schwerionenforschung, GSI) С.Хоффманн, В.Нинов, Ф.П.Хессбергер, П.Армбрустер, Х.Фолгер, Г.Мюнценберг ва бошқалар томонидан олинган. <sup>277</sup>Сп иккита ядроси реакция йўли билан рух 70 нинг тезлатилган атом ядролари кўрғошин 208 нишонини оғир ионлар тезлатувчиси билан олинган. Коперницийнинг бироз оғир изотоплари сал кейинроқ (2000 ва 2004 йилларда) Дубнадаги Ядро тадқиқотлари қўшма институтида флеровий изотопларининг парчаланганидан олинган.

2006 йил Дубнадаги ушбу институтда элемент изотопларининг ҳосил қилиниши парчаланишининг охириги маҳсули кимёвий идентификациясига мос келгани учун тасдиқланган. Плутоний-242 нишони кальций-48 нинг ионлари билан нурлантирилиб, реакцияда 114-элементнинг изотоплари ҳосил қилинган (<sup>287</sup>Fl). Атмосфера босими остида камерага гелий ва аргоннинг аралашмаси юборилган. Альфа-парчаланишдан сўнг тахминан ярим секунддан кейин <sup>287</sup>Fl112 (<sup>283</sup>Cn)нинг изотопига айланиб борган ва газ оқими билан олтин детекторлик креоген камерага олиб ўтилган. Детекторларда 112-элемент ядролари парчаланиши қайд этилган.

112-элементнинг кашф этилиши 2009 йил май ойида IUPACда тан олиниб, кейин унинг номланиш жараёни бошланиб кетди.

3.15 – жадвал

### Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

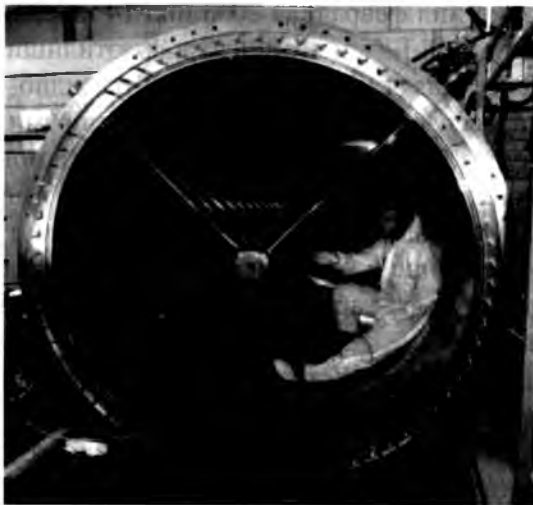
| Изотоп            | Масса | Ярим парчаланиш даври | Парчаланиш тури   |
|-------------------|-------|-----------------------|---|
| <sup>277</sup> Cn | 277   | 0,69+0,69–0,24 мс     | α-парчаланиш <sup>273</sup> Ds                                  |
| <sup>282</sup> Cn | 282   | 0,50+0,33–0,14 мс     | бирдан (спонтан) бўлиниш  |
| <sup>283</sup> Cn | 283   | 4,0+1,3–0,7 с         | α-емирилиш <sup>279</sup> Ds (99% кам бўлмаган), бирдан бўлиниш |
| <sup>284</sup> Cn | 284   | 79+31–19 мс           | бирдан бўлиниш  |
| <sup>285</sup> Cn | 285   | 29+13–7 с             | α-емирилиш <sup>281</sup> Ds                                    |

Дармштадт олимлари томонидан кашф этилган 112-элемент “коперниций” номини расман олган. Бу элемент Гессен олимларининг кашф этган олтинчи элементидир.

Водород, темир, азот, олтингугурт, углерод каби кўп тарқалган кимёвий элементларнинг номларини кўпчилик яхши билади. Менделеев даврий системасида улар ядро зарядининг ўсиб боришига қараб жойлашган. Ҳар сафар олимлар томонидан янги кимёвий элемент кашф этганда оғир ва беқарор атомлар қаторидаги бўш жойлар тўлдириб борилади.

Дастлаб Дармштадт олимлари томонидан 1996 йил аниқланган элементга “унунбиум” деб ном берилган. Коперницийни олиш учун кўрғошин фольга рух ионлари билан бомбардимон қилинган. Натижада атом ядролари бирикишидан янги элемент атомлари пайдо бўлган. Бу атомлар бор-йўғи кам сонияда барқарор бўлиб, уларни идентификация қилишда радиофаол парчаланишда юзага келган альфа заррачаларни ўлчашган. Бу

тажрибаларда Германия, Финландия, Россия, Словакиядан келган 21 нафар олим иштирок этган. Олимлар гуруҳининг раҳбари эса профессор С.Хофман бўлган.



3.36-расм. Чизикли тезлаткич тасвири.

ИЮПАК 19 февраль куни Коперникнинг (ядровий кимё ва астрономияга ўз хиссасини қўшган ўрта асрлар мутафаккири) шарафига унинг туғилган кунида янги элементнинг номланишини эълон қилди. Бу элемент Дармштадт илмий маскани томонидан кашф этилган 6-кимёвий элемент эди. 107-борий, 108-хассий, 109-мейтнерий, 110-дармштадтий ва 111-рентгений. Янги кашф этилган элемент водороддан 277 марта оғир. Қисқартирилган шакли Сп. Барқарор ядроси 112 протон ва 173 нейтрондан иборат.

**113. УНУНТРИЙ** (лотинча “Ununtrium”, Uut ёки, “эка-таллий”). Uut – кимёвий элементлар даврий жадвалининг 7 даврига кирувчи элемент, атом рақами 113, атом массаси (286) (энг машҳур барқарор изотопи,  $^{286}\text{Uut}$ ). Радиофаол. Вақтинчалик систематик номланиши «Унунтрий», Uut. Кейинчалик ИЮПАК томонидан бошқа доимий ном билан алмаштирилади. Электрон тузилиши  $\text{Uut } 5f^{14}6d^{10}7s^27p^1$

**Физик ва кимёвий хоссалари.** Бордан кейинги элемент. Унунтрий бошқа металлларга нисбатан оғир металл. Зичлиги =  $16\text{г/см}^3$ , ўтимсиз металл. Бор гуруҳости элементига киради, бошқа металллар сингари тез эрувчан. Унунтрийнинг эриш ҳарорати =  $327^\circ\text{C}$  (таллийникидан бироз юқори, уники-304) қайнаш ҳарорати –  $1157^\circ\text{C}$ ; эришдаги иссиқлик ҳарорати –  $7,61\text{кДж/моль}$ , солиштира парчаланиш иссиқлик ҳарорати –  $130\text{кДж/моль}$ , ковалент радиуси 172 – 180 пм, ионланиш энергияси 1-си:  $704,9\text{кДж/мол}$  (эВ) 2-си:  $2238, \text{кДж/моль}$  (эВ) 3-си:  $3203,3 \text{кДж/мол}$  (эВ).

**Унунтрий** таллийга нисбатан реакцияга киришувчан. Бунга унинг ишқорий хусусияти сабаб бўлади. 7p электрон иккита  $7s^2$  билан биргаликда бирикса металлга нисбатан анча юқори (таллийники  $589,4 \text{кДж/моль}$ ).

Унунтрий кучли оксидловчи ҳамдир. Бир электрон қўшиб олиб, у флеровийнинг барқарор электрон тузилишига эга бўлади ва галогенлар айрим бир хил хоссаларга эга бўлади. Бунда таркибида анион Uut – бўлган унунтрид оксидларини бера бошлайди. Унунтрийнинг оксидланиш даражаси таллий элементи сингари +1. Унунтрий гидроксиди таллий гидроксиди ганийга нисбатан кучсиз,  $\text{Uut}_2\text{O}$  осон ажралиб чиқади. Балки кумушнинг гидроксидига ўхшаб умуман мавжуд бўлмаслиги ҳам мумкин. Унунтрий моногалогенидлари

сувда кам эрийди ёки умуман эрмайди. Унунтрийнинг оксидланиш даражаси - 1 ва +1 бўлганда, унунтрий +2, +3 ёки + 5 гача оксидланади.

**Кашф этилиш тарихи.** 2004 йил февралда 2003 йил 14 июлдан то 10 августга қадар олиб борилган тадқиқотлар натижасида 113-элементнинг кашф этилиши ҳақидаги маълумот қайд этилади. Тадқиқотлар асосан Россиядаги Дубна шахрида ўтказилиб, У-400 циклотронда ядро қайтиб берувчи газ тўлдирилган сепаратор DGFRS ва Ливермор миллий лабораторияси билан ҳамкорликда кашф этилган. Бунда америцийли нишон кальций ионлари билан бомбардимон қилиниб, 115-элемент изотоплари ҳосил қилинади. Бу тажрибада  $^{288}\text{Uup}$  уч ядроси ва  $^{287}\text{Uup}$  битта ядроси ажралиб чиқади. Ҳар тўртала ядро альфа- парчаланиш натижасида 113-элемент изотопларига айланади. 113-элементнинг изотоплари навбатдаги альфа-парчаланишдан сўнг 111-элемент изотопларига айланади. Альфа-парчаланишларнинг кейинги занжири натижасида 105-элемент дубнийга айланиб боради.

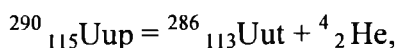
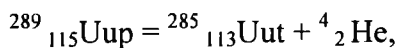
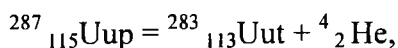
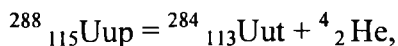
2004 ва 2005 йилларда Дубна институти олимлари Ливермор олимлари билан ҳамкорликда парчаланиш занжири натижасида қуйидаги кимёвий идентификацияни ҳосил қилади:  $^{288}\text{115} - ^{284}\text{113} - ^{280}\text{111} - ^{276}\text{109} - ^{272}\text{107} - ^{268}\text{105}$ , кўп яшовчи изотоп (28 соат атрофида)  $^{268}\text{Db}$  изотопи ҳосил қилинади. Кейинги яна 20 та кимёвий ҳодисани ўрганган тадқиқотлар 115- ва 113-элементларнинг ҳосил қилинишини тасдиқлайди. 2004 йил сентябрь ойида 113-элемент  $^{278}\text{Uut}$  изотопининг ҳосил қилиниши ҳақида Япониянинг RIKEN институти олимлари эълон қилади. Улар бу элементни ҳосил қилишда рух ва висмут ядроларини бириктирувчи реакциядан фойдаланишган. Натижада 8 йил давомида Япония олимлари томонидан унунтрийнинг атоми пайдо бўлиши уч ҳодисаси қайд этилган. 2004 йил 23 июль, 2005 йил 2 апрель ва 2012 йил 12 август кунлари у қуйидаги реакцияда ҳосил бўлади:  $^{237}\text{Np} + ^{48}\text{Ca} = ^{282}\text{Uut} + 3n$ . 2010 йил – унунстептийнинг икки кетма-кет альфа-парчаланишлари натижаси сифатида  $^{285}\text{Uut}$  ва  $^{286}\text{Uut}$  изотоплари ҳосил қилинади.

3.16-жадвал

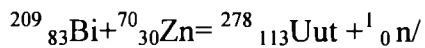
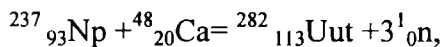
### Маълум изотоплари тўғрисида маълумотлар

| Изотоп             | Масса | Ярим емирилиш даври | Емирилиш тури                 | Қайд этилган ҳодисалар |
|--------------------|-------|---------------------|-------------------------------|------------------------|
| $^{278}\text{Uut}$ | 278   | 0,24+1,14–0,11 мс   | α- емирилиш $^{274}\text{Rg}$ | 1                      |
| $^{282}\text{Uut}$ | 282   | 73+134–29 мс        | α- емирилиш $^{278}\text{Rg}$ | 2                      |
| $^{283}\text{Uut}$ | 283   | 100+490–45 мс       | α- емирилиш $^{279}\text{Rg}$ | 1                      |
| $^{284}\text{Uut}$ | 284   | 0,48+0,58–0,17 с    | α- емирилиш $^{280}\text{Rg}$ | 23                     |
| $^{285}\text{Uut}$ | 285   | 5,5 с               | α- емирилиш $^{281}\text{Rg}$ | 10                     |
| $^{286}\text{Uut}$ | 286   | 19,6 с              | α- емирилиш $^{282}\text{Rg}$ | 1                      |

**Олиниши.** Унунтрий изотоплари альфа парчаланиш асосида унунпентийдан ҳосил қилинган:



Шунингдек, ядро реакцияларида ҳам қуйидагича боради:



**Номланиши.** Тартиб рақами бўйича вақтинчалик ном берилган. Яъни лотин тилида 113-нинг айтилишидагидек. Дубналик олимлар гуруҳи ушбу элементни Анри Беккеррель шарафига беккерий деб аташни таклиф этганлар. Япониялик олимлар эса ушбу элементни японий, нихоний ёки рекиндий деб номлашни таклиф этганлар, бироқ бу 113-кимёвий элемент Унунтрий деб аталмоқда.

**114. ФЛЕРОВИЙ** (лотинча. “Flerovium”). Fl – сал олдин кимёда унунквадий номи билан маълум бўлган. Шунингдек, норасмий ионлари эка-қўрғошин – 114-кимёвий элемент. Атом массаси 289, изотопи 289 Fl. Элемент ўта радиофаол.

Тахминан электрон тузилиши қуйидагича:  $\text{Ft}5f^{14}6d^{10}7t^{21}p^2$ .

**Физикавий хоссалари.** Флеровийнинг физик хоссалари кўпроқ қўрғошинга ўхшаб кетади. Ташқи томондан ҳам, зичлиги билан ҳам. Зичлиги  $14 \text{ г/см}^3$ , қўрғошинникидан сал кўпроқ. Ўта оғир элементларга нисбатан эса кам. Флеровий  $67^\circ\text{C}$  температурада суюқланади ва тез эрувчан металллар сирасига киради. Қайнаш температураси  $140^\circ\text{C}$ . Флеровийнинг аномал ҳолатлари, бу – унинг атомлари молекулалараро ҳаракатидадир.

**Кимёвий хоссалари.** Айрим тажрибаларда флеровийнинг кимёвий хоссалари қўрғошинга эмас, балки асл газларнинг хоссасига ҳам ўхшаши кузатилган. Тахминан флеровий +2 ва +4 оксидланиш даражаларини ўзининг гомологи – қўрғошинга ўхшаб бириктирилганда намоён этади. Лекин IV даврий жадвалида оксидланиш даражасининг чидамлилигига қараб, тартиб рақами углероддан қўрғошинга қараб пасайиб боради, айрим олимларнинг фикрига кўра, бу флеровийнинг фаоллигини намоён эта олмаслиги ёки фаоллигини каттиқ шароитларда намоён этиши билан изоҳланади. Шундан тахмин қилинадики, флеровийнинг  $\text{FtO}_2$  диоксиди ўта бекарор, оддий шароитда парчаланган флеровий моноксид ва кислородга айланишини тахмин қилинган.

Флерован  $\text{FtH}_4$ , Ft-H боғининг ҳисобланган узунлиги, 1,787 Å га тенг, плумбан  $\text{PbH}_4$  га нисбатан бирмунча барқарор бўлади ва спонтан бўлинишда флеровий гидриди (II) ва водородга парчланади. Флеровийнинг ягона чидамлилигига эга бирикмаси эҳтимол тетрафторид флеровий  $\text{FtF}_4$  бўлиши мумкин, лекин унинг олиниши  $\text{sp}^3$  эмас, sd-гибридланиши билан, унинг парчаланиши эса флеровий фторга бўлиниши экзотермик бўлади. Лекин шунингдек, юқори оксидланиш даражаси ҳам мавжудлигини инкор этиб бўлмайди. Бу, Ft(VI), 7s ва 6d-электронларининг пайдо бўлиши ва sd-гибридланишга боғлиқ.

**Олиниши.** Бугунги кунга келиб бу элемент бошқа ўта оғир элементлар сингари ядровий синтез йўли билан ҳосил қилинади. Энг кўп тарқалган парчаланиши альфа-парчаланиш ва спонтан бўлинишдир (бунда коперниций изотопларига айланади). Ярим парчаланиш даври  ${}^{289}\text{Fl}$  учун 2,7 сония ва  ${}^{288}\text{Fl}$  учун эса 0,8 сонияни ташкил этади. 2014-2015 йилларда Дубнада  ${}^{284}\text{Fl}$  ва  ${}^{285}\text{Fl}$  атомлари  ${}^{239}\text{Pu}$  ва  ${}^{240}\text{Pu}$   ${}^{48}\text{Ca}$  дан реакция йўли билан ҳосил қилинган.

**Номланиш тарихи.** Расмий номланиши ўзининг дастлаб ҳосил қилинган Г.Н.Флеров номидаги ядро реакциялари институтининг номланиши билан боғлиқ. Ушбу лаборатория Россия физиги, 102-дан 110-элементига қадар элементлар ҳосил қилган олимлар гуруҳининг раҳбари Г.Н.Флеров шарафига номланган эди. Флеров инглизчада Flerovon деб ёзилса-да, олим ўзининг инглиз мақолаларида Flerov деб фамилиясини ёзганлиги ҳисобга олиб қўйилган. Шунга қадар, бу 114-элемент вақтинча Ununquadium номи билан номланиб келинган. Ёки сал олдинроқ эка-қўрғошин номи билан ҳам учраган.

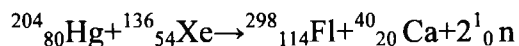


## Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

| Изотоп            | Масса | Ярим емирилиш даври | емирилиш тури                         | Қайд қилинган ҳодисалар |
|-------------------|-------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| $^{286}\text{Fl}$ | 286   | 0,13+0,04–0,02 с    | $\alpha$ - емирилиш, спонтан бўлиниш  | 24                      |
| $^{287}\text{Fl}$ | 287   | 0,48+0,16–0,09 с    | $\alpha$ - емирилиш $^{283}\text{Cn}$ | 16                      |
| $^{288}\text{Fl}$ | 288   | 0,80+0,32–0,18 с    | $\alpha$ - емирилиш $^{284}\text{Cn}$ | 12                      |
| $^{289}\text{Fl}$ | 289   | 2,7+1,4–0,7 с       | $\alpha$ - емирилиш $^{285}\text{Cn}$ | 8                       |

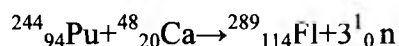
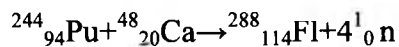
Флеровий номини дастлаб расман Дубнадаги Ядро тадқиқотлари қўшма институтининг вице-директори Михаил Иткис томонидан тилга олинган, унинг ўзи ҳам ушбу элементни ҳосил қилишда иштирок этган. Лекин Ядро тадқиқотлари қўшма институти Ливермордан бўлган америкалик шериклари 114-ёки 116-элементларни Леорнардо да Винчи ёки Галилео Галилей ёки бўлмаса Ливермор институти шарафига номлашни таклиф этганлар. 2011 йил россиялик ва америкалик олимларнинг ўзаро маслаҳатлашувларидан кейин ИЮПАК 114-элементни флеровий деб номлашга қарор килди. Ушбу ном расман 2012 йил 30 майда тасдиқланган.

Флеровий 298. Ташқи қобик назариясига кўра, мўъжизавий протонлар сонига эга  $Z=114$ , шу сабабли бирмунча барқарор.  $^{298}\text{Fl}$  изотопи ҳам шу каби мўъжизавий нейтронлар сонига эга  $N=184$ , бу эса аномал чидамликка 10 дақиқа ядронинг ярим парчаланиш даври тартибидир. Бошқа назарияларга кўра эса, релятивик самарани протонларнинг мўъжизавий сони  $Z=120$ , 122 ва 126 ҳам дастлабки ҳолатидан келиб чиққан ҳолда беради.  $^{298}\text{Fl}$  изотопининг бевосита синтези нишонга ва бомбардировка учун нейтронлар сонига мос керакли элементнинг йўқлиги сабабли бирмунча барқарор ҳолатида трансактиноидларга нисбатан бэтта ( $\beta$ ) барқарор изотоплар ажралиб чиқиши билан характерланади. Қуйидаги реакция асосида синтез қилинади:



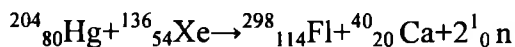
Шунингдек, альфа-парчаланиш билан оғир ядролари ҳам ҳосил қилинган.

**Тарихи.** Дастлаб Дубнадаги Ю.Оганесян раҳбарлигидаги олимлар Ливермор институти олимлари билан ҳамкорлигидаги гуруҳи томонидан 1998 йил декабрда кальций ва плутоний ядроларининг қўшма бирикиши реакцияси натижасида ҳосил қилинган:



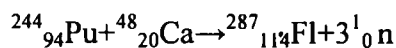
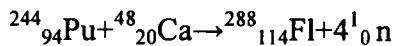
Элементнинг ҳосил қилиниши 2004 ва 2006 йилларда Дубнада қайд этилган. 2009 йил эса АҚШнинг Берклидаги илмий тадқиқот институти олимлари томонидан ҳам қайд этилган. Флеровий кўп ҳаёт даврига эга изотопларга ҳам эга, уларнинг, масалан, флеровий 298нинг ярим парчаланиш даври 11 дақиқани ташкил этади ва бундай изотоп ядросини топиш

бирмунча мушкулроқдир. Ушбу кетма-кетлик жараёнида куйидагича ҳосил қилиниши мумкин:

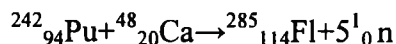


Кейинчалик ушбу қўшма институтда бу элементнинг якуний бўлиниши билан кимёвий идентификация қилинган.

2009 йил сентябрда АҚШнинг Беркли шаҳридаги илмий тадқиқот лабораториясида 114-элемент ҳосил қилинган. Унда  $^{242}\text{Pu}$  нишони  $^{48}\text{Ca}$  ионлар оқими билан бомбардимон қилиниб, 114-элементнинг 286 ва 287 атом рақамларига эга иккита нуклиди ҳосил қилинган:



2010 йил октябрда эса Беркли физиклари томонидан атом масса рақами 285га тенг флеворий изотопи ҳосил қилинган:



2011 йил 1 июнда ИЮПАК расман ушбу элементнинг кашф этилиши Дубнадаги Ливермор ва Ядро тадқиқотлари қўшма институтига тегишли эканлигини тан олиб, бир йилдан сўнг 2012 йил 30 май куни 114-кимёвий элемент флеворий деб тасдиқланди.

**115. УНУНПЕНТИЙ** (лат. “Ununpentium”, “Uup”) ёки “эка-висмут”). Uup – кимёвий элементлар даврий жадвалининг бешинчи қўшимча группа элементи, атом рақами 115, атом массаси 289, барқарор нуклиди  $^{289}\text{Uup}$  (ярим парчаланиш даври 156 мс), сунъий синтезланган радиофаол элемент, табиатда учрамайди. Электрон тузилиши тахминан:  $\text{Uup } 5f^{14}6d^{10}7s^27p^3$ .

**Физикавий хоссалари.** Висмутга ўхшаш ўзгарувчан элемент, зичлиги тахминан  $13,5 \text{ г/см}^3$ , кўргошиндан юқори симобникидан паст, тез эрувчан эмас. Суюқланиш температураси  $400^\circ\text{C}$  нинг атрофида, у висмутга нисбатан осон суюқланади. Унунпентий азот гуруҳига мансуб, у висмутдан кейин иккинчи металл ҳисобланади.

**Кимёвий хоссалари.** Бошқа енгил элементларга нисбатан оксидланиш хусусиятига эга. Ўзининг бошқа аналогларининг кимёвий хусусиятларига ўхшайди. Ишқорланувчи элементларга нисбатан эса калийга ўхшайди. Унинг сабаби, унунпентий+1 оксидланиш даражаси флеворийнинг электрон тузилишига ўхшаб кетади, бирмунча чидамли, бир валентлик катиони  $\text{Uup}^+$  биров беқарор.

Бундай катионни ҳосил қилиш  $7p^2 \ 1/2$ -қобик ости валентлик электронлар эвазига амалга ошади. Шунингдек, ишқорли металл билан унунпентий биринчи электрониди ионлашишида кам энергия сарфлайди.  $538 \text{ кДж/моль}$  литий ёки натрийнинг аналоги бўлган металлнинг ионлашиш энергиясига тенг ёки сал кўпроқ. Катионнинг ўлчами катталаниши натижасида  $\text{UupOH}$  худди  $\text{NaOH}$  ёки  $\text{KOH}$  ишқорларидек бўлади, ҳавода кислород ёки озон билан тез оксидланади, сувда ҳам оксидланиб водород ва галогенларни ажратиб чиқаради.

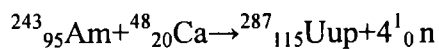
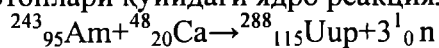
+3 оксидланиш даражасида эса висмут тузига ўхшаб кетади. Қаттиқроқ шароитларда, масалан, юқори ҳароратларда кислород ва бошқа галогенлар, бошқа кучли кислоталар билан оксидланади.

Бошқа енгил элементларга нисбатан унунпентий оксидланишида у даражада фаоллик кўрсатмайди ва оксидланиш даражаси -3 га тенг бўлади.

## Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

| Изотоп             | Масса | Ярим емирилиш даври | Емирилиш тури                          | Қайд этилган ҳодисалар сони |
|--------------------|-------|---------------------|--|-----------------------------|
| $^{287}\text{Uup}$ | 287   | 32+155–14 мс        | $\alpha$ - емирилиш $^{283}\text{Uut}$ | 1                           |
| $^{288}\text{Uup}$ | 288   | 87+105–30 мс        | $\alpha$ - емирилиш $^{284}\text{Uut}$ | 23                          |
| $^{289}\text{Uup}$ | 289   | 156 мс              | $\alpha$ - емирилиш $^{285}\text{Uut}$ | 1                           |

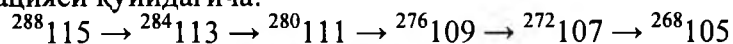
**Олиниши.** Унунпентий изотоплари қуйидаги ядро реакцияларида олинади.



**Номланиши.** Элементга номи тартиб бўйича берилган. Ҳалигача ушбу элементнинг кашф этилиши номаълум. Элементни синтез қилган илм-фан шаҳри Дубна олимлари Москва вилояти шарафига московий деб номлашни таклиф этган. Худди шу ном унуноктий учун ҳам таклиф қилинган эди.

**Кашф этилиш тарихи.** 2004 йил февралда олимлар томонидан 2003 йил 14 июлдан 10 августга қадар давом этган тадқиқотлари натижаси ўлароқ 115-элементнинг ҳосил қилиниши эълон қилинган. Тадқиқотлар асосан Россиянинг Дубна шаҳарчасига ядро тадқиқотлари Қўшма институтида У-400 циклотронда Дубна газ тўлдирилган ядро сепараторидан фойдаланилган ҳолда, Ливермор миллий лабораторияси (АҚШ) билан ҳамкорликда амалга оширилган. Ушбу тадқиқотларда америций – 243 нишони кальций – 48 ионлари билан бомбардимон қилиниб, 115-элемент изотоплари ҳосил қилинган: 288 Uup нинг 3 ядроси 287 Uup нинг бир ядроси ҳосил қилинган. Ҳар тўртта ядровий альфа ( $\alpha$ ) парчаланиш натижасида 113-элементнинг изотопларига айланган. Альфа-парчаланишнинг занжири якунида 113-элементнинг изотоплари олинган. Занжир якунидан спонтан бўлинувчи 105-элемент (дубний) ядролари ҳосил қилинган.

2004 ва 2005 йилларда Дубнадаги ядро тадқиқотлари Қўшма институти Ливермор миллий лабораторияси билан ҳамкорликда тадқиқотлар ўтказилиб, уларнинг якуний парчаланиш кимёвий идентификацияси қуйидагича:



Бунинг натижасида ҳаётий даври кўпроқ бўлган (28 соат атрофида)  $^{268}\text{Db}$  изотопи ҳосил қилинган. Ушбу тажрибаларда яна 20 та ҳодиса тадқиқ қилиниб, 115 ва 113-элементлар ҳосил қилинган.

2011 йил Дубнадаги ядро тадқиқотлари Қўшма институтида 115-элементнинг юзага келиши америций 243 ва кальций 48 реакциясида самарали оширилиб, тўғридан-тўғри  $^{289}\text{Uup}$  изотопи ҳосил қилинган. 2013 йил Швециядаги Лунд университети физиклари бошчилигидаги халқаро гуруҳ  $^{288}\text{Uup}$  изотопининг ҳақиқатда мавжуд эканлигини тасдиқлашди. Германиянинг Дармштадт шаҳрида жойлашган Гельмгольц номидаги оғир ионларни тадқиқ қилиш институтида америцийли юпқа қатлами кальций ионлари билан бомбардимон қилиши натижасида Uup нинг 30 та атоми ҳосил қилинган. Қайд этилган

фотонлар қуввати ушбу элементнинг альфа-парчаланишида рентген нурланиши қувватига мос тушган. Ушбу тадқиқотлар Дубнадаги ядро тадқиқотлари Қўшма институтида амалга оширилган тадқиқотлар натижаси билан бир хил эди.

**116. ЛИВЕРМОРИЙ** (лат. “Livermorium”, Lv), аввал “унунгексий” (лот. “Ununhexium”, Uuh) ёки “эка-полоний” номи билан маълум бўлган. Lv – кимёвий элементлар даврий жадвалининг элементи, тартиб рақами 116, барқарор изотопининг атом массаси-293. Сунъий равишда олинган радиофаол элемент, табиатда учрамайди. Элементнинг электрон тузилиши –  $Uup\ 5f^{14}6d^{10}7s^2p^4$ .

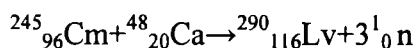
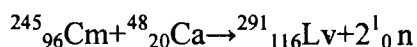
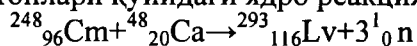
**Физик ва кимёвий хоссалари.** Ташқи кўриниши номаълум. Ливерморий халькогенлар гуруҳининг вакили ҳисобланиб, полонийдан сўнг келтирилган. Лекин ливерморийнинг кимёвий хоссалари полонийнинг хоссаларидан бирмунча фарқ қилиб, уларни фарқлаш қийинчилик туғдирмайди. Ливерморийнинг асосий ва чидамли оксидланиш даражаси тахминан +2 га тенг. Ливерморий кислород билан (LvO) оксидини ҳосил қилади, галогенидлар  $LvNa_2$  ни ҳам. Фтор билан ёки бирмунча қаттиқ шароитларда ливерморийнинг оксидланиш даражаси +4 ( $LvF_4$ ) хоссани кўрсатиши мумкин. Бундай оксидланиш даражасини ливерморий катионларида ёки полонийга ўхшаб ливерморий кислотасида ёки тузларида ливерморитда намоён этиши мумкин. Масалан:  $K_2LvO_3$  – калий ливерморити. Ливерморитлар, шунингдек, ливерморийнинг +4 оксидланиш даражасидаги бошқа ливермор бирикмалари перманганатларга хос оксидланиш хусусиятларига эга бўлади. Бошқа ешил элементларга нисбатан эса ливерморий +6 оксидланиш даражасига эга бўлиб, буғланиши учун юқори энергия сарфлашига тўғри келади.

Фтор билан ёки ўта қаттиқ шароитларда ливерморий +4 ( $LvF_4$ ) оксидланиш даражасини намоён қилиши мумкин. Водород билан  $H_2Lv$  гидридни ҳосил қилади ва ливерморород деб номланади.

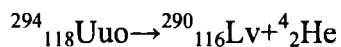
**Номланиши.** Ливерморийнинг расмий номи Э.Лоуренс номидаги (Ливермор, США) Ливермор миллий лабораторияси шарафига номланган. У вақтгача вақтинчалик унингексий деб номланган. Олимлар 116-элементи Москва шарафига московий деб номлашни таклиф қилдилар, лекин америка олимлари 114- ва 116-элементларни Леонардо да Винчи, Галилео Галилей шарафига номлаш таклифини билдирди ва 2011 йил 1 декабрда икки томон ливерморий деб номлашга келишди ва 30 май 2012 йилда ливерморий номи расман тасдиқланди.

**Кашф этилиш тарихи.** 1999 йил Берклида (АҚШ) 116- ва 118-элементларнинг кашф этилганлик тўғрисидаги ариза хато бўлиб чиқди ва хатто сохталаштирилганлиги маълум бўлди. Ливерморий 2000 йилда изотопларни синтез қилиш билан Дубнада (Россия) ядровий тадқиқотлар қўшма институтида Ливермор миллий лабораториясида кашф қилинган. 19 июль 2000 йилда кальций ионлари билан кюрйдан нишонни бомбардировка қилиб, биринчи бўлиб 116-элементнинг  $\alpha$ -емирилиш ядроси олинди.

**Олиниши.** Ливерморий изотоплари қуйидаги ядро реакцияси билан олинган:



Ва шунингдек, альфа-парчаланиш натижасида  ${}^{294}\text{Uuo}$ :



## Маълум изотоплари тўғрисида маълумот

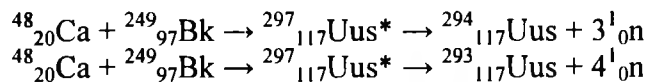
| Изотоп            | Масса | Ярим емирилиш даври | Емирилиш тури                         | Қайд қилинган ҳодисалар сони |
|-------------------|-------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| $^{290}\text{Lv}$ | 290   | 7,1+3,2–1,7 мс      | $\alpha$ - емирилиш $^{286}\text{Fl}$ | 10                           |
| $^{291}\text{Lv}$ | 291   | 18+22–6 мс          | $\alpha$ - емирилиш $^{287}\text{Fl}$ | 3                            |
| $^{292}\text{Lv}$ | 292   | 18+16–6 мс          | $\alpha$ - емирилиш $^{288}\text{Fl}$ | –                            |
| $^{293}\text{Lv}$ | 293   | 53+62–19 мс         | $\alpha$ - емирилиш $^{289}\text{Fl}$ | 3                            |

**117. УНУНСЕПТИЙ** (лат. “Ununseptium”, Uus) ёки “эка-астат”. Uus – кимёвий элементлар даврий жадвалининг 7-давр элементи, тартиб рақами 117, атом массаси 294. Ярим емирилиш даври иккита энг барқарор изотоплардан  $^{294}\text{Uus}$  78 миллисония атрофида. Электрон тузилиши  $\text{Uus } 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^5$ .

**Физик хоссалари.** Унунсептий йод ва аstatдан сўнг галогенларга мансуб, унунсептийнинг аниқ хоссалари баҳс бўлиб қолмоқда. Зичлиги 7,1-7,3 г/см<sup>3</sup>, хона ҳароратида унунсептий қаттиқ бўлиши керак, суюқланиш температураси тахминан 300 – 500°C, қайнаш эса 550°C температура атрофида бўлиши керак.

**Кимёвий хоссалари.** Барча галогенлар оксидловчи хоссаларга эга, фтор барча элементларни оксидлашга қодир, масалан, кислород ва оғир асл газлар, бундан гелий, неон, ва аргон мустасно. Унунсептийнинг энг кўп тарқалган оксидланиш даражаси +3, +5 ҳам бўлиши мумкин. Унунсептийнинг энг оддий бирикмаси водород билан  $\text{UusH}$ -унунсептоводород.

**Олинishi.** Унунсептий (эка-астат) – Дубнада (Россия) 2009 йилда Ядро тадқиқотлар Кўшма институтида биринчи бўлиб олинган. 117-элементни синтезлаш учун У-400 тезлаткичда кальций ионлари билан бомбардимон қилиб синтезланади. Синтезда қуйидаги реакция ишлатилади :



Натижада янги элементнинг 6 та ядроси пайдо бўлди, 6 ва 5та  $^{293}\text{Uus}$  ва 1 та  $^{294}\text{Uus}$  мавжуд.

5 апрель 2010 йилда Physical Review Letters журналида янги 117-рақамли кимёвий элемент аниқлангани ҳақида мақола чоп этилди. 2014 йилда 117-элементнинг мавжудлигини Гельмгольц номидаги оғир ионларни ўрганиш бўйича (Дармштадт, Германия) марказнинг физик- ядрочилари халқаро гуруҳи ҳам тасдиқлади.

**118. УНУНОКТИЙ** (лот. “Ununoctium”, Uuo) ёки “эка-радон”. Uuo – кимёвий элементлар даврий жадвалининг 7-давр, кимёвий элементи, атом рақами 118, атом массаси 294. Энг барқарор нуклиди  $^{294}\text{Uuo}$ , ярим емирилиш даври 1 сек. тенг. Электрон тузилиши:

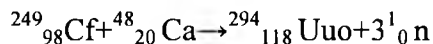
$\text{Uuo } 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$ . Сунъий синтезланган кимёвий элемент, табиатда учрамайди.

Унуноктий ядролари синтези 2002 ва 2005 йилларда Дубнадаги ядро тадқиқотлари кўшма

институти ва Ливермор миллий лабораторияси ҳамкорлигида олинган. Физик хоссалари. Унуноктий ўзининг кўп энгил аналогларидан фаркли биринчи қаттиқ ҳолатдаги инерт газ и ўрта шароитда, бу эса унга умуман бошқа физик хоссаларини беради. Бирмунча қиздирганда у осонгина эрийди ва буғланади, унинг қайнаш температураси  $80 \pm 30^\circ\text{C}$ . Суюкланиш температураси номаълум, зичлиги қаттиқ ҳолатда  $5 \text{ г/см}^3$  атрофини ташкил этади. Газсимон ҳолатда унуноктий радонга ўхшайди: у оғир рангсиз бўлиб, радон зичлигидан биров юкори, ионлашиш энергияси- $975 \pm 155 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ , эришининг солиштирма иссиқлиги –  $23,5 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$  кДж/моль, буғланишининг солиштирма иссиқлиги -  $19,4 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$  кДж/моль.

**Кимёвий хоссалари.** Унуноктий инерт газларга мансуб, радонга нисбатан назарий жиҳатдан бир қанча фаолроқ, унуноктийнинг ионлашишининг ўта паст энергияси ва унинг физик хоссалари бошқа инерт газларга нисбатан ўта кимёвий фаол модда ҳисобланади. Унинг энгил аналоглари ксенон ва криптон оксидланиш учун ўта қаттиқ шароитларни талаб этади. +2 ва +4 унуноктий оксидланиш даражасида осон оксидланиши мумкин, фтор билан унуноктий ионли ковалент бирикмалар ҳосил қилади. Масалан:  $\text{UuoF}_4$ . Унуноктий ўзининг энг энгил аналогларидан фаркли хлор ва азот билан барқарор бирикмалар ҳосил қилиши мумкин. У кислород билан энгил оксидланади. Оксидланиш даражаси+1. Эҳтимол, кучли оксидловчилар унуноктийни оксидларга, металл сингари катионга ўтказиши мумкин. Ксенон каби унуноктий кислотасини  $\text{H}_2\text{UuoO}_3$  ҳосил қилиши мумкин, унинг барча бирикмалари +6 оксидланиш даражасида жуда кучли оксидловчиларни ҳосил қилиши мумкин. Унуноктий инерт газларга киради, лекин унинг физик ва кимёвий хоссалари унинг гуруҳи вакилларида жуда фаркли эканини намоён этади.

**Олиниши.** Унуноктий қуйидаги ядро реакцияси натижасида олиниши мумкин:



**Номланиши.** Унуноктийни синтезлаган Россия олимлари уни московий (Mw) деб номлашни таклиф қилмоқда.

**Кашф этилиши.** 1999 йилда Беркли (АҚШ) шаҳрида 116- ва 118-элементларни кашф қилиниши ҳақидаги хабари нотўғри бўлиб чиқди, ҳатто сохталаштирилганлиги маълум бўлди. Унинг синтез қилиниши Россия, немис, япон ядровий тадқиқот марказлари ва АҚШда ҳам тасдиқланмаган. 2002 йил февраль – июнь ойларида ОИЯИ томонидан ўтказилган тажрибада 118-элементнинг биринчи бўлиб емирилиш ҳодисаси амалга оширилди ва 2006 йил 17 октябрда рус ва америка физик-ядрочилари 118-элементни олинганлиги тўғрисида расмий хабар берилди. 2007 йил февраль-июнь ойларида Дубна тезлаштирувчи марказида унуноктийни синтез қилиш бўйича қайта тажриба ўтказилди ва натижада Калифорний – 249 нишонидан кальций – 48 изотопи ионлари билан бомбардимон қилиш натижасида 118- элемент атомининг иккита ядроси кашф қилинди ( ${}^{294}\text{Uuo}$ ).

# ИЛОВАЛАР

1-жадвал

## 1.Алифболар

а) грекча

б) лотинча

|         |         |
|---------|---------|
| Α α     | альфа   |
| Β β     | бета    |
| Γ γ     | гамма   |
| Δ δ,    | дельта  |
| Ε ε     | эпсилон |
| Ζ ζ     | дзета   |
| Η η     | эта     |
| Θ θ     | тета    |
| Ι ι     | иота    |
| Κ κ     | каппа   |
| Λ λ     | лямбда  |
| Μ μ     | ми (мю) |
| Ν ν     | ни (ню) |
| Ξ ξ     | кси     |
| Ο ο     | омикрон |
| Π π     | пи      |
| Ρ ρ     | ро      |
| Σ σ \ ς | сигма   |
| Τ τ     | тау     |
| Υ υ     | ипсилон |
| Φ φ     | фи      |
| Χ χ     | хи      |
| Ψ ψ     | пси     |
| Ω ω     | омега   |

|     |          |
|-----|----------|
| A a | a        |
| Bb  | бе       |
| Cc  | се       |
| Dd  | де       |
| Ee  | е,э      |
| Ff  | эф       |
| Gg  | ге (же)  |
| Hh  | ха (аи)  |
| Ii  | и        |
| Jj  | йот (жи) |
| Kk  | ка       |
| Ll  | эль      |
| Mm  | эм       |
| Nn  | эн       |
| Oo  | о        |
| Pp  | пе       |
| Oq  | ку       |
| Rr  | эр       |
| Ss  | эс       |
| Tt  | те       |
| Uu  | у        |
| Vv  | ве       |
| Ww  | дабль-ве |
| Xx  | икс      |
| Yy  | игрек    |
| Zz  | зет      |

**2. Сонларнинг грекча ва лотинча номланиши**  
а) миқдорлар

| Сонлар | Номи     |           | Сонлар                        | Номи                   |                   |
|--------|----------|-----------|-------------------------------|------------------------|-------------------|
|        | грекча   | лотинча   |                               | грекча                 | лотинча           |
| 1      | моно-    | уни-      | 13                            | тридека-               | -                 |
| 2      | ди-      | ду -; би- | 14                            | тетрадека-             | -                 |
| 3      | три-     | три-      | 20                            | икоса-                 | вигинти-          |
| 4      | тетра-   | квадри-   | 30                            | триконта-              | -                 |
| 5      | пента-   | квинква   | 40                            | тетраконта             | -                 |
| 6      | гекса-   | секса-    | 100                           | гекато-*               | центи-**          |
| 7      | гепта-   | септуа-   | 1000                          | хилио-***              | мили-             |
| 8      | окта-    | окто-     | 1/2                           | геми-                  | семи-             |
| 9      | эна-нона | нона-     | 11/2                          | -                      | сескви-           |
| 10     | дека-    | деци-     |                               |                        |                   |
| 11     | гендека- | ундеци-   |                               |                        |                   |
| 12     | додека-  | дуодеци   |                               |                        |                   |
|        |          |           | икки карра<br>уч карра<br>кўп | дис-<br>трис-<br>поли- | бис-<br>гер-<br>- |

\*-соддалаштирилганда гекто-; \*\*-французчада санти -;

\*\*\*- соддалаштирилганда кило-.

## б) тартиб рақамлар

| Ўзбекча  | Грекча   | Лотинча |
|----------|----------|---------|
| биринчи  | прото-   | прим-   |
| иккинчи  | девторо- | секунд- |
| учинчи   | трито-   | терци-  |
| тўртинчи | -        | кварт-  |
| бешинчи  | -        | квинт-  |
| олтинчи  | -        | секст-  |
| еттинчи  |          | септим- |



## Кимёвий элементларнинг хоссалари

| Элемент номи ва белгиси |    | Тартиб рақами | Атом массаси | T <sub>суюқ.</sub> , °C | T <sub>қайн.</sub> , °C | Зичлиги, г/см <sup>3</sup> |
|-------------------------|----|---------------|--------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1                       | 2  | 3             | 4            | 5                       | 6                       | 7                          |
| Азот                    | N  | 7             | 14,0067      | -210,012                | -195,812                | 1,25046 (0°C)              |
| Актиний                 | Ac | 89            | 227,02780    | 1050-1200               | 3297                    | 10,1                       |
| Алюминий                | Al | 13            | 26,98154     | 660                     | 2520                    | 2,6989                     |
| Америций                | Am | 95            | 243,06140    | 1176                    | 2340                    | 13,67                      |
| Аргон                   | Ar | 18            | 39,948       | -189,3                  | -185,707                | 1,623                      |
| Астат                   | At | 85            | 209,98710    | 300                     | 334                     | -                          |
| Барий                   | Ba | 56            | 137,33       | 710                     | 1640                    | 3,780                      |
| Бериллий                | Be | 4             | 9,0122       | 1287                    | 2450                    | 1,8477                     |
| Берклий                 | Bk | 97            | 247,07030    | 986                     | 2630                    | 14,8                       |
| Бор                     | B  | 5             | 10,811       | 2075-2180               | 3707                    | 2,354                      |
| Бром                    | Br | 35            | 79,904       | -7,3                    | 58,78                   | 3,1055 (с)                 |
| Ванадий                 | V  | 23            | 50,9415      | 1917                    | 3392                    | 6,11                       |
| Висмут                  | Bi | 83            | 208,9804     | 271                     | 1557                    | 9,840                      |
| Водород                 | H  | 1             | 1,0794       | -259,2                  | -252,3                  | 0,0899                     |
| Вольфрам                | W  | 74            | 183,85       | 3380                    | 5900                    | 19,3                       |
| Гадолиний               | Gd | 64            | 157,25       | 1312                    | 3280                    | 7,895                      |
| Галлий                  | Ga | 31            | 69,72        | 29,76                   | 2205                    | 6,0947 (с)                 |
| Гафний                  | Hf | 72            | 178,49       | 2230                    | 5225                    | 13,09                      |
| Гелий                   | He | 2             | 4,002602     | -270                    | -269                    | 0,17846                    |
| Германий                | Ge | 32            | 72,59        | 1938,25                 | 2847                    | 5,33                       |
| Гольмий                 | Ho | 67            | 164,9304     | 1470                    | 2707                    | 8,8                        |
| Диспрозий               | Dy | 66            | 162,50       | 1409                    | 2587                    | 8,660                      |
| Европий                 | Eu | 63            | 151,96       | 826                     | 1440                    | 5,259                      |
| Темир                   | Fe | 26            | 55,847       | 1538                    | 2750                    | 7,87                       |
| Олтин                   | Au | 79            | 196,9665     | 1064,43                 | 2947                    | 19,299                     |
| Индий                   | In | 49            | 114,82       | 156,4                   | 2000-2100               | 7,31                       |
| Иридий                  | Ir | 77            | 192,22       | 2447                    | 4577                    | 22,42                      |
| Иттербий                | Yb | 70            | 173,04       | 821                     | 1211                    | 7,02                       |
| Иттрий                  | Y  | 39            | 88,9059      | 1528                    | 3320                    | 4,45                       |
| Иод                     | I  | 53            | 126,9045     | 113,6                   | 183                     | 4,94                       |
| Кадмий                  | Cd | 48            | 112,41       | 321                     | 766                     | 8,65                       |
| Калий                   | K  | 19            | 39,0983      | 63,55                   | 760                     | 0,8621                     |
| Калифорний              | Cf | 98            | 251,07980    | 900                     | 1227                    | 15,04                      |
| Кальций                 | Ca | 20            | 40,08        | 852                     | 1484                    | 1,54                       |
| Кислород                | O  | 8             | 15,9994      | -218,799                | -182,972                | 1,14                       |
| Кобальт                 | Co | 27            | 58,9332      | 1494                    | 2957                    | 8,90                       |

|              |    |    |           |         |           |                                  |
|--------------|----|----|-----------|---------|-----------|----------------------------------|
| Кремний      | Si | 14 | 28,0855   | 1415    | 3249      | 2,33                             |
| Криптон      | Kr | 36 | 83,80     | -156,45 | -153,2    | 3,745                            |
| Ксенон       | Xe | 54 | 131,29    | -111,65 | -107,96   | 5,85                             |
| Кюрий        | Cm | 96 | 247,07030 | 1340    | 3192      | 19,26                            |
| Лантан       | La | 57 | 138,9055  | 920     | 3454      | 6,15                             |
| Литий        | Li | 3  | 6,941     | 180,5   | 1327-1351 | 0,536                            |
| Лютеций      | Lu | 71 | 174,967   | 1663    | 3315      | 9,85                             |
| Магний       | Mg | 12 | 24,305    | 650     | 1107      | 1,737                            |
| Марганец     | Mn | 25 | 54,9380   | 1244    | 2070      | 7,440                            |
| Мис          | Cu | 29 | 63,546    | 1083    | 2573      | 8,92                             |
| Молибден     | Mo | 42 | 95,94     | 2620    | 4630      | 10,2                             |
| Мишьяк       | As | 33 | 74,9216   | 817     | 615       | 5,72                             |
| Натрий       | Na | 11 | 22,98977  | 98      | 882,9     | 0,968                            |
| Неодим       | Nd | 60 | 144,24    | 1024    | 3030      | 6,908                            |
| Неон         | Ne | 10 | 20,179    | -248,52 | -245,93   | 0,90035                          |
| Нептуний     | Np | 93 | 237,04800 | 673     | 4087      | 20,45                            |
| Никель       | Ni | 28 | 58,69     | 1455    | 2730-2915 | 8,90                             |
| Ниобий       | Nb | 41 | 92,9064   | 2469    | 4842      | 8,57                             |
| Калай        | Sn | 50 | 118,710   | 232     | 2270      | 5,75(кү-<br>кимтир) 7,28<br>(ок) |
| Күрғошин     | Pb | 82 | 207,19    | 327,44  | 1745      | 11,336                           |
| Осмий        | Os | 76 | 190,2     | 3047    | 5000      | 22,5                             |
| Олтингургурт | S  | 16 | 32,064    | 112,8   | 444,6     | 2,07                             |
| Палладий     | Pd | 46 | 106,42    | 1554    | 2877      | 12,02                            |
| Платина      | Pt | 78 | 195,08    | 1772    | 3827      | 31,45                            |
| Плутоний     | Pu | 94 | 24,0642   | 639,7   | 3235      | 19,86                            |
| Полоний      | Po | 84 | 208,9824  | 254     | 962       | 9,4                              |
| Празеодим    | Pr | 59 | 140,9077  | 932     | 3510      | 6,776                            |
| Прометий     | Pm | 61 | 144,9128  | 1170    | 3000      | 7,26                             |
| Протактиний  | Pa | 91 | 231,0359  | 1575    | 4230      | 15,4                             |
| Радий        | Ra | 88 | 226,0254  | 700-960 | 1140-1500 | 5,0                              |
| Радон        | Rn | 86 | 222,0176  | -71     | -62       | 9,73                             |
| Рений        | Re | 75 | 186,207   | 3190    | 5600      | 21,02                            |
| Родий        | Rh | 45 | 102,9055  | 1966    | 3627      | 12,44                            |
| Симоб        | Hg | 80 | 200,59    | -38,89  | 357,25    | 13,546                           |
| Рубидий      | Rb | 37 | 85,47     | 39,49   | 686,04    | 1,532                            |
| Рутений      | Ru | 44 | 101,07    | 2250    | 4077      | 12,4                             |
| Самарий      | Sm | 62 | 150,36    | 1073    | 1778      | 7,537                            |
| Селен        | Se | 34 | 78,96     | 217     | 657       | 4,807                            |
| Скандий      | Sc | 21 | 44,96     | 1544    | 2836      | 3,020                            |
| Стронций     | Sr | 38 | 87,62     | 770     | 1382      | 2,63                             |

|            |    |    |          |           |           |               |
|------------|----|----|----------|-----------|-----------|---------------|
| Сурьма     | Sb | 51 | 121,75   | 630,5     | 1635      | 6,684         |
| Кумуш      | Ag | 47 | 107,870  | 961,9     | 2170      | 10,50         |
| Галлий     | Tl | 81 | 204,38   | 303       | 1457      | 11,85         |
| Тантал     | Ta | 73 | 180,948  | 2997      | 5287      | 16,6          |
| Теллур     | Te | 52 | 127,61   | 449,95    | 1990      | 6,25          |
| Тербий     | Tb | 65 | 158,9254 | 1353      | 3041      | 8,272         |
| Технеций   | Tc | 43 | 97,9072  | 2200      | 4600      | 11,487        |
| Титан      | Ti | 22 | 47,88    | 1668      | 3169      | 4,505         |
| Торий      | Th | 90 | 232,0381 | 1695-1757 | 3297-4787 | 11,72         |
| Тулий      | Tm | 69 | 168,9342 | 1545      | 1947      | 9,314         |
| Углерод    | C  | 6  | 12,011   | 4000      | 4200      | 3,515 (алмаз) |
| Уран       | U  | 92 | 238,0289 | 1133      | 3862      | 18,06         |
| Фосфор     | P  | 15 | 30,9738  | 92,01     | 280,5     | 1,828         |
| Франций    | Fr | 87 | 223      | 26,84     | 677       | 2,44          |
| Фтор       | F  | 9  | 18,9984  | -219,6    | -188,13   | 1,696         |
| Хлор       | Cl | 17 | 35,453   | -101      | -34,1     | 3,214         |
| Хром       | Cr | 24 | 51,996   | 1877      | 2200      | 7,19          |
| Цезий      | Cs | 55 | 132,905  | 28,39     | 670       | 1,90          |
| Церий      | Ce | 58 | 140,12   | 804       | 3450      | 6,67          |
| Рух        | Zn | 30 | 65,39    | 419,5     | 907       | 7,133         |
| Цирконий   | Zr | 40 | 91,224   | 1852      | 3600-3700 | 6,45          |
| Эйнштейний | Es | 99 | 252,0828 | 860       | -         | 8,8           |
| Эрбий      | Er | 68 | 167,26   | 1522      | 2857      | 9,045         |
|            |    |    |          |           |           |               |

5-жадвал

### Элементларнинг ер қобиғидаги миқдори

| Элемент номи | Тартиб рақами | Ер қобиғидаги миқдори, % |                     |
|--------------|---------------|--------------------------|---------------------|
|              |               | Масса                    | Атом                |
| Бериллий     | 4             | $6 \cdot 10^{-4}$        | $1,2 \cdot 10^{-3}$ |
| Бор          | 5             | $3 \cdot 10^{-4}$        | $6 \cdot 10^{-4}$   |
| Ванадий      | 23            | $1,5 \cdot 10^{-2}$      | $6 \cdot 10^{-3}$   |
| Вольфрам     | 74            | $1 \cdot 10^{-4}$        | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| Гадолиний    | 64            | $1 \cdot 10^{-3}$        | $1 \cdot 10^{-4}$   |
| Галлий       | 31            | $1,5 \cdot 10^{-3}$      | $4 \cdot 10^{-4}$   |
| Гафний       | 72            | $3,2 \cdot 10^{-4}$      | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| Германий     | 32            | $7 \cdot 10^{-4}$        | $2 \cdot 10^{-4}$   |
| Гольмий      | 67            | $1,3 \cdot 10^{-4}$      | $1,5 \cdot 10^{-5}$ |
| Диспрозий    | 66            | $4,5 \cdot 10^{-4}$      | $5 \cdot 10^{-5}$   |

|           |    |                     |                     |
|-----------|----|---------------------|---------------------|
| Европий   | 63 | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-5}$ |
| Индий     | 49 | $1 \cdot 10^{-5}$   | $1,5 \cdot 10^{-6}$ |
| Иттербий  | 70 | $3 \cdot 10^{-4}$   | $3 \cdot 10^{-5}$   |
| Иттрий    | 39 | $2,8 \cdot 10^{-3}$ | $6 \cdot 10^{-4}$   |
| Лантан    | 57 | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Литий     | 3  | $6,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,9 \cdot 10^{-2}$ |
| Лютеций   | 71 | $1 \cdot 10^{-4}$   | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| Молибден  | 42 | $3 \cdot 10^{-4}$   | $6 \cdot 10^{-5}$   |
| Неодим    | 60 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $3,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Ниобий    | 41 | $1 \cdot 10^{-3}$   | $2 \cdot 10^{-4}$   |
| Празеодим | 59 | $7 \cdot 10^{-4}$   | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| Прометий  | 61 | -                   | -                   |
| Радий     | 88 | $1 \cdot 10^{-10}$  | $9 \cdot 10^{-12}$  |
| Рений     | 75 | $1 \cdot 10^{-7}$   | $8,5 \cdot 10^{-9}$ |
| Рубидий   | 37 | $3 \cdot 10^{-2}$   | $7 \cdot 10^{-3}$   |
| Самарий   | 62 | $7 \cdot 10^{-4}$   | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| Селен     | 34 | $6 \cdot 10^{-5}$   | $1,5 \cdot 10^{-5}$ |
| Скандий   | 21 | $6 \cdot 10^{-4}$   | $3 \cdot 10^{-4}$   |
| Таллий    | 81 | $3 \cdot 10^{-4}$   | $3 \cdot 10^{-5}$   |
| Тантал    | 73 | $2 \cdot 10^{-4}$   | $1,8 \cdot 10^{-5}$ |
| Теллур    | 52 | $1 \cdot 10^{-6}$   | $4,3 \cdot 10^{-7}$ |
| Тербий    | 65 | $1,5 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-5}$   |
| Титан     | 22 | $6 \cdot 10^{-1}$   | $2,5 \cdot 10^{-1}$ |
| Торий     | 90 | $8 \cdot 10^{-4}$   | $7 \cdot 10^{-5}$   |
| Тулий     | 69 | $8 \cdot 10^{-5}$   | $8 \cdot 10^{-6}$   |
| Уран      | 92 | $3 \cdot 10^{-4}$   | $2 \cdot 10^{-5}$   |
| Цезий     | 55 | $7 \cdot 10^{-4}$   | $9 \cdot 10^{-5}$   |
| Церий     | 58 | $4,5 \cdot 10^{-3}$ | $6 \cdot 10^{-4}$   |
| Цирконий  | 40 | $2 \cdot 10^{-2}$   | $4 \cdot 10^{-3}$   |
| Эрбий     | 68 | $4 \cdot 10^{-4}$   | $5 \cdot 10^{-5}$   |

**Минераллар ҳақида умумий маълумот**  
**Кимёвий элементларнинг аниқланган минераллари**

| Элементлар  |         | Муаллифи, кашф этилган йили | Минерали   |
|-------------|---------|-----------------------------|--|
| Номи        | Белгиси |                             |  |
| 1           | 2       | 3                           | 4  |
| Литий       | Li      | И.Арфведсон, 1817           | Петалит $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$   |
| Натрий      | Na      | Г.Деви, 1807                | Галит $\text{NaCl}$  |
| Калий       | K       | Г.Деви, 1807                | Сильвин $\text{KCl}$   |
| Рубидий     | Rb      | Р.Бунзен, 1861              | Лепидолит<br>$(\text{K,Rb})_2\text{Li}_3\text{Al}_5\text{Si}_6\text{O}_{20}\text{F}_4$ |
| Цезий       | Cs      | Ф.Пизани, 1864              | Поллуцит $\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$   |
| Бериллий    | Be      | Л.Воклен, 1798              | Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$                                |
| Магний      | Mg      | Г.Деви, 1808                | Эпсомит $\text{MgSO}_4\text{H}_2\text{O}$  |
| Кальций     | Ca      | Г.Деви, 1808                | Гидрофиллит $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$                                   |
| Стронций    | Sr      | А.Крофорд, 1790             | Стронцианит $\text{SrO}_3$   |
| Барий       | Ba      | К.Шееле, 1774               | Барит $\text{BaSO}_4$  |
| Радий       | Ra      | П.Кюри, 1898                | Уранинит $\text{UO}_2$   |
| Скандий     | Sc      | Л.Нилсон, 1879              | Эвксенит $(\text{Y,Sc})\text{TiNbO}_6$   |
| Иттрий      | Y       | И.Гадолин, 1794             | Гадолинит $\text{FeBe}_2\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$                            |
| Лантан      | La      | К.Мозандер, 1839            | Церит $\text{Ca}_2\text{Ce}_8\text{Si}_7\text{O}_{28}$                                 |
| Церий       | Ce      | Я.Берцелиус, 1803           | -“-  |
| Празеодим   | Pr      | Ауэр фон Вельсбах, 1885     | -“-  |
| Неодим      | Nd      | -“-                         | -“-  |
| Самарий     | Sm      | П.Лекок де Буабодран, 1879  | Самарскит $(\text{Sm,Y})\text{Nb}_2\text{O}_6$   |
| Европий     | Eu      | Э.Демарсе, 1876             | -“-  |
| Гадолиний   | Gd      | Ж.Марньяк, 1880             | -“-  |
| Тербий      | Tb      | К.Мозандер, 1843            | Гадолинит $\text{FeBe}_2\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_8$                               |
| Диспрозий   | Dy      | П.Лекок де Буабодран, 1886  | -“-  |
| Гольдмий    | Ho      | П.Клеве, 1879               | -“-  |
| Эрбий       | Er      | К.Мозандер, 1843            | -“-  |
| Тулий       | Tm      | П.Клеве, 1879               | -“-  |
| Иттербий    | Yb      | Ж.Марньяк, 1878             | -“-  |
| Лютеций     | Lu      | Ж.Урбен, 1907               | -“-  |
| Актиний     | Ac      | А.Дебьерн, 1899             | Уранинит $\text{UO}_2$   |
| Торий       | Th      | Я.Берцелиус, 1828           | Торит $\text{ThSiO}_4$   |
| Протактиний | Pa      | Ф.Содди, 1917               | -“-  |
| Уран        | U       | М.Клапрот, 1789             | Уранинит $\text{UO}_2$   |
| Титан       | Ti      | М.Клапрот, 1795             | Рутил $\text{TiO}_2$   |
| Цирконий    | Zr      | М.Клапрот, 1789             | Циркон $\text{ZrSiO}_4$  |
| Гафний      | Hf      | Д.Хевеши, 1923              | Циркон $(\text{Zr,Hf})\text{SiO}_4$  |
| Ванадий     | V       | Н.Сефстрем, 1830            | Магнетит $\text{Fe}(\text{Fe,V})_2\text{O}_4$  |
| Ниобий      | Nb      | Ч.Хетчет, 1801              | Колумбит $\text{FeNb}_2\text{O}_6$   |

|              |    |                            |                                |
|--------------|----|----------------------------|--------------------------------|
| Тантал       | Ta | А.Эксберт, 1802            | Танталит $MnTa_2O_6$           |
| Хром         | Cr | Л.Воклен, 1797             | Крокоит $PbCrO_4$              |
| Молибден     | Mo | К.Шееле, 1790              | Молибденит $MoS_2$             |
| Вольфрам     | W  | К.Шееле, 1781              | Шеелит $CaWO_4$                |
| Марганец     | Mn | Ю.Ган, 1774                | Пирролюзит $MnO_2$             |
| Рений        | Re | В.Ноддак, 1925             | Колумбит $Fe(Nb,Re)_2O_6$      |
| Темир        | Fe | Тарихий                    | Магнетит $Fe_3O_4$             |
| Кобальт      | Co | Г.Брандт, 1735             | Кобальтин $CoAsS$              |
| Никель       | Ni | А.Кронштедт, 1751          | Никелин $NiAs$                 |
| Рутений      | Ru | К.Клаус, 1844              | Платина Pt                     |
| Родий        | Rh | У.Волластон, 1803          | —                              |
| Палладий     | Pd | —                          | —                              |
| Осмий        | Os | С.Теннант, 1804            | —                              |
| Иридий       | Ir | —                          | —                              |
| Платина      | Pt | —                          | —                              |
| Мис          | Cu | Тарихий                    | Мис Cu                         |
| Кумуш        | Ag | Тарихий                    | Кумуш Ag                       |
| Олтин        | Au | Тарихий                    | Олтин Au                       |
| Рух          | Zn | Тарихий                    | Сфалерит $ZnS$                 |
| Кадмий       | Cd | Ф.Штрөмейер, 1817          | Сфалерит $(Zn,Cd)S$            |
| Симоб        | Hg | Тарихий                    | Киноварь $HgS$                 |
| Бор          | B  | Гейлюссак, 1808            | Бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ |
| Алюминий     | Al | Г.Эрстед, 1825             | Корунд $Al_2O_3$               |
| Галлий       | Ga | П.Лекок де Буабодран, 1878 | Сфалерит $(Zn,Ga)S$            |
| Индий        | In | Ф.Рейх, 1863               | Сфалерит $(Zn,In)S$            |
| Таллий       | Tl | У.Ерукс, 1861              | Пирит $(Fe,Tl)S_2$             |
| Углерод      | C  | Тарихий                    | Кўмир C                        |
| Кремний      | Si | Я.Берцелиус, 1803          | Кварц $SiO_2$                  |
| Германий     | Ge | К.Винклер, 1886            | Аргиродит $Ag_8GeS_8$          |
| Қалай        | Sn | Тарихий                    | Касситерит $SnO_2$             |
| Кўргошин     | Pb | Тарихий                    | Галенит $PbS$                  |
| Фосфор       | P  | Ю.Ган, 1774                | Апатит $Ca_5P_3O_{12}F$        |
| Мишьяк       | As | Тарихий                    | Реальгар $As_2S_3$             |
| Сурьма       | Sb | В.Валентин, XV в.          | Антимонит $Sb_2S_3$            |
| Висмут       | Bi | Я.Берцелиус, 1819          | Висмутин $Bi_2S_3$             |
| Олтингургурт | S  | Тарихий                    | Олтингургурт S                 |
| Селен        | Se | Я.Берцелиус, 1817          | Пирит $Fe(S,Se)_2$             |
| Теллур       | Te | М.Клапрот, 1798            | Кренерит $AgAu_3Te_8$          |
| Полоний      | Po | М.Склодовская, 1898        | Уранинит $UO_2$                |
| Водород      | H  | Г.Кавендиш, 1766           | Муз $H_2O$                     |
| Фтор         | F  | А.Муассан, 1886            | Флюорит $CaF_2$                |
| Хлор         | Cl | Г.Деви, 1807               | Галит $NaCl$                   |
| Бром         | Br | А.Болар, 1825              | —                              |
| Иод          | I  | Б.Куртуа, 1811             | Селитра $KNO_3$                |

**Турли хил элементларниг минерал кўринишидаги сони**  
(уларниг миқдорига нисбатан, 2000 йил маълумотлари)

| Элемент | Кўриниш сони | Сумма -сига нисбатан*, % | Ер қобиғидаги миқдори, % | Элемент | Кўриниш сони | Сумма -сига нисбатан, % | Ер қобиғидаги миқдори, % |
|---------|--------------|--------------------------|--------------------------|---------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| O       | 3359         | 16,80                    | 46,3                     | Se      | 105          | 0,53                    | $7 \cdot 10^{-6}$        |
| H       | 2391         | 11,96                    | 0,11                     | Be      | 94           | 0,53                    | $7 \cdot 10^{-4}$        |
| Si      | 1165         | 5,82                     | 27,99                    | Sn      | 94           | 0,47                    | $23 \cdot 10^{-5}$       |
| Fe      | 1082         | 5,41                     | 5,33                     | Li      | 88           | 0,44                    | $25 \cdot 10^{-6}$       |
| Ca      | 1080         | 5,40                     | 3,81                     | Cr      | 85           | 0,43                    | $9 \cdot 10^{-3}$        |
| S       | 908          | 4,54                     | $33 \cdot 10^{-3}$       | Hg      | 84           | 0,42                    | $7 \cdot 10^{-6}$        |
| Al      | 907          | 4,53                     | 8,07                     | N       | 83           | 0,42                    | $3 \cdot 10^{-3}$        |
| Na      | 752          | 3,76                     | 2,38                     | Zr      | 83           | 0,41                    | $16 \cdot 10^{-3}$       |
| Mg      | 684          | 3,42                     | 2,26                     | Ta      | 81           | 0,40                    | $2 \cdot 10^{-4}$        |
| Cu      | 539          | 2,70                     | $53 \cdot 10^{-3}$       | Co      | 71           | 0,36                    | $23 \cdot 10^{-4}$       |
| Mn      | 521          | 2,60                     | 0,09                     | Pd      | 58           | 0,29                    | $9 \cdot 10^{-7}$        |
| P       | 484          | 2,42                     | 0,10                     | Pt      | 51           | 0,25                    | $6 \cdot 10^{-7}$        |
| As      | 476          | 2,38                     | $18 \cdot 10^{-4}$       | Mo      | 44           | 0,22                    | $12 \cdot 10^{-5}$       |
| Pb      | 445          | 2,23                     | $13 \cdot 10^{-4}$       | Tl      | 43           | 0,22                    | $9 \cdot 10^{-5}$        |
| K       | 400          | 2,00                     | 2,13                     | Th      | 41           | 0,20                    | $1 \cdot 10^{-3}$        |
| C       | 354          | 1,77                     | 0,02                     | W       | 39           | 0,20                    | $14 \cdot 10^{-5}$       |
| F       | 330          | 1,65                     | 0,064                    | Ir      | 32           | 0,16                    | $6 \cdot 10^{-8}$        |
| Cl      | 282          | 1,41                     | 0,018                    | Au      | 32           | 0,16                    | $35 \cdot 10^{-8}$       |
| Ti      | 275          | 1,38                     | 0,53                     | Rh      | 24           | 0,12                    | $5 \cdot 10^{-8}$        |
| Sb      | 243          | 1,22                     | $3 \cdot 10^{-5}$        | J       | 20           | 0,10                    | $5 \cdot 10^{-5}$        |
| Zn      | 240          | 1,20                     | $68 \cdot 10^{-4}$       | Ru      | 15           | 0,08                    | $4 \cdot 10^{-7}$        |
| U       | 219          | 1,10                     | $3 \cdot 10^{-4}$        | Cd      | 14           | 0,07                    | $17 \cdot 10^{-6}$       |
| B       | 215          | 1,07                     | $9 \cdot 10^{-4}$        | Cs      | 13           | 0,06                    | $4 \cdot 10^{-5}$        |
| Bi      | 297          | 0,98                     | $2 \cdot 10^{-5}$        | Os      | 12           | 0,06                    | $2 \cdot 10^{-7}$        |
| Ba      | 190          | 0,95                     | $47 \cdot 10^{-3}$       | Br      | 12           | 0,06                    | $24 \cdot 10^{-5}$       |
| Ni      | 163          | 0,81                     | $7 \cdot 10^{-3}$        | In      | 12           | 0,06                    | $2 \cdot 10^{-5}$        |
| V       | 155          | 0,77                     | $12 \cdot 10^{-4}$       | Sc      | 8            | 0,04                    | $17 \cdot 10^{-4}$       |
| Ce      | 154          | 0,76                     | $6 \cdot 10^{-3}$        | Ge      | 6            | 0,03                    | $14 \cdot 10^{-4}$       |
| Ag      | 149          | 0,75                     | $7 \cdot 10^{-6}$        | Ga      | 5            | 0,02                    | $17 \cdot 10^{-4}$       |
| Te      | 148          | 0,74                     | $3 \cdot 10^{-7}$        | Re      | 3            | 0,01                    | $8 \cdot 10^{-8}$        |
| Nb      | 140          | 0,70                     | $2 \cdot 10^{-3}$        | Hf      | 1            | 0,005                   | $24 \cdot 10^{-5}$       |
| Sr      | 115          | 0,57                     | $37 \cdot 10^{-3}$       | Rb      | 1            | 0,005                   | 0,011                    |
| Y       | 112          | 0,56                     | $32 \cdot 10^{-3}$       |         |              |                         |                          |

Изоҳ \*– элементларни тахминан 20 мингга яқин ўзаро аралашishi: 3,8 минг кўринишдан бирига 5 тадан.

## Элементларнинг турли минераллари

| Гуруҳ | Элемент                          | Тегишли минерал  | Элемент тарқаладиган минераллар   |
|-------|----------------------------------|--|---|
| 1     | 2                                | 3  | 4   |
| 1     | Li<br>Na<br>K<br>Rb<br>Cs        | <b>Сподумен</b> , лепидолит, амблигонит, петалит, гекторит<br><b>Галит,сода мирабилит</b> , нефелин, альбит, эгирин<br><b>Сильвинит</b> , микроклин, кальсилить, слюдалар<br><b>Лепидолит, рубиклин</b><br><b>Поллуцит</b>   | Амфиболлар, биотит, монтмориллонит<br><br><b>Биотит, микроклин</b><br><b>Карналлит</b><br><b>Биотит</b>   |
| 2     | Be<br>Mg<br>Ca<br>Sr<br>Ba<br>Ra | <b>Берилл, бертрангит, фенакит</b> , геллевин, лейкофан<br><b>Брусит, бишофит, магнезит, кизерит</b> , оливин, энстатит, флогопит, тремолит<br><b>Кальцит, гипс, апатит, плагиоклаз</b> , гастингсит, диопсид<br>Волластонит<br><b>Целестин, стронцианит</b>   | Мусковит, альбит<br><br><br><b>Апатит, кальцит</b><br>Микроклин, слюды  |
| 3     | B<br>Al<br>Se<br>Y<br>Ce         | <b>Датолит, данбурит, турмалин</b> , аксинит, <b>суанит</b> , одоит, людовигит, сахаит, борацит, <b>гидробороцит</b> , колеманит, углексит, кернит, бура, сасолин<br><b>Гиббсит, бемит, диаспор, корунд, алуниг, нефелин</b> , дала шпати, слюдлар, каолинит, кианит, силлиманит, крандаллит<br><b>Тортвейтит, бацит</b><br><b>Ксенотим, ферусонит, эвксенит</b><br><b>Синхизит, монацит, бастнезит, лопарит, титанит, алланит</b> | Слюдлар, дала шпати<br><br><br><br><br><b>Пироксенлар, чевкинит</b><br><b>Апатит, титанит,</b><br><b>циркон, амфиболы</b><br><b>Апатит, титанит,</b><br>кальцит |



|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | Th<br>U<br>C<br>Si<br>Ti<br>Zr<br>Hf               | Торит, торианит<br>Уранинит, коффинит, браннерит, давидит, карнотит, скупит<br>Битум, лигнит, графит, кальцит<br>Кварц, полевые шпаты, амфиболы, слюды, глины<br>Рутил, анатаз, титанит, ильменит, перовскит<br>Циркон, эвдиалит, бадделит<br>Гафнон  | Монацит, алланит<br>Монацит, франколит, битум<br><br>Пироксены, амфиболы, глины, слюды<br>-“-<br>Циркон  |
| 5 | N<br>P<br><br>V<br>Nb<br>Ta                        | Селитра<br>Апатит<br>франколит, крандаллит<br>Ванадинит онотронит, росколит, карнотит<br>Пирохлор, пандаит, лопарит, колумбит<br>Танталит, воджинит, стрюверит, микролит  | Микроклин, мусковит<br>Дала шпаты Магнетит, пироксены, гранаты<br><br>Перовскит, ильменит, титанит, слюды<br>Бетафит, лопарит, пирохлор, колумбит, сфен, слюдлар |
| 6 | Cr<br><br>Mo<br>W                                  | Хромит<br><br>Молибденит<br>Ферберит, гюбнерит, шеелит  | Пироксены, амфиболлар, гранаты, слюдлар<br>Шеелит, слюдлар<br>Слюдлар  |
| 7 | Mn<br><br>Re                                       | Пиролозит, гаусманит, браунит, манганит, родохрит<br>Рениит, джезказганит   | Амфиболлар, пироксены, слюды<br><br>Молибденит   |
| 8 | Fe<br>Co<br>Ni<br>Ru<br>Rh<br>Pd<br>Os<br>Ir<br>Pt | Магнетит, гематит, гетит, сидерит, шамозит, фаялит, биотит, гиперстен<br>Кобальтин, смальтин, скутерудит, линнеит, асболан<br>Пентландит, хлоантит, миллерит, гарниерит<br>Рутений, лаурит<br>Родий, холингвортит<br>Палладий, полярит<br>Осмий, эрликманит<br>Иридий, инаглит<br>Платина, сперрилит, куперит | Амфиболы, оливин<br>-“-<br>Пирит, халькопирит, пирротин<br>-“-<br>-“-<br>-“-<br>-“-<br>-“-<br>-“-  |

|    |                         |  |  |
|----|-------------------------|--|--|
| 1a | Cu<br>Ag<br>Au          | <b>Халькопирит, борнит, халькозин, кубанит, куприт, ковеллин, мис, энаргит, теннантит, халькантит</b><br><b>Кумуш, аргентит, прустит, стефанит, гессит, кераргирит</b><br><b>Олтин, калаверит, креннерит</b> | Амфиболы, кум тупрок<br><b>Галенит</b><br><b>Пирит, арсенопирит, халькопирит, антимонит</b>  |
| 2a | Zn<br>Cd<br>Hg          | <b>Сфалерит, смитсонит, цинкит,</b><br>каламин, виллемит<br>Хоулит, кадмоселит<br><b>Киноварь,</b> метациннабарит,<br>ливингстонит   | Fe-слюдлар,<br>амфиболлар, кум тупрок<br><b>Сфалерит, кальцит</b>  |
| 3a | Ga<br>In<br>Tl          | Галлит, зенгеит<br>Индий, индит<br>Халькоталлит, доралшарит  | <b>Сфалерит,</b><br>халькопирит, <b>нефелин,</b><br>дала шпатлар, слюдлар<br><b>Сфалерит, касситерит,</b><br>пироксены, скородит<br>Пирит, <b>марказит,</b><br><b>галенит, слюдлар,</b><br>микроклин, ярозит |
| 4a | Ge<br>Sn<br>Pb          | Германит, стоттит<br><b>Касситерит, станин</b><br><b>Галенит, церрусит, англезит,</b><br>джермсонит, бурнонит  | Битум, <b>уголь,</b><br><b>халькопирит</b><br>Магнетит, ильменит,<br>сфен, пироксенлар,<br>гранатлар<br>Микроклин  |
| 5a | As<br>Sb<br>Bi          | <b>Арсенопирит, леллингит, пирит,</b><br>теннантит, <b>реальгар</b><br><b>Антимонит, бертьерит, галенит,</b><br>джермсонит, тетрадимит<br>Висмутит, висмут, тетрадимит                                       | Пирит<br>Галенит<br>--   |
| 6a | O<br>S<br>Se<br>Te      | Муз, кварц (штудит UO <sub>4</sub> )<br><b>Олтингугурт, пирит</b><br>Клаусталит<br>Гессит, калаверит   | Пирротин, гипс, ярозит<br><b>Галенит, халькопирит,</b><br>пирит<br>Галенит   |
| 7a | H<br>F<br>Cl<br>Br<br>I | Вода-лед, цеолиты<br>Флюорит, виллиомит, топаз<br><b>Галит</b><br>Бромаргерит<br>Иодаргирит  | Амфиболы, слюды<br>Слюдлар, амфиболлар,<br>апатит<br>Слюдлар, амфиболлар,<br>содалит<br><b>Карналлит, галит --</b>   |

*Изоҳ.* Қавс ичида одатда изоморф элементлар бирлаштирилган; саноат микёсидаги минераллар қалин шрифтда ажратилган.

## Ноорганик кислоталарнинг эритмалари

| Кислота                           | Концентрация           |                               | Зичлиги,<br>г/см <sup>3</sup>  | Тайёрланиш усули   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
|                                   | Моль/л                 | % (масс.)                     |                                |  |
| Нитрат кислота<br>Конц.<br>Суюл.  | 15,7<br>6<br>2<br>0,1  | 69,8<br>31,6<br>11,8<br>0,36  | 1,42<br>1,195<br>1,067<br>1,00 | 385 мл HNO <sub>3</sub> (конц.) 1 л.гача суюл.<br>128 мл HNO <sub>3</sub> (конц.) 1 л.гача суюл.<br>6,5 мл HNO <sub>3</sub> (конц.) 1 л.гача суюл.   |
| Сульфат кислота<br>Конц.<br>Суюл. | 18,0<br>2<br>0,05      | 95,6<br>17,6<br>0,49          | 1,84<br>1,123<br>1,00          | 112 мл H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)<br>0,5 л H <sub>2</sub> O куйилади,<br>совутилади ва 1 л.гача суюл.<br>а) 2,8 мл H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.) 0,5 л H <sub>2</sub> O куйилади, совитилади ва 1 л.гача суюл.<br>б) 2,8 мл H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 л.гача суюл. |
| Сульфит кислота конц.             | 1,5                    | 10                            | 1,05                           | Тўйингунча H <sub>2</sub> O оркали SO <sub>2</sub> ўтказилади  |
| Хлорид<br>Конц.<br>Суюл.          | 12,14<br>6<br>2<br>0,1 | 37,23<br>20,0<br>7,05<br>0,36 | 1,19<br>1,100<br>1,00          | 494 мл HCl (конц.) 1 л.гача суюл.<br>164 мл HCl (конц.) 1 л.гача суюл.<br>8,23 мл HCl (конц.) 1 л.гача суюл.   |

**Кислота-асос индикаторлари**

1-8 индикаторлар кучсиз асосларни титрлаш учун, 9-17 индикаторлар кучли кислоталарни ва 18-26 индикаторлар кучсиз кислоталарни титрлаш учун тавсия этилади

| т/р | Индикатор номи               | Эритма концентрацияси,% (масс.) | pH оралиғи | pH таъсирида индикаторнинг ранг ўзгариши  |
|-----|------------------------------|---------------------------------|------------|---|
| 1   | Крезол қизили (18 га қаранг) | 0,1 сувли                       | 0,2-1,8    | Қизил→сарик                               |
| 2   | Метанил сариғи               | 0,1 спиртли                     | 1,2-2,4    | Қизил→сарик                               |
| 3   | Тимол кўки (21 га қаранг)    | 0,1 сувли                       | 1,2-2,8    | Қизил→сарик                               |
| 4   | Трополин 00                  | 0,1 сувли                       | 1,3-3,2    | Қизил→сарик                               |
| 5   | Метил сариғи                 | 0,1 спиртли                     | 2,9-4,0    | Қизил→сарик                               |
| 6   | Метил зарғалдоғи             | 0,1 сувли                       | 3,1-4,4    | Қизил→сарик<br>жево-сарик                 |
| 7   | Бромфенол кўки               | 0,1 сувли                       | 3,8 – 5,4  | Сарик → кўк                               |
| 8   | Бромкрезол яшили             | 0,1 сувли                       | 3-5        | Сарик → кўк                               |
| 9   | Метил қизил                  | 0,2 сувли                       | 4,2 – 6,2  | Қизил → сарик                             |
| 10  | Ализарин қизил С             | 0,1 сувли                       | 4,6 – 6,0  | Сарик → пушти                             |
| 11  | Хлорфенол қизили             | 0,1 сувли                       | 5,0-6,6    | Сарик →Қизил                              |
| 12  | Бромфенол қизили             | 0,1 сувли                       | 5,2-7,0    | Сарик →Қизил                              |
| 13  | п-Нитрофенол                 | 0,1 сувли                       | 5,6-7,4    | Рангсиз →сарик                            |
| 14  | Бромтимол кўки               | 0,5 сувли                       | 6,0-7,6    | Сарик→кўк                                 |
| 15  | Розол кислотаси              | 0,5 спиртли (50%)               | 6,2-8,0    | Сарик →қизил                              |
| 16  | Нейтрал қизил                | 0,1 спиртли                     | 6,8-8,0    | Қизил →сарғиш қўнғир                      |
| 17  | Фенол қизили                 | 0,1 сувли                       | 6,8-8,4    | Сарик →қизил                              |
| 18  | Крезол қизили                | 0,1 сувли                       | 7,2-8,8    | Сарик →қизил                              |
| 19  | α-Нафтолфталеин              | 0,1 спиртли                     | 7,3-8,7    | Пушти → яшил                              |
| 20  | Тропеолин 000                | 0,1 сувли                       | 7,6-8,9    | Сарик →пушти                              |
| 21  | Тимол кўки                   | 0,1 сувли                       | 8,0-9,6    | Сарик → кўк                               |
| 22  | Фенолфталеин                 | 0,1 спиртли                     | 8,0-9,6    | Рангсиз→ қизил                            |
| 23  | Тимолфталеин                 | 0,1 спиртли                     | 9,3-10,5   | Рангсиз →қизил                            |
| 24  | Нил кўки А                   | 0,1 сувли                       | 10,0-11,0  | Кўк → қизил                               |
| 25  | Ализарин сариғи<br>ЖЖ        | 0,1 сувли                       | 10,-12,0   | Оч лимон рангли<br>сарик→ қўнғир<br>сарик |
| 26  | Тропеолин 0                  | 0,1 сувли                       | 11,0-13,0  | Сарик →зарғалдоқ                          |

## Аралаш индикаторлар

| Индикатор номи  | Эритма<br>концентрацияси, %<br>(масс)        | Компонентлар<br>ҳажмий нисбати | Титрлаш<br>кўрсаткичи, рТ | рН ортиши билан<br>индикатор рангини<br>ўзгариши |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|--|
| Метил сариги  | 0,1 спиртли                                  | 1:1                            | 3,25                      | Кўкбинафша→<br>яшил                              |
| Бромкрезол яшили метил<br>қизили  | 0,1 спиртли<br>0,2 спиртли                   | 3:1                            | 5,1                       | Вино→яшил, қизил                                 |
| Метил қизили<br>Метил кўки  | 0,2 спиртли<br>0,1 спиртли                   | 1:1                            | 5,4                       | Қизил→яшил<br>сиёхранг                           |
| Бромкрезол пурпур,<br>натрийли тузи<br>Бромтимол кўки, натрийли<br>тузи | 0,1 сувли<br>0,1 сувли                       | 1:1                            | 6,7                       | Сарик→кўк<br>сиёхранг                            |
| Нейтрал қизил<br>Метилен кўки   | 0,1 спиртли<br>0,1 спиртли                   | 1:1                            | 7,0                       | Сиёхранг→ яшил,<br>кўк                           |
| Нейтрал қизил<br>Бром-тимол кўки  | 0,1 спиртли 0,1<br>спиртли                   | 1:1                            | 7,2                       | Пушти→ яшил, кўк                                 |
| Бром-<br>Тимол кўки, натрийли тузи<br>Фенол, қизил, натрийли тузи       | 0,1 сувли<br>0,1 сувли                       | 1:1                            | 7,5                       | Сарик → сиёхранг                                 |
| Крезол қизили, натрийли<br>тузи<br>Тимол-кўк, натрийли тузи             | 0,1 сувли<br>0,1 сувли                       | 1:3                            | 8,3                       | Сарик→ сиёхранг                                  |
| α-Нафтолфталеин<br>Фенолфталеин   | 0,1 спиртли<br>0,1 спиртли                   | 1:3                            | 8,9                       | Оч сиёхранг→<br>пушти                            |
| α Нафтолфталеин<br>Фенолфталеин   | 0,1 спиртли<br>(50%)<br>0,1 спиртли<br>(50%) | 1:2                            | 9,6                       | Оч сиёхранг→<br>пушти                            |
| Фенолфталеин<br>Тимолфталеин  | 0,1 спиртли<br>0,1 спиртли                   | 1:1                            | 9,9                       | Рангсиз →<br>Сиёхранг                            |
| Тимолфталеин<br>Ализарин сариғи   | 0,1 спиртли<br>0,1 спиртли                   | 2:1                            | 10,2                      | Сарик → сиёхранг                                 |

## Оксидланиш-қайтарилиш индикаторлари

| Индикатор номи   | $E^{\circ}_{\text{Ind}}$ , В                        | Индикатор ранги   |                   |
|--|---|-------------------|-------------------|
|  |   | Оксидланган шакли | Қайтарилган шакли |
| Нитро-о-фенантролин + FeSO <sub>4</sub>                          | 1,25  | Оч ҳаворанг       | →Қизил            |
| 2,2'-Дипиридил (Fe <sup>2+</sup> билан комплекси )               | 1,14<br>(кислотали муҳит)                           | Оч ҳаворанг       | →Қизил            |
| Фенилантранил кислотаси  | 1,08 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1М эритмаси)   | Қизғиш сиёхранг   | →Рангсиз          |
| о-Фенантролин+FeSO <sub>4</sub> (ферроин)                        | 1,06 ((H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1М эритмаси ) | Оч ҳаворанг       | → Қизил           |
| 5,6-Диметил-1,10-фенантролин (Fe <sup>2+</sup> билан комплекси ) | 0,97  | Сариқ – яшил      | → Қизил           |
| Дифениламин-4-сульфонат барий ёки натрий                         | 0,84<br>(кислотали муҳит)                           | Қизил – сиёхранг  | → рангсиз         |
| Дифениламин  | 0,76<br>(кислотали муҳит)                           | Сиёхранг – кўк    | → рангсиз         |
| N,N' - Дифенилбензидин   | 0,76<br>(кислотали муҳит)                           | Сиёхранг          | → рангсиз         |
| Индиго-5,5' - дисульфонат натрий                                 | 0,29 (рН=0)   | Кўк               | → сариқ           |
| 2,6-Дибромфенол-индофенолят натрий                               | 0,218<br>(рН=7)                                     | Сиёхранг          | → рангсиз         |

|                                      |                     |                |           |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|-----------|
| 2,6-Дихлорфенол-индо-о-крезол натрий | 0,181<br>(pH=7)     | Сиёхранг       | → рангсиз |
| Тионин                               | 0,06 (pH=7)         | Сиёхранг       | → рангсиз |
| Метилен кўки                         | 0,011<br>(pH=7)     | Кўк            | → рангсиз |
| Индиго-5,5', 7,7'- калий расульфонат | -0,046<br>(pH=7)    | Кўк            | → рангсиз |
| Индиго-5- сульфонат калий            | -0,160<br>(pH=7)    | Кўк            | → рангсиз |
| Сафранин Г                           | -0,289<br>(pH=7)    | Жигар ранг     | → рангсиз |
| Нейтрал кизил                        | -0,33 (pH=7)        | Қизил-сиёхранг | → рангсиз |
| Метилвиологен дихлорид               | -0,446<br>(pH=8÷12) | Рангсиз        | → тўк кўк |

### Комплексонометрик индикаторлар

13-жадвал

| Индикатор номи                                     | Индикатор ранги     | Ўртам концентрацияси, % (масс.) | Аниқланадиган ионлар | Тавсия қилинадиган pH оралиғи | Халақит берувчи ионлар   |
|--|---------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| <b>Хусусий<br/>Аниқланадиган ионлар иштирокида</b> |                     |                                 |                      |                               |  |
| Бериллон II  | Сиёхранг хаворанг → | 0,02 сувли                      | $Be^{2+}, Mg^{2+}$   | 12-13,2                       | $Ca^{2+}, Ba^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+}, Cr^{3+}, Sc^{3+}$ |

|                                |                                     |   |  |               |   |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|--|---------------|---|
| Бромпирогал қизили             | Кўк → оч қизил<br>сиёхранг          | 0,5 сп.<br>(50%)                              | $Pb^{2+}, Ni^{2+},$<br>$Co^{2+}, Ca^{2+}$                                      | 9,5-<br>10,0  | $Mg^{2+}, Cu^{2+},$<br>$Al^{3+}, Zn^{2+},$<br>$Mn^{2+}, Cr^{2+}$                        |
| Вариамин ҳаворанг              | Рангсиз → кўк                       | 1,0 сувли                                     | $Fe^{3+}$  | 2-3,0         |   |
| Кальцион                       | Оч кўк →<br>малина ранги            | —   | $Ca^{2+}$  | >12           |   |
| Карбокси-арсеназо              | Сиёхранг → кўк<br>ҳаворанг          | —   | $Ba^{2+}$  | 4,0-<br>5,0   | $Al^{3+}, Co^{2+},$<br>$Cu^{2+}, Ni^{2+},$<br>$Pb^{2+}, Mn^{2+}$                        |
| о-Крезолфталеи<br>н-комплексон | Рангсиз →<br>Қизил<br>Пушти → қизил | 0,1 сувли                                     | $Mg^{2+}, Ca^{2+},$<br>$Sr^{2+}, Ba^{2+}$                                      | 6,0<br>7-11,0 |   |
| Ксиленол зарғалдоғи            | Лимон ранг<br>Қизил<br>Сариқ        | 0,5 сп.                                       | $Ca^{2+}, Hg^{2+},$<br>$La^{3+}, Pb^{2+},$<br>$Zn^{2+},$<br>$Bi^{3+}, Th (IV)$ | 5-6<br>2,5    |   |
| Магнезон ХС                    | Кўк → Қизил                         | 0,01<br>сувли ёки<br>ацетонли                 | $Mg^{2+}$  | 9,8 —<br>11,2 | $Ca^{2+}, Fe^{2+}$  |
| Метилтимол кўки                | кулранг → кўк                       | 1% $KNO_3$<br>билан<br>аралашма<br>си         | $Mg^{2+}, Sr^{2+},$<br>$Ba^{2+}, Ca^{2+},$<br>$Mn^{2+}$                        | 10,5          | $Bi^{3+}, Th (IV),$<br>$Sc^{3+}, Pb^{2+},$<br>$Zn^{2+}, Cd^{2+},$<br>$Hg^{2+}, Co^{2+}$ |
| Мурексид                       | Сиёхранг →<br>Қизил                 | 0,2%<br>каттикКС<br>I билан<br>аралашма<br>си | $Ca^{2+}$  | 12,0-<br>12,5 | $Co^{2+},$<br>лантаноидла<br>р  |
|                                | Сиёхранг →<br>зарғалдок             |   | $Cu^{2+}, Ni^{2+}$   | 9,0 —<br>11,0 |   |
| Оксигидрохин<br>он пушти       | Сариқ лимон-<br>ранг → Пушти        | 0,1 сувли                                     | $Th (IV)$  | 2,4 —<br>3,0  | $Ni^{2+}, Cd^{2+},$<br>$Co^{2+}, Mg^{2+}$   |



|                              |   |   |   |                                     |   |
|------------------------------|---|---|---|-------------------------------------|---|
| ПАН                          | Сарик → қизил                                 | 0,1<br>спиртли  | $Zn^{2+}$ , $Ni^{2+}$ ,<br>$Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Pb^{2+}$ ,<br>$Mn^{2+}$ , $Sc^{3+}$ | 5,0<br>(ацета<br>гли<br>бу-<br>фер) | $Cu^{2+}$ , $Mg^{2+}$   |
| ПАР                          | Сарик → қизил                                 | 0,1 сувли   | $Cu^{2+}$ , $Pb^{2+}$   | 2,0 –<br>5,0                        | $Ni^{2+}$ , $Cd^{2+}$ ,<br>$Zn^{2+}$                            |
| Пироголл<br>қизили           | Зарғалдоқ сарик<br>→ қизил                    | 0,5 спиртли<br>и. (50%)                                   | $Ni^{2+}$ , $Pb^{2+}$ ,<br>$Co^{2+}$  | 3,0 –<br>6,0                        | $Bi^{3+}$   |
| Пирокатехин<br>сиёхранг      | Сиёхранг →<br>кўк                             | 0,1 сувли   | $Bi^{3+}$ , $Th(IV)$ .  | 2,0 –<br>5,0                        | $Al^{3+}$ , $Co^{2+}$ ,<br>$Cd^{2+}$                            |
|                              | Сарик → кўк                                   |   | $Cu^{2+}$   | 5,0 –<br>7,0                        |   |
|                              | Сиёхранг → кўк                                |   | $Ni^{2+}$ , $Zn^{2+}$ .   | 7,0 –<br>10,0                       |   |
| Сульфарсазен                 | Сарик → Пушти                                 | 0,05<br>сувли 5%<br>$NH_3$<br>эритмаси<br>кў-<br>шилади   | $Zn^{2+}$ , $Cd^{2+}$ ,<br>$Pb^{2+}$ , $Ni^{2+}$  | 9,5-10                              | $Cu^{2+}$ , $Ca^{2+}$ ,<br>$Hg^{2+}$ , $La^{3+}$ ,<br>$Co^{2+}$ |
| Сульфопазо                   | Сиёхранг-<br>Пушти → Кўк                      | 0,02<br>сувли   | $Sc^{3+}$ , $In^{3+}$<br>5,0  | 5,0                                 | $V(V)$ , $Ga^{3+}$  |
| Сульфосали-<br>цил кислотаси | Рангсиз →<br>Пуштидан қизил<br>гилос ранггача | 5,0 сувли   | $Fe^{3+}$   | 1,0-<br>2,0                         | $Zr(IV)$ , $Th(IV)$   |
| Тимолфталекс<br>он           | Кул ранг → кўк                                | 0,5 сувли<br>ёки 1%<br>$KNO_3$<br>билан<br>аралашма<br>си | $Ca^{2+}$ , $Sr^{2+}$ ,<br>$Ba^{2+}$ , $Mn^{2+}$  | 12,0-<br>12,2                       | $Mg^{2+}$   |
| Тайрон                       | Рангсиз → кўк                                 | 2,0 сувли   | $Fe^{3+}$   | 2,0-<br>3,0                         | $Ti(IV)$  |

|                         |  |  |   |              |   |
|-------------------------|--|--|---|--------------|---|
| Флуорексон              | Кучсиз кизгиш<br>Флуоресция-ланувчи → оч кўк<br>флуоресция-ланувчи | 2,0 сувли<br>ёки 1%<br>KNO <sub>3</sub><br>билан<br>аралашма<br>си | Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> ,<br>Ba <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> ,<br>Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> ,<br>Fe <sup>3+</sup> | >12          | Zn <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup>   |
| Эриохром<br>кизил Б     | Сариқ → Қизил  | -  | Zn <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>   | 10,0         | Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> ,<br>Mn <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> ,<br>Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> ,<br>Mg <sup>2+</sup>   |
| Эриохром кўк-<br>кора Р | Ҳаворанг →<br>кизгиш   | -  | Ca <sup>2+</sup>  | 12,0         | Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup>   |
| Эриохром<br>кора Т      | Кўк → вино-<br>кизил   | 1,0%<br>каттик<br>NaCl<br>билан<br>аралаш-<br>маси                 | Zn <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ,<br>Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> ,<br>Ca <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> ,<br>Hg <sup>2+</sup> | 6,0-<br>11,0 | Sr <sup>2+</sup> , Ga <sup>3+</sup> ,<br>In <sup>3+</sup> , Al <sup>3+</sup> ,<br>Fe <sup>3+</sup> , Ti (IV),<br>Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> ,<br>Cu <sup>2+</sup> ,<br>лантаноид |

14-жадвал

## Адсорбцион индикаторлар

| Индикатор номи              | Эритма<br>концент<br>рацияси<br>%<br>(масс.)         | Аниқланувчи<br>ион   | Титрант   | Индикатор<br>ўзгариши<br>рангини  |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| Ализарин кизили<br>С        | 0,1<br>сувли   | [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup> ,<br>MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | Pb <sup>2+</sup>  | Сариқ → пушти кизил   |
| Бенгал пуштиси<br>А         | 0,1<br>сувли   | I <sup>-</sup> (Cl <sup>-</sup><br>иштирокид а)  | Ag <sup>+</sup>   | Кармин кизили → кўк -<br>кизил  |
| Бромфенол кўки              | 0,1%<br>натрий<br>ли узини<br>сув ли<br>эритмас<br>и | Ag <sup>+</sup> , Tl <sup>+</sup><br>Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup><br>SCN <sup>-</sup><br>I <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup><br>SCN <sup>-</sup><br>Cl <sup>-</sup><br>Ag <sup>+</sup><br>Ag <sup>+</sup> | Сариқ → яшил<br>Сариқ → яшил<br>Сиренли →<br>Сариқ<br>Сиёҳранг → кўк-яшил<br>Сариқ яшил →<br>Кўк яшил |
| 4,5-дибром –<br>флуоресцеин | 0,1<br>сувли   | Br <sup>-</sup>  | Ag <sup>+</sup>   | Сариқ – пушти →<br>Сиёҳранг – пушти   |

|                                       |   |   |                                      |   |
|---------------------------------------|---|---|--------------------------------------|---|
| 4,5- диодфлуоресцеин, динатрийли тузи | 0,1 сувли                               | $\Gamma^-$ ( $\text{Cl}^-$ иштирокида)  | $\text{Ag}^+$                        | Сарик-пушти→<br>Малина ранг                 |
| 1,5-дифенил – карбазид                | 0,1 спиртли                             | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$   | $\text{Hg}_2^{2+}$                   | Рангсиз→ сиёхранг                           |
| Дифениламин                           | 1% ли<br>96%<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$ | $\text{Zn}^{2+}$  | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$      | Кўк→яшил – сарик                            |
| Конго қизили                          | 0,1 сувли                               | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\Gamma^-$ , $\text{SCN}^-$                                     | $\text{Ag}^+$                        | Қизил → кўк                                 |
| $\alpha$ –Нафтофлавон                 | 0,1 сувли                               | $\text{Cl}^-$   | $\text{K}^+$                         | Кўк→ қизил                                  |
| Родамин БЖ                            | 0,1 сувли                               | $\text{Ag}^+$   | $\text{Br}^-$                        | Сарик – Қизил→<br>Қизил – сиёхранг          |
| Сафранин Т                            | 0,1 сувли                               | $\text{Cl}^-$<br>$\text{Br}^-$  | $\text{Ag}^+$<br>$\text{Ag}^+$       | Қизил→лиловая<br>Қизил → кўк                |
| Флуоресцеин                           | 0,2 спиртли                             | $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\Gamma^-$<br>$\text{SCN}^-$<br>$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | $\text{Ag}^+$                        | Сарик -яшил→<br>пушти                       |
| Эозин                                 | 0,5 сувли                               | $\text{Br}^-$ , $\Gamma^-$<br>$\text{SCN}^-$<br>$\text{Pb}^{2+}$                                | $\text{Ag}^+$<br>$\text{MoO}_4^{2-}$ | Зарғалдоқ →<br>қизғиш<br>сиёхранг→зарғалдоқ |

15-жадвал

### Флуоресцент индикаторлар

| Индикатор номи                         | pH оралиғи | Флуоресценцияда ранг ўзгариши |
|--|------------|-------------------------------|
| Бензофлавин                            | 0,3 – 1,7  | Сарик → яшил                  |
| 4-Этоксикаридон                        | 1,4 – 3,2  | Сарик → кўк                   |
| 1-Нафтиламин 5-сульфонамид<br>(1-ўтиш) | 2,0-4,0    | $\ominus$ → Сарик             |
| 2- Нафтиламин                          | 2,8 – 4,4  | $\ominus$ → сиёхранг          |
| Салицил кислотаси                      | 3,0 – 3,5  | $\ominus$ → тўқ- кўк          |
| Диметилнафтэйродин                     | 3,2-3,8    | қирмизи → зарғалдоқ           |

|  |           |                          |
|--|-----------|--------------------------|
| 1-Нафтиламин (1-ўтиш)                                  | 3,4-4,8   | ⊖ → кўк                  |
| Флуоресцеин  | 4,0-5,0   | ⊖ → яшил                 |
| Акридин  | 4,5-5,5   | Яшил → кўк               |
| 4-Метиллумбеллиферон                                   | 6,5-7,4   | ⊖ → кўк                  |
| 2-Нафтол–6,8-дисульфокислота дикалий тузи              | 7,4-9,0   | ⊖ → кўк                  |
| Морин  | 8,0-10,0  | Яшил → сарик             |
| 2-Нафтол–3,6-дисульфокислота динарийли тузи            | 8,0-10,6  | ⊖ → кўк                  |
| 1-Нафтиламин 5-сульфонамид (2-ўтиш)                    | 9,5-13,0  | Сарик – зарғалдоқ → яшил |
| 1-Амино–8-нафтол–2,4–дисульфокислота, монокалийли тузи | 10,0-12,0 | Сиёхранг→ яшил           |
| 1-Нафтиламин (2-ўтиш)                                  | 12,0-13,0 | Кучсиз кўк               |

16-жадвал

### Заҳарли ва ёнгинга ҳавфли моддалар

| Номи                    | Организмга таъсири   | Ёнгинга ҳавфли  | Сақланиши   |
|-------------------------|--|---|---|
| <b>Кислоталар</b>       |  |   |   |
| Нитрат кислота          | Азот (II) оксиди ажралиши туфайли нафас олиш йўллари ва кўзга сези-ларли таъсир кўрсатади. Концентранган кислота терини куйдиради. | Иссик моддаларни алангаланишига олиб келиши мумкин, қайтарувчилар билан (скипидар, спирт ва б.) портлайди, ёнгинни ўчиришда азот оксидларидан ҳимояланишда противогаздан фойдаланилади. | Шиша бутилкаларда сақланади. Иссик материаллар, қайтарувчилар, ҳамда металл куқунлари, пикрин ва хлорат кислоталари билан аралашшига йўл қўймаслик керак. |
| Кремний водород фториди | Буглари нафас йўли ва кўзга сезиларли таъсир кўрсатади. Терига кучли   | Ёнгинга ҳавфли эмас.  | Кўрғошинли, эбонитли, парафинли ёки полиэтиленли идишларда  |

|                           |   |  |   |
|---------------------------|---|--|---|
|                           | куйдирувчи таъсир қилади.   |  | сақланади.  |
| Плавик (фторид) кислотаси | Кучли захарли, буглари тери, кўз ва нафас йўлларига сезиларли таъсир кўрсатади.           | Ёнғинга хавфли эмас, у оловга яқин бўлганда кислородли маска кийиб олиш керак.   | У ҳам юқоридаги идишларда сақланади.  |
| Сульфат кислота           | Унинг буглари шиллик пардага сезиларли таъсир кўрсатади. Терига тушганда кучли куйдиради. | Иссиқ материаллар билан тўқнашганда уларни алангаланиши мумкин. Ёнғинда хавфли бугларни ҳосил қилади. Ўчиришда кум, золлардан фойдаланиш керак, лекин сувдан фойдаланмаслик керак. | Шиша ва темир идишлар. Металл куқунлари, карбидлар, нитрат, хлорат, пикрин ва иссиқ материаллардан ажратиш керак. |
| Цианид кислота            | Жуда захарли. Оз миқдорида нафас олинса хушдан кетиш ва ўлимга олиб келиши мумкин.        | Синил кислотани 6%дан 40%гача (ҳажмий) миқдорда ҳаво билан аралашмаси портлайди. Противогазда сув билан ўчирилади.   | Пўлат баллонларда алоҳида сақланади.  |
| Хлорид кислота            | Буглари нафас йўли ва кўзга таъсир қилади. Сувли эритма-сирини куйдиради.                 | Ёнмайди. Ёнғинда сув ва нейтралловчи моддалардан фойдаланилади.  | Шиша идишлар. Нитрат кислота ва хлорат кислотадан алоҳида сақланади.  |

| <b>Асослар</b>                        |   |  |   |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Калий гидроксид,<br>(калий ишқори)    | Терига ва шиллик пардага таъсир қилади, айник-са кўзга. Ҳимоя ойнагидан фойдаланиш керак. | Ёнмайди.   | Қурук жойда сақлаш керак.   |
| Кальций оксид<br>(сўндирилмаган оҳак) | Юқоридаги каби таъсир қилади.   | Сув билан таъсирлашса қизийди ва иссиқ материалларни алангалайди. Қум ва золлар билан ўчириш керак.  | У ҳам юқоридаги каби сақланади.   |
| Натрий гидроксид<br>(натрий ишқори)   | Юқоридаги каби таъсир қилади.   | Ёнмайди.   | У ҳам юқоридаги каби сақланади.   |
| <b>Тузлар</b>                         |   |  |   |
| Нитратлар                             | —   | Оксидловчилар осон оксидланадиган (ёнувчан) моддалар билан тўқнашганда алангаланиши мумкин. Оз миқдордаги азот кислотага тузлари ёнғинини сув билан ўчирилади. Катта миқдордагисида сув билан ўчирилмайди. | Қурук жойда сақланади. Органик ва ёнувчи материаллар билан тўқнашишига йўл қўймаслик керак. |
| Барий                                 | Овқат ҳазм қилиш органларига тушганда захарли   | —  | —   |
| Калий перманганат                     | Чанглари нафас олинганда хавфли   | Оксидловчи. Концентранган сульфат кислота спирт эфирлари ва ёнувчи моддалар билан портлайди.   | Юқоридаги моддалардан сақлаш керак.   |

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| Мис                          | Овқат ҳазм қилиш органларига тушганда заҳарли. Чанглари ютилганда “мис лихорадкаси” касаллигини келтириб чиқаради. | —  | —   |
| Натрий гидросульфат          | —  | Ёнувчан, сув ва ҳаво билан тўқнашганда қизиқ кетади. Қум ва кўпик билан ўчирила-ди.                    | Қуруқ жойда шиша банкаларда сақланади.                |
| Никел                        | “Никелли қичима” деб аталадиган тери касаллигини пайдо қилиши мумкин.  | —  | —   |
| Симоб                        | Овқат ҳазм қилиш органларига эрувчан тузлари тушса жуда заҳарли  | —  | —   |
| Қўрғошин                     | Заҳарли  | —  | —   |
| Кумуш                        | Тери ва шиллик пардага куйдирувчи таъсир кўрсатади   | —  | Сариқ ёки қора шишали банкада қоронғи жойда сақланади |
| Сульфитлар (кальций, натрий) | —  | Ёнганда сульфитли газ ҳосил қилади, кислоталар билан тўқнашганда ёнувчан водород сульфид ҳосил қилади. | —   |
| Стронций                     | Организм ичига тушса жуда заҳарли  | —  | —   |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Уранил нитрат   | Овқат ҳазм қилиш органларига тушганда жуда заҳарли  | —  | —   |
| Калий, натрий, рух, кальций хлоратли тузлари (хлорли ёки оқ-ловчи оҳак) | Калийли ва натрийли тузлари кучли заҳар. Хлорли оҳак нафас йўлига, кўзга, териға таъсир қилади. Тишни емиради, кислоталар таъсирида хлор ажралади | Калийли, натрийли ва рухли тузлари оксидловчилар, ёнувчи моддалар биан тўқнашганда портлайди. Хлорли оҳак ёнмайди, юқори температурада ажратади. Сув билан ўчирилади | Ёнувчи моддалардан алоҳида сақланади.   |
| <b>Пероксидлар</b>  |   |  |   |
| Водород пероксид (30% ли эритма)  | Териға қичитувчи ва куйдирувчи таъсир кўрсатади   | Оксидловчи. Ёнувчи моддалар билан тўқнашганда уларни алангаланишиға олиб келади.   | Шишали, алюминийли ёки полиэтиленли идишларда сақланади. Бу идишларда газ чиқиши учун тиркиш бўлиши керак. Ёнувчи материаллар ва пероксидни парчаловчи материаллардан (темир, мис, хром) алоҳида сақланади. |
| Барий пероксид  | Овқат ҳазм қилиш органларига тушганда заҳарли   | Ўзи ёнмайди, аммо ёнувчи моддалар билан аралашмаси портловчи. Сув билан реакцияси портлашға олиб келади. Қум, кул ва кальцинирланган сода билан ўчирилади            | Органик моддалардан алоҳида сақланади   |



| <b>Металлар</b>     |   |   |  |
|---------------------|---|---|--|
| Калий               | Терини куйдириши мумкин.  | Юқоридагига ўхшаш   | Юқоридагига ўхшаш  |
| Натрий              | У ҳам   | У ҳам   | У ҳам  |
| Алюминийли кукун    | —   | Ҳаво билан ёнувчан ва портловчи аралашма ҳосил қилади. Қум ва кул билан ўчирилади   | Яшик ёки бочкаларда курук жойда сақланади  |
| Калий, натрий       | Нам тери ёки кийим билан тўкнашганда алангланади ва куйишга олиб келади.  | Ҳавода оксидланади, ўз-ўзидан алангланади, сувни тез парчалайди, қум билан ўчирилади.   | Герметик пўлат яшик ёки баллонда керосин остида сақланади. Сувдан алоҳида сақланади.                     |
| Магний              | Ёнганда ҳосил бўладиган тутунлари “литийли тутқанок” деб аталадиган олиб келади. Терига тушган кукуни узок вақт зарар еткази. | Кукун, қаламча ёки юпка листлар кўринишида ёнади. Графит, қум билан ўчирилади. Сув, кўпик, углерод IV хлорид, карбонат ангидрид ишлатилмайди. | Курук герметик идишлар ёки яшикларда сақланади. Оксидловчилар, кислота ва ишқорлардан алоҳида сақланади. |
| Симоб               | Бугларидан нафас олинганда захарли  | Ёнмайди.  | Металл ёки бошқа шиша идишларда сақланади.   |
| <b>Металлмаслар</b> |   |   |  |
| Бром                | Буғи нафас йўллари қўзғатади. Суюк бром терини куйдиради.   | Органик моддалар билан тўкнашганда ёнғин чиқариши мумкин.   | Ёнувчан моддалардан алоҳида шиша идишларда сақланади.  |

|                                  |  |   |   |
|----------------------------------|--|---|---|
| Олтингугурт                      | —  | Ўнувчан. Ёнганда сульфитли газ ҳосил қилади. Олтингугурт буғлари ҳаво билан портловчи ҳосил қилади. Оксидловчилар хавфли, сув ва кум билан ўчирилади. | Курук жойда сақланади, оксидловчилардан, нитратли тузлардан алоҳида сақланади.                                    |
| Оқ фосфор (сарик)                | Заҳарли. Терида оғир куйдириш ҳосил қилади.            | Ҳавода ўз-ўзидан алангаланати. Оксидловчилар билан тўқнашса портлайди. Фосфор қаттиқ ҳолга ўтгунча сув куйилади. Сўнгра нам кум билан кўмилади.       | Герметик идишларда сув остида сақланади. Кўп миқдордагиси сув остида ер ости пўлат ёки бетон идишларда сақланади. |
| Қизил фосфор                     | Ёнганда заҳарли тутун ҳосил қилади.                    | Ўнувчан. Оксидловчилар билан аралашмаси портлайди.  | Герметик металл идишларда сақланади.  |
| Хром (III) оксид (хром ангидрид) | Заҳарли. Тери ва шиллиқ пардага зарарли таъсир қилади. | Оксидловчи. Спирт ва сирка кислотани алангалатади, органик материални кўмирга айлантиради. Сув билан ўчирилади.                                       | Алоҳида пўлат ёки шиша идишларда сақланади.   |
| <b>Газлар</b>                    |  |   |   |
| Аммиак                           | Ҳаводаги концентрацияси 0,5% (ҳажм) заҳарланиш бўлади. | Одатдаги концентрацияда ёнмайди.  | Пўлат баллонларда сақланади.  |
| Ацетилен                         | —  | Газсимон ва суюқ ҳолатда ҳам портлайди.   | Ёнғинга чидамли жойда сақланади. Майдониди электр тармоғи ерга уланади.   |

|                         |  |   |   |
|-------------------------|--|---|---|
| Водород                 | —  | Кислород 1% дан ортик бўлса портлайди.  | Юқоридагидек сақланади.   |
| Водород сульфид         | 0,05-0,07% (ҳажм)дан концентрация юқори бўлса заҳарланиш бўлади.   | 4 дан 6% гача концентрацияда Ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади.  | Пўлат баллонларда, яхши вентиляцияли бинода, тутовчи нитрат кислота ва оксидловчидан алоҳида сақланади. |
| Сульфитли газ           | Заҳарли. Концентрация 0,02 мг/л да заҳарланиш бошланади.   | —   | Юқоридаги каби сақланади.   |
| Хлор                    | Шиллик пардани зарарлайди ва ўпкани яллиғлаши мумкин. Заҳарланиш концентрация 0,004 дан 0,006% (ҳажм) бўлса бошланади. | Ёнмайди, лекин скипидар, эфир, водород ва металл кукунлари билан тўқнашса аланга ва портлашни келтириб чиқаради.  | Пўлат баллонларда сақланади.  |
| Этилен                  | наркотик   | Ҳаво ва кислород билан микдори 2,75 дан 28,6% гача бўлганда портловчи аралашма ҳосил қилади. Хлор билан ёруғликда портлайди. CO <sub>2</sub> гази CCl <sub>4</sub> билан ўчирилади. | Пўлат баллонларда вентиляция бинода кислороддан алоҳида ҳолда сақланади.                                |
| <b>Органик моддалар</b> |  |   |   |
| Ацетон                  | Бўғлари кам заҳарли  | Ёнувчан. Бўғлари ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади. Сув ёки CO <sub>2</sub> гази билан ўчирилади.  | Шиша баллонларда сақланади.   |

|                                |  |   |  |
|--------------------------------|--|---|--|
| Диоксан                        | Юқори концентрациялар и захарли                                |   | Шиша баллонларда ёки металл банкаларда сақланади.                            |
| Камфара                        | —  | Ёнувчан модда, киздирилганда буг ҳосил қилади. Ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади. Кум билан ўчирилади. Сув ишлатилмайди. | Яхши шамоллатиладиган биноларда сақланади.                                   |
| Чумоли кислота                 | Терини куйдиради. Буглари нафас йўлини захарлайди.             | Ёнади. Буглари ҳаво билан аралашганда портлайди.  | Шиша идишларда сақланади.  |
| Пикрин кислотаси               | Нафас органларини захарлайди. Терини кичитади.                 | Ёнувчан ва портловчи модда.   | Алоҳида ёки сув остида сақлаш керак.   |
| Салицил кислота                | —  | Ёнувчан. Кукун ҳолида ҳаво билан аралашмаси портлайди. Сув, кум, CO <sub>2</sub> билан ўчирилади.                                 | Курук жойда сақлаш керак.  |
| Сирка кислота                  | Шиллик пардани захарлайди, куйиш ҳолатини беради.              | Хром оксиди, водород пероксид, нитрат кислота билан таъсирлашуви хавfli, сув билан ўчирилади.                                     | 16 <sup>0</sup> С температурадан юқори ҳароратда шиша баллонларда сақланади. |
| Карбол кислота (фенол кислота) | Бугларидан нафас олганда захарли, териға шимилиб зарар қилади. | Қиздирилганда ёнувчи, буг ҳосил қилади  | Озиқ-овқат маҳсулотларига яқин сақламаслик керак.                            |

|                 |   |  |  |
|-----------------|---|--|--|
| Нафталин        | Шиллик парда ва терини зарралайди, узок вақт хидлаш асаб тизими, кўз ва буйракни касаллантиради                           | Қиздирилганда ёнувчан буғлар ҳосил қилади  | Қиздириш манбаларидан узокда сақлаш керак  |
| Этил эфири      | Наркотик  | 1,85 %дан 36,5 % гача миқдори ҳаво ва кислород билан аралашганда портловчи аралашма ҳосил қилади, қум $CO_2$ билан ўчирилади | Иситилмайдиган бинода шиша идишларда алоҳида сақланади                                     |
| Кальций карбид  | Чанги нафас йўли ва терини қичитади, нам таъсирида захарли ацетилен газини ҳосил қилади                                   | Сув билан ёнувчан ацетилен газини ҳосил қилади, қум ва куллар билан ўчирилади, сув мумкин эмас                               | Яхши шамоллатиладиган бинода, темир идишларда сақланади                                    |
| Углерод сульфид | Буғи захарли миқдори 0,32-0,38 % (ҳажм) етганда захарланиш бошланади. Узок вақт хидлаш сурункали захарланишга олиб келади | Ёнувчан, суюқлик. Буглари ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади. Қум ва $CO_2$ гази билан ўчирилади                     | Иситилмайдиган бинода шиша, керамик (сопол) ёки темирли кичик ҳажмдаги идишларда сақланади |
| Писта кўмири    | —   | Ўз-ўзидан алангаланиши мумкин. Сув билан ўчириб янги жойга олинади   | Алоҳида сақланади  |

Ҳавода заҳарли моддалар миқдорининг энг кўп бўлиши мумкин бўлган меъёри  
(ишлаб чиқариш корхоналарини санитария меъёри бўйича лойиҳалаш НСП 101-51)

17-жадвал

| Модданинг номи   | мг/л    | Модданинг номи            | мг/л    |
|--|---------|---------------------------|---------|
| Акролеин   | 0,002   | Углерод сульфид           | 0,01    |
| Аммиак   | 0,02    | Скипидар                  | 0,3     |
| Анилин, толуидин, ксилидин                                   | 0,005   | Сольвент-нафта            | 0,1     |
| Ацетон   | 0,2     | Спиртлар:                 |         |
| Бензидин, дианизидин, α- и β-нафтиламинлар                   | 0,001   | Аллил                     | 0,002   |
| Бензин, лигроин, керосин минерал мойларга ҳисобланган        | 0,3     | Бутил                     | 0,2     |
| Бензол   | 0,1     | Метил                     | 0,05    |
| Бензол ҳосилалари, унинг гомологлари                         | 0,005   | Пропил спирти             | 0,2     |
| Нитрохлорбензол, динитрохлорбензол                           | 0,001   | Этил спирти               | 1       |
| Декалин, тетралин  | 0,1     | Тамаки ва чой чанглари    | 0,0003  |
| Дивинил, псевдобутилен ксилол                                | 0,1     | Толуол                    | 0,1     |
| Марганец ва унинг бирикмалари                                | 0,1     | Толуол ҳосилалари:        | 0,005   |
| Мишьякнинг водородли бирикмаси                               | 0,0003  | Нитротолуол               | 0,001   |
| Мишьяк ва мишьяк ангидридлари                                | 0,0003  | Тринитротолуол            | 0,005   |
| Азот оксидлари N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> га ҳисоблаганда | 0,0003  | Фенол                     | 0,005   |
| Углерод оксиди   | 0,005   | Формальдегид              | 0,0005  |
| Рух оксиди   | 0,03    | Фосген                    | 0,001   |
| Металл ҳолидаги симоб  | 0,005   | Фосфор ангидрид           | 0,00003 |
| Симоб хлорид   | 0,00001 | Фосфор сариқ              | 0,0003  |
| Кўргошин ва унинг ноорганик бирикмалари                      | 0,0001  | Водород фосфид            | 0,001   |
| Кўргошин сульфит   | 0,00001 | Водород фторид            | 0,001   |
| Селен ангидрид   | 0,0005  | Хлорланган углеводородлар |         |
| Сульфат кислота ва сульфат ангидрид                          | 0,0005  | Дихлорэтан                | 0,005   |

|                          |       |   |        |
|--------------------------|-------|---|--------|
| Сульфит ангидрид         | 0,002 | Трихлорэтилен углерод                     | 0,05   |
| Водород сульфид          | 0,02  | Тўрт хлорид                               | 0,05   |
| Этил эфири               | 0,01  | Хлоропрен                                 | 0,002  |
| Этилен оксиди            | 0,3   | Водород хлорид (хлорид кислота)           | 0,01   |
| Сирка кислота эфирлари : | 0,001 | Хром ангидрид, хроматлар, бихроматлар     | 0,0001 |
| Метилацетат              | 0,1   | Хлорнафталин, хлордифенил                 | 0,001  |
| Бутилацетат              | 0,2   | Хлор                                      | 0,001  |
| Пропилацетат             | 0,2   | Водород цианид, синил кислота тузлари HCN | 0,0003 |
| Амилацетат               | 0,1   | Этилацетат                                | 0,2    |

18-жадвал

**Газлар, чанг ва бугларнинг зарарли таъсиридан ҳимояланиш**

| Номланиши   | Противогаз маркаси      |
|---|-------------------------|
| Аммиак  | К и КД                  |
| Газлар  | М<br>Е                  |
| Мишьяк  | В                       |
| Кислоталар буғи   | А,В                     |
| Органик моддалар буғи   | Г                       |
| Симоб буглари   | П                       |
| Ёнгин ва тутун  | КД                      |
| Водород сульфид   | СО                      |
| Углерод оксидлари   | Е                       |
| Водород фосфид  | Респираторлар Ф-46, р-2 |
| Чанглардан ҳимоя  | Кислородли приборлар:   |
| Кислород миқдори 16% дан кам ёки зарарли газлар 2%дан ортиқ бўлса | КИП-1-3, КИП-5, РКР-2   |
| Кудуклар, цистерналар, катта ҳажмли идишларни тозалашда           | Най шлангли приборлар   |

## Биринчи тиббиёт ёрдами кўрсатиш

| № п/п                | Номланиши  | Биринчи ёрдам кўрсатиш   | Изоҳ  |
|----------------------|--|--|---|
| <b>I. Куйиш</b>      |  |  |   |
| 1                    | Олов, буг, иссиқ жисмлар:<br>а) биринчи даража (қизариш)<br>б) иккинчи даражали (шишлар) | Этил спиртида намланган момик қўйиш. Намлашни такрорлаш худди шу тарзда 3-5 ли калий перманганат эритмаси ёки 5 % ли танин эритмаси билан ишлаш            | Катта жой куйган бўлса албатта врач чақириш керак |
| 2                    | в) учинчи даража (тўқимни бузилиши)<br>Кислота (сульфат, нитрат, фосфор), хлор ёки бром  | Куйган жойни кўп миқдор сув билан ювиш, сўнгра 5 % ли натрий бикарбонат эритмаси билан ювиш  |   |
| 3                    | Плавик (фторид) кислота  | Сув оқимида (4-6 соат) ювиш, куйган жой юзаси қизармагунча давом эттириш. Янги тайёрланган магний оксидни глицериндаги пастаси сурилади                    |   |
| 4                    | Карбол кислота   | Куйган жой юзасини спиртда ювиш  |   |
| 5                    | Ишқорлар   | Кўп миқдорда сув билан ювиш  |   |
| 6                    | Кўзнинг куйиши   | Кўзни сув оқимида ювиш, кислота куйдирганда 3 % ли натрий карбонат эритмаси билан ювилади. Ишқор таъсирида куйса 2% ли борат кислотаси эритмаси ишлатилади |   |
| <b>II Заҳарланиш</b> |  |  |   |
| 1                    | Алкалоидлар  | Бир ёки икки ошқошиғида тозаланган писта кўмири ва сувдаги суспензиясидан бериб, қушишга мажбур қилинади.  |   |



|   |                           |   |                                       |
|---|---------------------------|---|---------------------------------------|
| 2 | Морфин гурухи алкалоидлар | 0,1 г коразола ёки 0,5 г камфара ёки 30 томчи корdiamиндан берилади.<br>Аччиқ чой ва кофе ҳам фойдали.<br>Сунъий нафас олиш ва чиқариш, кислород ва 6% карбонат кислота аралашмасидан фойдаланиш тавсия этилади.                          |                                       |
| 3 | Альдегидлар               | Бир стаканда 0,2% ли аммиак эритмаси ва сўнгра сут бериш.   | Ҳар қандай ҳолатда шифокорни чақириш. |
| 4 | Аммиак                    | Сирка ёки лимон шарбатидан кўшиб, кустириш, ўсимлик мойи, сут ёки тухум оқидан бериш. Аммиакдан нафас олганда жабрланувчини тоза ҳавога олиб чиқиш ва осойишталик бериш.  | Ҳар қандай ҳолатда шифокорни чақириш. |
| 5 | Анилин                    | Уни организмга тушганда ошқозонда кустириш. Тинчлантирувчи бериш, (тузлардан) спирт ва ўсимлик мойидан бермаслик. Кислород билан сунъий нафас бериш. Нафас олиш йўлига тушганда тоза ҳавога чиқиш. Жуда осойишталик, кислород ҳидлаш.     |                                       |
| 6 | Барий тузлари             | Қустириш ва тинчлантирувчи бериш (тузлардан)  |                                       |
| 7 | Бензол                    | Худди анилиндаги каби   |                                       |
| 8 | Йод                       | Қустириш. Натрий тиосульфитни 1% ли эритмаси, крахмал клейстери, сут ичириш тавсия этилади.   |                                       |
| 9 | Карбонил кислота (фенол)  | Қустириш керак. Кўп миқдор сув бериш, оҳақли сув ёки оҳақли шакар (20 г гача) магний оксид суспензияси (75 г) сувда. (500 мл) тайёрлаб ҳар 5 минутда бир ошқошиғида бериш. Суялтирилган калий перманганат эритмаси (1:4000) ичириш керак. |                                       |

|    |  |   |                                       |
|----|--|---|---------------------------------------|
| 10 | Кислоталар   | Оғизни сув билан ёки 5% ли натрий карбонат эритмаси билан чайиш. Сут ичиш, магний оксидни (10 г) сувдаги (150 мл) оҳакли сув, суяқ қорилган хамирдан бериш  |                                       |
| 11 | Мишьяк ва сурма  | Қустириш ва тинчлантирувчи бериш. Бир чой қошиқда ҳар 10 мин.да заҳарга қориш (мишьяк); 300 мл сувда 100 г темир оксидини эритиш, 20 г магний оксидни 300 мл сувда эритма, энг яхшиси янги флакон | Ҳар қандай ҳолатда шифокорни чақириш. |
| 12 | Мишьяк водороди  | Осойишталик, кислороддан тўйиб нафас олиш   |                                       |
| 13 | Наркотиклар (эфир, хлороформ, спиртлар, «ухлатадиган» ва х.к.) | 0,003 г фенамин ёки 0,1 г коразола, ёки 30 томчи кордиамин ёки 0,5 г камфара бериш керак. Аччиқ чой ёки кофе бериш. Сунъий нафас олиш кислороддан тўйиб нафас олиш.                               |                                       |
| 14 | Нитробирикмалар  | Қустириш. Тинчлантирувчи бериш (туз). Спирт, ёғлар, ўсимлик мойини бермаслик.   |                                       |
| 15 | Азот оксидлари, нитрат кислота буглари                         | Осойишталик. 2 г норсульфазол, сульфазол, сульфазин ёки сульфидин бериш. Кислороддан тўйиб нафас олиш.  |                                       |
| 16 | Углерод оксиди, этилен, ацетилен светиль газы                  | Тоза ҳавога олиб чиқиш. Кислород ёки карбоген ҳидлаш ( $O_2$ ва 6% ли $CO_2$ аралашмаси); сунъий нафас олиш.  |                                       |
| 17 | Қалай бирикмалари  | Қустириш. Магний оксидини сувдаги суспензиясидан ва ўсимлик мойидан бериш.  |                                       |
| 18 | Пиридин  | Кўп миқдорда чой ёки кофе бериш. Сунъий нафас бериш.  | Ҳар қандай ҳолатда шифокорни чақириш. |
| 19 | Симоб бирикмалари  | Учта хом тухум билан сут (1 л) бериш. Қустириш. Стрижевский заҳарга қарши препаратидан бериш керак.   |                                       |

|                        |   |  |                                       |
|------------------------|---|--|---------------------------------------|
| 20                     | Қўрғошин бирикмалари                                | Қўп миқдорда магний сульфатдан бериш   | Ҳар қандай ҳолатда шифокорни чақириш. |
| 21                     | Водород сульфид                                     | Сунъий нафас олдиришни кислород иштирокида бериш.  |                                       |
| 22                     | Фосген  | Осойишталик. Кислороддан тўйиб нафас олиш.   |                                       |
| 23                     | Фосфор  | 200 мл 0,2 % ли мис купоросининг сувли эритмасидан бериш. Ёғлар ёки ўсимлик мойи бермаслик.  |                                       |
| 24                     | Натрий фторид                                       | Оҳакли сув ёки суюлтирилган (2% ли) кальций хлорид эритмасидан бериш.  |                                       |
| 25                     | Хлор, бром  | Оғизни 3% ли натрий карбонат эритмаси ва магний оксидни сувдаги суспензияси билан чайиш. Сут ва 10 г MgO ни 150 мл сувдаги суспензиясини бериш. Тинчлик. Кислороддан тўйиб нафас олиш. |                                       |
| 26                     | Водород цианид (синиль) кислота ва уларнинг тузлари | 1,0% ли натрий сульфат эритмасидан ёки калий перманганатни 0,025% ли эритмасидан, натрий карбонат эритмасидан бериш. Қустириш. Сунъий нафас олдириш.                                   |                                       |
| 27                     | Рух бирикмалари                                     | Қустириш. Сут билан тухум ёки стрижевский захарга қарши препарати бериш.   |                                       |
| 28                     | Оксалат кислота                                     | Қустириш. Оҳакли сут, кастор мойидан бериш   |                                       |
| <b>III. Жароҳатлар</b> |   |  |                                       |
| 1                      | Кучли бўлмаган кесилишлар                           | Тоза марли билан жароҳатни механик тозалаш. Жароҳат юзасини 3,5% ли йодли настойка билан артиш. Совун ва сув билан ювиш, оқ стрептоцид ёки бошқа сульфамидли препаратдан фойдаланиш.   |                                       |
| 2                      | Катта кесилишлар, кучли қон оқиши                   | Жароҳат юкорисидан жгут билан боғланади, жароҳатга стерилланган марли босиш  | Врачга муурожаат қилиш керак          |

## ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Баликов С.В., В.Е.Дементьев. Золото: свойства. Геохимические аспекты. – Иргутск: 2015. – 228 с.
2. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медноникелевого сырья. – Ч.: Металлургия, 1988. – 432 с.
3. Глинка Н.А. Общая химия. – Л.: Химия, 1987.
4. Гудима Н.В., Шейн Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. – М.: Металлургия, 1975. – 506 с.
5. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1981.
6. Мечев В.В., Быстров В.П. Автогенные процессы в цветной металлургии. – М.: Москва, 1991. – 704с.
7. Мухиддинов Б.Ф., Батыров Б.Б. и др. Разработка и исследование свойств новых ингибиторов коррозии на базе вторичных материалов ОАО «Навоиазот». Республиканская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы переработки нефти и газа Узбекистана» – Бухара, 2009 г., – стр. 210-216.
8. Мухиддинов Б.Ф., Батыров Б.Б. и др. Разработка и исследование свойств новых ингибиторов коррозии на основе вторичных продуктов ОАО «Навоиазот» для добычи нефти и газа. Сборник научных трудов Республиканской научно-технической конференции «Технологии переработки местного сырья и продуктов» – Ташкент, 2009 г., 22-23 октября, – стр.105-107.
9. Мухиддинов Б.Ф., Ботиров Б.Б., Бахронов Х.Ш. Предупреждение отложения солей на теплопередающих поверхностях с использованием закрученного кипящего слоя. Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития» – Навоий, 2010 г, 12-14 мая, – стр. 413-414
10. Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М., Умарова Ж.Р. Применение диолов в качестве дефолантов хлопчатника. Сборник материалов республиканской научно-технической конференции «Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике» – Ташкент, 2010, 25-26 ноября – стр.153.
11. Мухиддинов Б.Ф., Вапоев Х.М., Умарова Ж.Р. Стимуляторы роста растений на основе ацетиленовых спиртов. Сборник материалов республиканской научно-технической конференции «Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике» – Ташкент, 2010й, 25-26 ноября – стр. 151-153.
12. Мухиддинов Б.Ф., Зиядуллаев О.Э. и др. Металлар биокоррозиясига қарши биоцидлар олиш технологияси Сборник материалы Республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан» – Навои, 2011г. – стр. 209-210.
13. Мухиддинов Б.Ф., Каримов М.М. и др. Исследование сорбционных свойств волокнистых сорбентов по кислым газам из промышленных газовоздушных выбросов. «Узбекистон Кончилиқ хабарномаси» журнали, 2011 4-сон, 88-90 бетлар.
14. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г. и др. Разработка и внедрения производного азокрасителя дифениламина. Материалы международной научно-технической

- конференции «Актуальные проблемы отраслей химической технологии» – Бухара, 2015., 10-12 ноября, – стр.380-381.
15. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г. и др. Разработка ингибитора коррозии углеродистой стали на основе пропаргилового спирта. Материалы международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития» – Навои, 2015., 19-21 ноября, – стр. 367.
16. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г., Раимжанова Н.С. и др. Получения производные гексадиена-2,4 и его свойства. Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы отраслей химической технологии» – Бухара, 2015., 10-12 ноября – стр.148-149.
17. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г., Тен А.В. и др. Краситель – для непредельных и композиционных полимерных материалов. Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы отраслей химической технологии» – Бухара, 2015, 10-12 ноября – стр.120-121.
18. Мухиддинов Б.Ф., Нурмуродов Т. И., Вапоев Х.М., Умарова Ж.Р. Влияние природы и концентрации ингибиторов на термобаркарозорность поливинилфторида «Кимё нефт-газ кайта ишлашнинг ва озик-овқат саноатларини инновацион технологияларини долзарб муаммолари» республика илмий-техника анжуманининг мақолалар тўплами. – Тошкент – Кунград,-2010. 28-29 октябрь, 32-бет.
19. Мухиддинов Б.Ф., Санакулов Қ.С., Хасанов А.С. и др. Усулы извлечения ценных компонентов из гидротермальных вод Кызылкумского региона. Материалы международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». Г– .Навои, 2015, 19-21 ноябр, – стр.301.
20. Мухиддинов Б.Ф., Тен А.В., Вапоев Х.М. Композиции и композиционные материалы на основе поливинилфторида. «Биоорганик кимёнинг долзарб муаммолари» VIII республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Наманган, 2014, 22-24 ноябрь.
21. Мухиддинов Б.Ф., Тен А.В., Дадаходжаев А.Т. Получение твердых дезинфицирующих продуктов хлора из местного сырья. Материалы Республиканской научно-технической конференции «Перспективы науки и производства химической технологии В Узбекистана». – Навои, 2014, 23-24 май. – стр.53.
22. Мухиддинов Б.Ф., Хамраев К.Ш., Кадыров Х.Э., Икрамов А. Новые направления практического применения аминокротонол ПКИ-3. Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навоий, 2010, 12-14 май, – стр. 414-415.
23. Мухиддинов Б.Ф., Хамроев К.Ш. Эффективные ингибиторы коррозии на основе отхода химической промышленности. Сборник научных трудов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы внедрения инновационных идей, проектов и технологий в производство». – Джиззах, 2009, 15-16 май. – стр. 254-256.
24. Мухиддинов Б.Ф., Хамроев К.Ш., Кадиров Х.И., Мухиддинов Б.Ф. Новые ингибиторы солеотложения для добычи нефти. Сборник материалы Республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». – Навои 2011. – стр. 188-190.
25. Петухов О.Ф, Носиров У.Ф., Хасанов А.С.,. Металлургия радиофаолных металлов. Учебное пособие. – Ташкент: Тафаккур Бўстони, 2012. – 224 с.

26. Петухов О.Ф., Истомин , Руднев, Хасанов А.С., Уран. Тошкент: “Turon zamin ziyo”, 2014, – 635 стр.
27. Санакулов К.С. Анализ современного состояния и перспективы развития Навоийского горно-металлургического комбината. Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии горно-металлургической отрасли». – Навои, 21 октября, 2011. – С. 3-4.
28. Санакулов К.С. Инновационный прорыв Навоийского горно-металлургического комбината за годы независимости. Материалы Международной научной конференции «INNOVATION-2011». – Ташкент, 25-27 октября, 2011. – С. 10-12.
29. Санакулов К.С. Концепция развития Навоийского ГМК до 2020 года. Материалы республиканской научно-технической конференции «Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли». – Навои, 14-15 июня, 2012. – С. 3-4.
30. Санакулов К.С. Навоийский горно-металлургический комбинат: слагаемые успеха. Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2013. – №2. – С. 3-8.
31. Санакулов К.С. Навоийскому горно-металлургическому комбинату – 55 лет. Горный журнал. – Москва, 2013. – №8(1). – С.4-8.
32. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент: Фан, 2009. - 432 стр.
33. Санакулов К.С. Освоение и вовлечение в переработку полиметаллических руд месторождений «Хандиза» и «Уч-кулач» на Алмалыкском горно-металлургическом ком-бинате. РИВС-2006: Тез. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, ноябрь, 2006. – С. 15-18.
34. Санакулов К.С. Развитие Навоийского комбината за годы независимости Республики. Материалы республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». – Навои, 12-14 мая, 2011. – С.3-5.
35. Санакулов К.С., Ахатов Н.А. Совершенствование технологии флотационного обогащения минерального сырья. Материалы Республиканской научно-технической конференции «Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли». – Навои, 14-15 июня, 2012. – С. 90-91.
36. Санакулов К.С., Кадыров А.А. и др. Концептуальные основы стратегии инновационного развития Кызылкумского региона. Монография. – Ташкент, Узбекистан, 2013. – 398 с.
37. Санакулов К.С., Мадаминов Ш.А. и др. Проблемы развития инновационной деятельности Навоийского горно-металлургического комбината. Монография. – Бухара. Изд. Бухоро. 2011. – 404 с.
38. Санакулов К.С., Меретуков М.А, Зимин А.В., Арустамян М.А. ЗОЛОТО: химия для металлургов и обогатителей. Монография. – Москва, Издательский дом «Руда и металл» 2014. – 411 с.
39. Санакулов К.С., Рахимов В.Р. и др. Геолого-технологическая оценка отходов горно-металлургических предприятий Узбекистана. Горный журнал. – Москва, 2005. – №6. – С. 59-61.
40. Санакулов К.С., Снитка Н.П., Хван А.Б. Обогащение полезных ископаемых усолом флотации: историческое развитие. Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2013. – №4. – С. 3-6.
41. Санакулов К.С., Сытенков В.Н., Шеметов П.А. Кучное выщелачивание золота из многоярусных штабелей. Монография. – Ташкент: Фан. 2011. – 303 с.

42. Санакулов К.С., Топилов Т.Т., Мавлянов А.С., Хасанов А.С. Разработка теоретических основ технологии отражательной плавки. Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Матер. Респ. научн.-техн. конф. «ISTIQLOL» (с международным участием). – Навои, 28-30 сентября, 2006. – С. 157-158.
43. Санакулов К.С., Умаров Ф.Я., Шеметов П.А. Технико-экономическая эффективность применения крутонаклонного конвейера на карьере «Мурунтау». Горный журнал. – Москва, 2013. – №8(1). – С. 17-19.
44. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. Монография. – Т.: Фан, 2007. – 256 с.
45. Санакулов К.С., Хасанов А.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмалыкского ГМК. «Цветная металлургия», Известия вузов. Москва 2003, № 4, – с.9-12.г.
46. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. – Ташкент: ГП «НИММР» 2014. – 297 стр.
47. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Ахатов Н.А. Усовершенствование технологии сорбционного цианирования продукта биоокисления на ГМЗ-3. Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2013. – №3. – С. 20-25.
48. Санакулов К.С.. ОАО «Алмалыкский ГМК»: вчера, сегодня, завтра. Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2004. – №4. – С. 9-14.
49. Санакулов.К.С., Петухов О.Ф., Хасанов А.С., Мустакимов О.М. Окислительно-восстановительные процессы в металлургии. Монография. – Ташкент: «Истиклол нури», 2013. – 414 с.
50. Свойства элементов. Т. 1-2./Под ред. Дрица М.Е. – М.: Металлургия, 1997. – 432с., – 448с.
51. Тарасов А.В., Уткин Н.И. Общая металлургия. Металлургия, 1997.
52. Хасанов А.С, Камолов Т.О., Хасанов А.А. Роль золота в мировой экономике. Сборник научных статей, Международная научно-техническая конференция. –Тошкент., 2014 ноябрь.
53. Хасанов А.С. 107 кимёвий элемент. Изоҳли лугат. – Т.: Фан, 2007. – 176 б.
54. Хасанов А.С. 110 кимёвий элемент. Ўқув кўлланма. – Тошкент, Мухаррир нашриёти, 2012. – 194 б.
55. Хасанов А.С. Развитие производства меди. Вестник ТашГТУ, Ташкент 2004, № 3, – с.168-173.
56. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства. Монография. –Навои, 2003. – 176 с.
57. Хасанов А.С., Атаханов А.С., Норматова Д.М. Кимёвий элементларнинг хоссалари. Изоҳли лугат. Ўқ.кўлланма. – Т.: Фан, 2010. – 184 б.
58. Хасанов А.С., Ахатов Н.А., Ахмедов Х., Результаты лабораторных испытаний смеси руд месторождений Кокпатас и Даугызтау с применением традиционных и местных фотореагентов. «Горный вестник Узбекистана». – Навои, 2011. – №44.
59. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А. Рангли металлургияси. Учебное пособие. – Ташкент: Фан, 2009. – 288 с.
60. Хасанов А.С., Юсупходжаев А.А. Проблема потерь меди со шлаками и возможности их улучшения. Горный Вестник Узбекистана. 2015, №1(60)
61. Химическая энциклопедия: В 5 т.: т 1, 2, 3, 4, 5. Редкол.: Кнунянц И.Л. (гл.ред.) и др. – М.: Большая Российская энцикл., 1992.

## МУНДАРИЖА

|               |   |
|---------------|---|
| Сўз боши..... | 3 |
|---------------|---|

### I. БОБ

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Кимёвий элементлар даврий жадвалининг яратилиш тарихи ва ривожланиши | 5  |
| 1.2. Кимёвий элементларнинг ҳосил бўлиш тарихи .....                      | 16 |
| 1.3. Алкимёнинг пайдо бўлиши ва ривожланиш тарихи .....                   | 20 |
| 1.4. Кимёвий элементлар таснифлаш .....                                   | 37 |
| 1.5. Кимё ва металлургияга оид терминларнинг асосий тушунчалари .....     | 38 |
| 1.6. Металлар таснифи.....  | 52 |

### II. БОБ

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Минерал тушунчаси ва минераллар турлари ..... | 57 |
| 2.2. Минераллар таснифи.....                       | 58 |
| 2.3. Минералларнинг хоссалари .....                | 60 |
| 2.4. Минералларнинг турлари .....                  | 60 |

### III. БОБ

|  |     |
|--|-----|
| Кимёвий элементлар ва уларнинг хоссалари, минераллари, қотишмалари, ишлатилиши, олиниш технологиясининг қисқача тавсифи..... | 62  |
| 1. Водород.....  | 62  |
| 2. Гелий.....  | 64  |
| 3. Литий.....  | 65  |
| 4. Бериллий.....   | 68  |
| 5. Бор.....  | 72  |
| 6. Углерод.....  | 74  |
| 7. Азот.....   | 77  |
| 8. Кислород.....   | 79  |
| 9. Фтор.....   | 83  |
| 10. Неон.....  | 88  |
| 11. Натрий.....  | 89  |
| 12. Магний.....  | 91  |
| 13. Алюминий.....  | 93  |
| 14. Кремний.....   | 96  |
| 15. Фосфор.....  | 99  |
| 16. Олтингугурт.....   | 102 |
| 17. Хлор.....  | 106 |
| 18. Аргон.....   | 107 |
| 19. Калий.....   | 109 |
| 20. Кальций.....   | 111 |
| 21. Скандий.....   | 113 |
| 22. Титан.....   | 115 |
| 23. Ванадий.....   | 116 |
| 24. Хром.....  | 119 |
| 25. Марганец.....  | 122 |
| 26. Темир.....   | 125 |
| 27. Кобальт.....   | 137 |



|                    |     |
|--------------------|-----|
| 28. Никель.....    | 139 |
| 29. Мис.....       | 142 |
| 30. Рух.....       | 148 |
| 31. Галлий.....    | 152 |
| 32. Германий.....  | 154 |
| 33. Мишьяк.....    | 156 |
| 34. Селен.....     | 160 |
| 35. Бром.....      | 164 |
| 36. Криптон.....   | 167 |
| 37. Рубидий.....   | 168 |
| 38. Стронций.....  | 171 |
| 39. Иттрий.....    | 174 |
| 40. Цирконий.....  | 176 |
| 41. Ниобий.....    | 180 |
| 42. Молибден.....  | 184 |
| 43. Технеций.....  | 188 |
| 44. Рутений.....   | 191 |
| 45. Родий.....     | 192 |
| 46. Палладий.....  | 194 |
| 47. Кумуш.....     | 196 |
| 48. Кадмий.....    | 200 |
| 49. Индий.....     | 202 |
| 50. Қалай.....     | 204 |
| 51. Сурма.....     | 207 |
| 52. Теллур.....    | 209 |
| 53. Йод.....       | 214 |
| 54. Ксенон.....    | 217 |
| 55. Цезий.....     | 219 |
| 56. Барий.....     | 223 |
| 57. Лантан.....    | 225 |
| 58. Церий.....     | 227 |
| 59. Празеодим..... | 231 |
| 60. Неодим.....    | 233 |
| 61. Прометий.....  | 235 |
| 62. Самарий.....   | 236 |
| 63. Европий.....   | 238 |
| 64. Гадолиний..... | 240 |
| 65. Тербий.....    | 243 |
| 66. Диспрозий..... | 245 |
| 67. Гольмий.....   | 247 |
| 68. Эрбий.....     | 248 |
| 69. Тулий.....     | 250 |
| 70. Иттербий.....  | 252 |
| 71. Лютеций.....   | 253 |
| 72. Гафний.....    | 255 |
| 73. Тантал.....    | 259 |

|      |                               |     |
|------|-------------------------------|-----|
| 74.  | Вольфрам.....                 | 261 |
| 75.  | Рений.....                    | 264 |
| 76.  | Осмий.....                    | 268 |
| 77.  | Иридий.....                   | 271 |
| 78.  | Платина.....                  | 274 |
| 79.  | Олтин.....                    | 275 |
| 80.  | Симоб.....                    | 314 |
| 81.  | Таллий.....                   | 318 |
| 82.  | Қўргошин.....                 | 320 |
| 83.  | Висмут.....                   | 324 |
| 84.  | Полоний.....                  | 328 |
| 85.  | Астат.....                    | 330 |
| 86.  | Радон.....                    | 332 |
| 87.  | Франций.....                  | 334 |
| 88.  | Радий.....                    | 335 |
| 89.  | Актиний.....                  | 339 |
| 90.  | Торий.....                    | 341 |
| 91.  | Протактиний.....              | 344 |
| 92.  | Уран.....                     | 347 |
| 93.  | Нептуний.....                 | 353 |
| 94.  | Плутоний.....                 | 356 |
| 95.  | Америций.....                 | 366 |
| 96.  | Кюрий.....                    | 369 |
| 97.  | Берклий.....                  | 370 |
| 98.  | Калифорний.....               | 372 |
| 99.  | Эйнштейний.....               | 373 |
| 100. | Фермий.....                   | 373 |
| 101. | Менделевий.....               | 375 |
| 102. | Нобелий.....                  | 376 |
| 103. | Лоуренсий.....                | 376 |
| 104. | Курчатовий.....               | 377 |
| 105. | Дубний.....                   | 377 |
| 106. | Сибóргий.....                 | 382 |
| 107. | Борий.....                    | 388 |
| 108. | Хассий.....                   | 389 |
| 109. | Мейтнэрий.....                | 390 |
| 110. | Дармштатдий.....              | 391 |
| 111. | Рентгений.....                | 392 |
| 112. | Коперниций.....               | 393 |
| 113. | Унунтрий.....                 | 395 |
| 114. | Флерóвий.....                 | 397 |
| 115. | Унунпентий.....               | 399 |
| 116. | Ливерморий.....               | 401 |
| 117. | Унунсептий.....               | 402 |
| 118. | Унуноктий.....                | 402 |
|      | Фойдаланилган адабиётлар..... | 441 |

*Илмий нашр*

**Қ.С.Санақулов, Б.Ф.Муҳиддинов,  
А.С.Ҳасанов**

# **ЌИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР**

Мухаррирлар:

**Мафтуна Аҳмедова,  
Раъно Муллаҳўжаева**

Саҳифаловчилар:

**Шохрух Жўраев,  
Санъат Шарипов,  
Дилшода Аҳтамова**

Техник муҳаррирлар:

**Бегзод Толипов,  
Гулноза Ортиқова**

Мусаҳҳих:

**Дилноза Рустамова**

Дизайнер:

**Василий Бурцев**

“Muharrir nashriyoti”

Лицензия: АИ № 309. 2017 йил 22 июн.

Теришга 2018 йил 22 декабрда берилди.

Босишга 2019 йил 11 февралда рухсат этилди.

Бичими: 84x108 1/16. «PT Serif» гарнитурасида

офсет босма усулида офсет қоғозида босилди.

28 шарт. б.т. 45,64 ҳисоб нашр. таб.

Адади 615 нусха. 16-сон буюртма.

“Мухаррир нашриёти” матбаа бўлимида чоп этилди.  
100185, Тошкент шаҳри, Чилонзор тумани, 20<sup>А</sup>-мавзеи,  
Сўгалли ота кўчаси, 5-уй. E-mail: muharrir@list.ru



**Санакулов Қувондиқ Санакулович** – Ўзбекистон Қаҳрамони, Ўзбекистон Республикасида хизмат кўрсатган саноат ходими, Навоий кон-металлургия комбинати давлат корхонаси бош директори. 300 га яқин илмий ишлар, жумладан, 15 та монография, дарслик, ўқув қўлланма, 28 та муаллифлик гувоҳномалари ва ихтиро патентлари муаллифи.

Қ.Санакулов кон-металлургия саноати чиқиндиларини қайта ишлаш соҳасида йирик мутахассис ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлис Сенати аъзоси. Навоий давлат кончилик институти ректори, техника фанлари доктори, профессор. Бутунжаҳон интеллектуал мулк ташкилоти (ВОИС) томонидан таъсис этилган “Ихтирочилик учун” олтин медали лауреати (2017 й.).



**Муҳиддинов Баходир Фахриддинович** – кимё фанлари доктори, Навоий давлат кончилик институти Кимёвий технология кафедраси профессори. Ўзбекистон Республикаси Турон фанлар академияси академиги (2012 й.), Халқаро Биосфера фанлари академияси мухбир аъзоси (МАБИН) (2001 й.). «Ўзбекистон Республикаси олий таълим аълочиси» (1998 й.), «Ўзбекистон Республикаси ўрта махсус, касб-хунар таълими аълочиси» (2002 й.) кўкрак нишонлари ва «Шухрат» (2005 й.), «Касбига содиқлиги учун» (2015 й.) медаллари билан тақдирланган. 420 дан ортиқ илмий нашрлар, жумладан, дарслик, ўқув, услубий қўлланмалар ва ихтиролари учун Ўзбекистон Республикаси патентлари муаллифи.

Полимерлар ва композицион материаллар кимёси ва технологияси бўйича мутахассис олим.



**Ҳасанов Абдурашид Солиевич** – 1983 йилдан Тошкент политехника институти Кон-металлургия факультетида меҳнат фаолиятини ўқитувчиликдан бошлаган. 2001 йилдан Навоий давлат кончилик институти Олмалиқ Кон-металлургия факультети декани, 2012 йилдан кафедра мудир ва бўлим бошлиғи лавозимларида ишлаб келмоқда. Техника фанлари доктори, профессор. Россия Табиий фанлар академияси академиги.

300 га яқин илмий-методик ишлар, жумладан, 20 та монография, 15 патент ва муаллифлик гувоҳномалари, шунингдек, 16 та илмий-оммабоп йўналишдаги ва бадий-шеърый китоблар муаллифи. “Меҳнат шухрати” ордени билан тақдирланган (2001 й.). Бутунжаҳон интеллектуал мулк ташкилоти (ВОИС) томонидан таъсис этилган “Ихтирочилик учун” олтин медали лауреати (2017 й.), Россия Табиий билимлар академиясининг Альфред Нобель номидаги медали соҳиби (2018 й.).

# КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР

