

Ю. Т. Тошпўлатов Ш. С. Исҳоқов

# АНОРГАНИК КИМЁ

*Мутахассислиги кимёга бўлмаган техника  
олий ўқув юрталари талабалари учун ўқув  
қўлланма*

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1992

Ушбу ўқув қўлланмада анорганик кимёнинг қисқача назарий асослари ёритилган. Атом ва молекулалар тузилиши, валент боғлар ҳамда квант назарияси, кимёвий жараёнлар энергетикаси, элементлар ва улар бирикмаларининг хоссалари, шунингдек экология масалаларига аҳамият берилган. Бундан ташқари, толиблар амалиётда фойдаланишлари учун лаборатория ишлари мустақил ўрганишлари учун машқ ва масалалар ва уларни ишлаш йўллари келтирилган.

Ўқув қўлланма ихтисослиги кимё бўлмаган олий билимгоҳ талабалари учун мўлжалланган бўлса-да ундан ўрта маҳсус билимгоҳи ҳамда ўқитувчи ва ўқувчилари, кимё асосларини мустақил ўрганувчилар ҳам фойдаланишлари мумкин.

**Тошпўлатов Ю. Т., Исҳоқов Ш. С.**

**Анорганик кимё. Техника олий ўқув юрт. талабалари учун ўқув қўлл. Т. Ўқитувчи, 1992. 216 б.**

I. Авторлош.

**Ташпұлатов Ю. Т., Исхаков Ш. С. Курс неорганической химии.**

ББК 24. 1 я 73

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1992 й.

T  $\frac{1704000000-81}{373(04)-91}$  89—91

ISBN 5—645—01384—0

Мамлакатимизни, шунингдек жумҳуриятимизни илмий-техника тараққиёти асосида социал иқтисодий ривожлантириш концепцияси ишлаб чиқилиб, халқ хўжалигини сифат жиҳатдан қайта кўриб янада юқори поғоналарга кўтариш учун қатор масалаларга комплекс ва системали равишда ёндошилган ҳолда иш кўрила бошланди.

Муҳим йўналишлар ўсувини таъминлаб, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар сифатини янада ошириш иқтисодий ривожланишни янги изга солиш, бошқаришнинг самарали усулларидан фойдаланиб, социал муаммоларни кенг кўламда комплекс ҳолда ҳал этиш ва бу масалаларни ҳал этишда асосий омиллардан бири бўлган етук мутахассислар тайёрлаш иши муҳим вазифалардан бири эканлиги замон тақозосидир. Олий ўқув юртлари олдида турган муҳим вазифа илғор технологик жараёнларга асосланган ҳолда иш кўрувчи ва янги ғояларни амалга оширувчи, ўз соҳасини яхши биладиган юқори савияли мутахассислар тайёрлашдан иборатдир. Бу эса замон талабларига жавоб бера оладиган дарслик ва ўқув-қўлланмалар яратилишини тақозо этади. Кимёвий билимлар кўлами жуда кенг ва ранг-барангдир.

*Кимё дунёни ташкил этган элементларни ҳамда шу элементлардан ҳосил бўлган турли-туман оддий ва мураккаб моддаларни, уларнинг бир-бирига айланишига доир мураккаб қонунларни ўрганади.*

Мамлакатимизда кимёга сид сансатлар жумладан, тўқимачилик ва енгил саноат тез суратлар билан ривожланмоқда, йирик кимё корхоналари барпо этилган. Уларда ўнлаб миллион тонна сульфат, нитрат ва бошқа кислоталар, аммиак, синтетик каучук, пластмассалар, турли хил полимер материаллар, кимёвий толалар ва халқ хўжалигини муваффақиятли ривожлантириш учун зарур бўлган кўпгина бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқарилмоқда.

Ҳозирги даврда ҳар тарафлама камол топган ҳар бир киши кимё асосларини билмай туриб иш юрита олмайди. Энг оддий кимёвий тасавурларга эга бўлмай туриб, атрофимиздаги моддий дунёни тушуниб бўлмайди. Тавсия этилаётган мазкур қўлланма жумҳурият олий ва маҳсус ўрта таълим вазирлиги томонидан тасдиқланган программага асосланган ҳолда олий ўқув юртларининг мутахассислиги кимё бўлмаган факультетларининг турли ихтисосликда билим олаётган талабаларига мўлжаллаб ёзилган.

Мазкур қўлланманнинг мавжуд бўлган бошқа қўлланмалардан фарқи шундаки, талабаларнинг мустақил ишларига алоҳида эътибор берилган, кимё фанининг назарий қисми, чунончи атом-молекуляр таълимот, атом тузилиши, Д. И. Менделеевнинг кимёвий элементлар даврий қонуни ва даврий системаси, эритмалар, комплекс бирикмалар, металлар ва қотишмалар ҳақидаги фикрлар лаборатория ишлари билан боғланган.

Қўлланмадаги маълумотлар, ўлчов бирликлари, физик-кимёвий катталиқлар халқаро системада берилган.

Қўлланма XXI бобдан иборат бўлиб, ҳар қайси бобда аввал атофтича назарий муқаддима берилиб, сўнг бажариладиган тажрибалар тафсилоти баён қилинган. Талабаларнинг кимё фанини шу боби бўйича олган назарий ва амалий билимларини пухта ўзлаштиришлари учун ҳар қайси бобдан кейин машқ ва масалалар берилган.

Ушбу қўлланмадан техника олий ўқув юр்தларининг кундузги ва кечки ҳамда сиртдан ўқийдиган талабалари, ўрта мактаб ўқитувчилари, техникумларнинг талабалари, шунингдек кимё фани асосларини мустақил ўрганувчилар фойдаланишлари мумкин.

Муаллифлар қўлланмани яхшилаш борасида ўз маслаҳатларини билдирган кимё фанлари номзоди Ф. Ю. Юсуповга, Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтининг умумий ва аорганик кимё кафедраси ходимларига, қимматли кўрсатмалари ва маслаҳатлари учун Тошкент Давлат Дорилфунини профессори Ҳ. Р. Раҳимовга ўз миннатдорчилигини билдиради.

Қўлланмани камчилик ва нуқсонлардан ҳали деб бўлмайти, албатта. Ўз фикр-мулоҳазаларини билдирган китобхонларга миннатдорчилик билдирамит. Бизнинг адрес: Тошкент, Навоий кўчаси 30, «Ўқитувчи» нашриётининг кимё ва табиий фанлар муҳарририяти.

*Муаллифлар*

# I БОБ. ҚИМЁНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧА ВА ҚОНУНЛАРИ

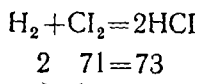
## 1- §. АТОМ-МОЛЕКУЛЯР ТАЪЛИМОТ

XVIII асрда М. В. Ломоносов қадимги юнон файласуфлари Левкипп ва Демокритнинг «ҳамма моддалар жуда майда заррачалар — *атомлардан* тузилган ҳамда улар донмий ва узлуксиз ҳаракатда бўлади, дунёда содир бўладиган барча ўзгаришлар атомларнинг бирикиши ёки бир-бирдан ажрალიши натижасидир», — деган атомистик тасаввурларини ривожлантириб, системага солди. У ҳам ўз таълимотига барча моддалар жуда майда заррачалардан тузилган, деган фикрни асос қилиб олди. Ломоносов заррачаларни икки турга бўлди: атомларни «элементлар» деб, молекулаларни эса «корпускулалар» деб атади. Молекулалар ҳосил бўлишида атомлар бир-бири билан миқдорий нисбатларда бирикади. Молекулаларнинг хоссалари фақат уларнинг таркибига кирган атомлар сонигагина боғлиқ бўлмай, балки атомларнинг молекулада жойлашиш тартибига ҳам боғлиқдир.

Ломоносов кимёга биринчи бўлиб атом-молекуляр таълимотни кiritди ва шу асосда элемент, оддий ҳамда мураккаб моддаларга таъриф берди. Бу (таълимот) тасаввурлар ўша давр фанидан анча илгари кетди. Фақат 60 йилдан кейингина Ж. Дальтон шунга ўхшаш фикрлар айтди.

## 2- §. МОДДАЛАР МАССАСИНИНГ САҚЛАНИШ ҚОНУНИ

Атом-молекуляр таълимот асосида М. В. Ломоносов қуйидаги хулосага келди: «Табиатда содир бўладиган ҳар қандай ўзгаришнинг моҳияти шундан иборатки, бирор жисмдан қанча миқдор камайса, иккинчи жойда шунча кўпаяди». Бу қонун кўп тажрибалар билан тасдиқланди ва *модда массасининг сақланиш қонуни* деб аталиб, ҳозир шундай таърифланади: реакцияга кирувчи дастлабки моддалар массалари йиғиндиси ҳосил бўлган маҳсулотлар массалари йиғиндисига тенг. Мисол:

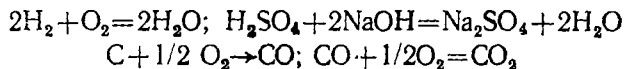


## 3- §. ТАРКИБНИНГ ДОИМИЙЛИК ҚОНУНИ

XIX асрнинг бошларида кимёда моддаларнинг таркиби ҳақида жуда кўп материаллар тўпланди. Бу материалларни умумлаштириб француз олими И. Пруст *таркибнинг доимийлик қонунини* кашф этди.

Ҳар қандай кимёвий бирикманинг сифати ва миқдорий таркиби, бу бирикма қайси йўл билан ҳосил қилинишидан қатъи назар, ҳамма вақт бир хил бўлади.

Масалан, сув қандай йўл билан олинишидан қатъи назар, унинг таркибидаги водород ва кислород миқдори 1:8 оғирлик нисбатида бўлади.



#### 4- §. ЭКВИВАЛЕНТЛАР ҚОНУНИ

XVIII асрнинг охирида эквивалентлар қонуни кашф этилди.

Реакцияга киришувчи моддалар массаси шу моддаларнинг кимёвий эквивалентларига пропорционалдир. Бу қонун эквивалентлар қонуни

$$\text{деб аталди: } \frac{m_1}{m_2} = \frac{э_1}{э_2}.$$

Бунда  $m_1$  ва  $m_2$  биринчи ва иккинчи моддаларнинг массаси;  $э_1$  ва  $э_2$  — биринчи ва иккинчи моддаларнинг эквивалентлари.

Элементлар ва мураккаб моддаларнинг кимёвий эквиваленти бири-биридан фарқланади. Айни элементнинг бир масса қисми (1,00797) водород ёки бир (7,9997) масса қисми кислород билан бирикадиган ёхуд бирикмаларда шунча миқдор водород ёки кислороднинг ўрнини оладиган миқдори шу элементнинг кимёвий эквиваленти дейилади.

Элементнинг кимёвий эквивалентини аниқлаш учун унинг эквиваленти маълум бўлган бошқа ҳар қандай элемент билан ҳосил қилган бирикмасининг таркибини билиш керак.

1- мисол. 4,56 г магний ёнганда 7,56 г магний оксид ҳосил бўлиши маълум, магнийнинг эквивалентини аниқланг.

Ечиш. Масаланинг шаргидан маълумки, 7,56 г магний оксидда 4,56 г магний бор, демак, бирикмада 7,56 — 4,56 = 3,00 г кислород бор экан. Кислороднинг эквиваленти 8 эканлигини билган ҳолда пропорция тузамиз:

$$4,56:3,00 = Э:8$$

$$Э_{\text{Mg}} = \frac{4,56 \cdot 8}{3,00} = 12,16.$$

2- мисол. Мис хлоридда 47,26 % мис бор. Хлорнинг эквиваленти 35,45 га тенглиги маълум. Шу бирикмадаги миснинг эквивалентини аниқланг.

Ечиш. Миснинг 47,26 оғирлик бирлигига 100 — 47,26 = 52,74 оғирлик бирлик хлор тўғри келади. Демак,

$$47,26:52,74 = Э:35,45.$$

$$Э_{\text{Cu}} = \frac{47,26 \cdot 35,45}{52,74} = 31,77.$$

Мураккаб модданинг ҳар қандай бошқа модданинг бир эквиваленти билан реакцияга киришадиган миқдори эквивалент деб аталади.



3- мисол. Эквиваленти 12,16 га тенг бўлган магнийнинг 24,32 грами билан 98,08 г сульфат кислота реакцияга киришади. Сульфат кислотанинг эквивалентини аниқланг.

Е чиш.  $H_2SO_4$  нинг эквиваленти қуйидаги нисбатдан топилади

$$98,08:24,32 = \mathcal{E}_{H_2SO_4}:12,16$$

$$\mathcal{E}_{H_2SO_4} = \frac{98,08 \cdot 12,16}{24,32} = 49,04.$$

Асос ва тузларнинг моль (эквивалент) ини аниқлаш учун уларнинг молекуляр массаси шу асос ёки туз таркибидаги металл валентини бирикларининг умумий сонига бўлинади:

$$Ca(OH)_2 \text{ нинг экв-ти } 74,10:2 = 37,05 \text{ г моль (экв)}$$

$$Al_2(SO_4)_3 \text{ нинг экв-ти } 342,12:6 = 57,02 \text{ г/моль (экв)}$$

### 5-§. АВОГАДРО ҚОНУНИ

Италия олими А. Авогадро 1811 йилда қуйидаги гипотезани илгари сурди: бир хил шароитда (бир хил температура ва бир хил босимда) ва баробар ҳажмда олинган турли газларнинг молекулалари сони ўзаро тенг бўлади. Авогадронинг бу қонуни жуда кўп тажрибалар ёрдамида тасдиқланди ва 1860 йилдан бошлаб қонун сифатида тан олинди. Авогадро қонунидан учта хулоса чиқади:

1. Оддий газларнинг (кислород, водород, азот, хлор) молекулалари икки атомдан иборат.

2. Нормал шароитда бир моль газ 22,4 л ҳажми эгаллайди.

3. Бир хил шароитда тенг ҳажмда олинган икки газ массаси орасидаги нисбат шу газларнинг молекуляр массаси орасидаги нисбатга тенг.

1961 йилдан бошлаб атом масса бирлиги (а. м. б.) сифатида углерод изотопи  $^{12}C$  атом массасининг  $\frac{1}{12}$  қисми қабул қилинган.

Моль шундай модда миқдорики, ундаги структура бириклар (молекула, атом, ион, электрон ва ҳоказолар) сони углерод изотопи  $^{12}C$  12 грамида бўлган атомлар сонига тенгдир. Элемент атом массасининг углерод бирлигида ифодаланган миқдори шу элементнинг атом массаси дейилади. Модданинг граммлар ҳисобидаги массаси сон жиҳатдан молекуляр массасига тенг бўлган миқдори унинг моль массасига тенг. 1 моль сув 18,01 г/моль га тенг. 1 моль сульфат кислота 98,09 г/моль га тенг. Бир моль (атом) рўх 65,37 г/моль га тенг.

Ҳар қандай модданинг бир молида  $6,02 \cdot 10^{23}$  та атом ёки молекула бўлади, бу сон Авогадро сони дейилади:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Ҳар қандай газнинг 1 моль массаси /н.ш/ 22,4 л ҳажми эгаллайди (н.ш. — 0°C ва 760 мм да симоб устуни босимига эга бўлган шароитдир).

## 6- §. АЛЛОТРОПИЯ.

XIX асрнинг ўрталарига келиб атом-молекуляр таълимот тўла-тўқис тасдиқланди. Атом, молекула, кимёвий элемент ва бошқа асосий тushунчаларга аниқ таъриф берилди:

*Молекула* — модданинг мустақил мавжуд бўла оладиган ва шу модданинг кимёвий хоссаларини ўзида сақлаб қоладиган жуда кичик заррачасидир. *Атом* — кимёвий элементнинг оддий ва мураккаб моддалар таркибига кирадиган энг кичик заррачасидир.

Кимёвий элемент ўзида муайян хоссаларни мужассамлаштирган ва кимёвий усуллар билан бошқа оддий моддага айлана олмайдиган атомлар туридир.

Мураккаб моддаларнинг молекулалари икки ёки бир неча элемент атомларидан, оддий моддаларнинг молекулалари эса бир элемент атомларидан таркиб топади. Демак, оддий модда-элементнинг эркин ҳолда мавжуд бўлиш шаклидир. Бир элемент атомлари бир неча хил оддий моддалар ҳосил қиладиган ҳоллар ҳам оз эмас; масалан, углерод (C) — олмос, графит ва карбин номли кўринишга эга. Фосфор бир неча кўринишда бўлади. Масалан, оқ фосфор  $P_4$  таркибли молекулалардан, қизил фосфор эса полимер моддадан иборат. Олтингургуртнинг оддий моддалари ўзаро ички кристалл қурилиши билан фарқ қилса-да, кимёвий таркиби бир хил бўлади. Бу *модификация* деб ҳам аталади.

Битта кимёвий элементнинг ўзи икки ёки бир неча оддий моддалар ҳосил қилиши *аллотропия* дейилади. Мураккаб модданинг бир неча кўринишда учраши *полиморфизм* деб аталади.

## 7- §. ГАЗ МОДДАЛАРНИНГ МОЛЕКУЛЯР МАССАСИНИ АНИҚЛАШ

Газ модданинг молекуляр (моляр) ҳажми қийматидан фойдаланиб моддаларнинг молекуляр массасини ҳисоблаб топиш мумкин. Бунинг учун берилган газдан 22,4 литрнинг н. ш. даги массасини топиш керак.

*Мисол.* 0,3487 г ацетилен н. ш. да 300 мл ҳажмни эгаллайди. Унинг молекуляр массасини топинг.

Е чиш. Бунинг учун 22400 мл ҳажмни эгаллаган 1 моль ацетиленнинг массаси ҳисобланади:

0,348 г — 300

$$1 \text{ моль} \quad \text{—} \quad 22400; \quad 1 \text{ моль} = \frac{22400 \cdot 0,348}{300} = 26,04 \text{ г/моль}$$

Демак, ацетиленнинг молекуляр массаси 26,04 г/моль га тенг.

Агар ҳарорат ва босим н. ш. дан фарқ қилса, газ модданинг молекуляр массаси Клапейроўн-Менделеев тенгламаси ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

Ушбу тенгламадаги  $P$  — газ босими;  $V$  — ҳажми;  $m$  — олинган газ массаси;  $M$  — газнинг (моль) сони;  $T$  — ҳарорат (Кельвин шкаласида);  $R$  — универсал газ доимийси.



Бу тенглама идеал газнинг ҳолат тенгламаси дейилади. Универсал газ доимийси  $R$  — бир моль газга тегишли бўлиб, у газнинг табиати босими ва ҳажмига боғлиқ бўлмай, фақат босим ( $P$ ) ҳамда ҳажм ( $V$ ) қандай бирликларда ифодаланишига боғлиқ. Агар бир моль газ олинган бўлса, н. ш. да ( $P = 760$  мм сымоб устуни ва  $T = 273^\circ \text{K}$ ) 1 моль газнинг ҳажми 22400 мл бўлади. Бу катталикларни Клапейрон-Менделеев тенгламасига қўйиб, газ доимийсининг сон қийматини топамиз:

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{22400 \cdot 760}{273} = 62400 \frac{\text{см}^3 \text{ мм сымоб уст.}}{(\text{моль} \cdot \text{к})}$$

Агар  $V$  — литрлар билан,  $P$  — атмосфера билан ифодаланса,  $R$  учун бошқа сон қиймати олинади:

$$R = \frac{22,4 \cdot 1,0}{273} = 0,082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм.}}{(\text{моль} \cdot \text{к})}$$

$R$  — нинг СИ даги қийматини топиш учун «атмосфера»ни  $\text{н/м}^2$  га айлантириш керак (бу ерда  $\text{Н}$  — Ньютон,  $\text{м}$  — метр/СИ босим бирлиги учун Паскаль ( $\text{Па}$ ) қабул қилинган, унинг ўлчами  $\text{Н/м}^2$ . Сымобнинг зичлиги  $13,595 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Ернинг торғиш кучи тезланиши  $g = 9,8067 \text{ м/с}^2$  (бу ерда  $\text{с}$  — секунд).

Бинобарин:

$$1 \text{ атм} = (0,76 \text{ м}) \cdot (13,595 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) \cdot (9,8067 \text{ м/с}^2) = 101325 \text{ кгм/с}^2 = 101325 \text{ н/м}^2 = 101,3 \text{ кПа}; (\text{1н} = 1 \text{ кгм/с}^2)$$

1 Моль газ ҳажми нормал шароитда  $= 22,414 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ .

Газ ҳолат тенгламасидан  $R$ :

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{101325 \text{ Н/м}^2 \cdot 22,414 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{(1 \text{ Моль}) \cdot (273,15 \text{ К})} = 8,314 \frac{\text{Нм}}{\text{Моль} \cdot \text{К}} = 8,314 \frac{\text{Жоуль}}{(\text{Моль} \cdot \text{К})}$$

Бу ерда  $\text{К}$  — Кельвин даража белгиси.

Газ доимийлигининг физик маъноси ўзгармас босимда 1 моль идеал газни  $1^\circ$  иситганда юзага чиқадиган кенгайиш ишидан иборат:

унинг СИ даги қиймати  $8,314 \frac{\text{Жоуль}}{\text{МольК}}$  га тенг. Биз масалалар ечишда

ҳар доим ана шу қийматдан фойдаланамиз.

Босимни эса  $\text{кПа}$  (килоПаскал) билан ифодалаш жуда қулай!:

1 атм = 760 мм = 101,3 кПа =  $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Бу ҳолда  $R$  қуйи-

$$\text{дагича ҳисобланади: } R = \frac{101,3 \cdot 22,4}{273,15} = 8,314 \frac{\text{л/кПа}}{(\text{Моль} \cdot \text{К})}$$

Менделеев-Клапейрон тенгламасидан газ ёки унинг ҳолатини белгилаб топишда фойдаланилади.

1- мисол. Сифими 16,4 л ли баллондаги кислород оғирлигини ҳисоблаб топинг, бунда  $17^\circ \text{C}$  да босим 58 атм. га тенг эканлиги маълум.

Е чи ш. Менделеев-Клапейрон тенгламасидан массани топамиз:

$$m = \frac{MPV}{RT}$$

қийматларни тенгламага қўямиз:

$$m = \frac{32 \cdot 58 \cdot 16,4}{0,082 \cdot 290} = 1280 \text{ г} = 1,28 \text{ кг.}$$

2- мисол. 400 мл ацетон буғи  $87^\circ \text{C}$  ва 720 мм симоб устуни босимида 0,744 г га тенг эканлиги маълум. Ацетоннинг моль массасини аниқланг. Масалани СГС (см. грамм, сек) системасида ечамиз:

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0,744 \cdot 62400 \cdot 360}{720 \cdot 400} = 58.$$

агар уни СИ бирликларда ечсак, қуйидагича бўлади:

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0,744 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 360}{96000 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3}} = 58.$$

Авогадро қонунидан тенг ҳажмдаги икки хил газнинг масса нисбати уларнинг молекула массалари нисбати каби бўлади, деган хулоса чиқади:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

бу ерда  $m_1$  — биринчи газнинг берилган ҳажмдаги массаси;  $m_2$  — иккинчи газнинг массаси;  $M_1$  — биринчи газнинг моль массаси;

$M_2$  — иккинчи газнинг моль массаси;  $\frac{m_1}{m_2}$  — биринчи газнинг иккинчи

газга нисбатан зичлигини қўрсатади ва  $D$  ишораси билан белгиланади, яъни:

$$D = \frac{M_1}{M_2} \text{ ёки } M_1 = DM_2$$

Газнинг моль массаси иккинчи газга нисбатан зичлигининг шу газнинг молекуляр массасига кўпайтирилганига тенг. Нисбий зичлик одатда, водород ёки ҳавога нисбатан олинади. Масалан, водороднинг молекуляр массаси  $M = 2$ , ҳавонинг ўртачи молекуляр массаси 29. Шунинг учун номаълум газнинг моль массаси ҳам қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$M = 2 D_{\text{H}_2} \text{ ёки } M = 29 D_{\text{хаво}}$$

Демак, номаълум газнинг водородга (нисбатан ёки ҳавога нисбатан зичлигини топиб, унинг молекуляр масса қийматини ҳисоблай оламиз.

1- мисол. Сульфит ангидриднинг молекуляр массасини ҳисобланг (унинг водородга нисбатан зичлиги 32,03 га тенг).

Ечиш:

$$M = 2 \cdot D_{\text{H}_2} = 2 \cdot 32,03 = 64,06.$$

Агар газнинг молекуляр массасини билсак, у ҳолда унинг водородга ёки ҳавога нисбатан зичлигини топиш мумкин.

2- мисол. Аммиакнинг водородга нисбатан зичлигини топинг:

$$M_{NH_3} = 17,03$$

$$D_{H_2} = \frac{M}{2} = \frac{17,03}{2} = 8,52$$

### 8- §. ЭЛЕМЕНТНИНГ АТОМ МАССАСИНИ АНИҚЛАШ

Италия олими С. Канниццаро газсимон ва осон бугланувчи бирикмаларнинг атом массасини аниқлашнинг қўйидаги усулини таклиф этди: текширилаётган элементнинг учувчан бирикмаларининг (иложи борича кўпроқ) ҳавога нисбатан зичлиги тажриба йўли билан аниқланади. Зичлик бўйича бирикмаларнинг молекуляр массаси ҳисоблаб топилади. Сўнг кимёвий тажрибалар натижаларига асосланиб, берилган элементнинг айти бирикмадаги фоз миқдори топилади ҳамда олинган ҳар қайси бирикманинг бир молекуласида айти элемент ҳиссасига қанча углерод бирлиги тўғри келиши аниқланади. Топилган сонларнинг энг кичиги ушбу элементнинг атом массаси деб қабул қилинади.

1- жадвал.

Кислороднинг атом массасини топиш.

Бирикма	Моль оғирлиги массаси	Кислород миқдори	1 молекулада кисло- род ҳиссасига тўғри келадиган углерод бирликлар сон
Углерод (II) - оксид	28	57,1	16
Углерод (IV) - оксид	44	77,7	32
Олтингугурт (IV)- оксид	64	50,0	32
Олтингугурт (VI) оксид	80	60,0	48
Сув буғи	18	88,9	16

Демак, жадвалдаги сонлар кислороднинг атом массаси 16 га тенглигини кўрсатади.

Учувчан модда ҳосил қилмайдиган элементларнинг атом массасини аниқлашда *Дюлонг ва Пти қондасидан* фойдаланилади: қаттиқ ҳолатдаги элементнинг атом массаси (А) ни унинг солиштирма иссиқлик сифими (С) га кўпайтмаси тахминан 26,3 Ж га тенг, яъни  $A \cdot C \approx 26,3$  ёки  $26,3 \cdot C = A$ .

АС — кўпайтмаси 1 моль атом оддий моддани 1°С га иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини билдиради. Шунинг учун бу усулда элементнинг атом массаси аниқланса хатолик катта бўлади. Элементнинг атом массасини аниқ ҳисоблашда айти элементнинг эквивалентини ҳам топиш керак. Элементнинг атом массаси эквиваленти ва валентлиги бир-бирига боғлиқ:  $\mathcal{E} = \frac{A}{B}$ ;  $B = \frac{A}{\mathcal{E}}$ ,  $A = \mathcal{E} \cdot B$ .

(А — атом массаси,  $\mathcal{E}$  — эквиваленти, В — валентлик).

## 9- §. КИМЁВИЙ ФОРМУЛА

Кимёвий формула молекуланинг ва кимёвий бирикманинг сифат ҳамда миқдорий таркибини ифодалайди. Агар модданинг формуласи маълум бўлса, таркибидаги элементларнинг % миқдорини аниқлаш қийин эмас. Кимёвий бирикманинг оғирлик таркиби мавжуд бўлса, унинг формуласини чиқариш мумкин.

1- мисол.  $H_3PO_4$  фоиз миқдорини аниқланг.

Е чиш:  $H_3PO_4$  нинг молекуляр массаси  $31,008 + 30,97 + 4 \cdot 16 = 97,99$  га тенг. Водороднинг фоиз миқдори қуйидагича топилади.  
 $97,99 - 100; 3,024 - x$ ; бундан

$$x_{H_2} = \frac{3,024 \cdot 100}{97,99} = 3,08\%;$$

$$x_{\text{фосфор}} = \frac{30,97 \cdot 100}{97,99} = 31,61\%;$$

$$x_{\text{кислород}} = \frac{64 \cdot 100}{97,99} = 65,3\%$$

2- мисол. Таркибида 82,35% азот ва 17,65% водород бўлган модданинг формуласини тузинг.

Е чиш. Масала шартидан маълумки, айни моддада 82,35 г азотга 17,65г водород тўғри келади. Уни моль атомлар билан ифодалаймиз:

$$82,35 \text{ г азот } \frac{82,35}{14} = 5,88 \text{ моль ни}$$

$$17,65 \text{ г водород } \frac{17,65}{1} = 17,65 \text{ моль ни ташкил қилади.}$$

Молекулада азот ва водород атомлар сонининг нисбати уларнинг моль атомлари нисбати каби бўлади.  $5,88:17,65 = 1:3$ , яъни 1 азот атомига 3 водород атоми тўғри келади. Демак, бирикманинг кимёвий формуласи  $NH_3$  экан. Берилган модданинг формуласини тузиш учун шу кимёвий бирикмадаги ҳамма элементларнинг валентлигини билиш керак. Элементнинг бир атомига неча атом водород бирикишини ёки алмаши-нишини кўрсатадиган сон шу элементнинг валентлиги дейилади. Элементларнинг валентлиги шу элемент атоми ўзига бириктириб олган ёки бирикмаларда уларнинг ўрнини олган водород (бир валентли элемент) атомлари сонига қараб аниқланади.  
 Масалан:

$HCl^{-1}$   
водород  
хлорид

$H_2S^{-2}$   
водород сульфид

$^{-3}NH_3$   
аммиак

$^{4-}CH_4$   
метан

Элементларнинг валентлиги кислородли бирикмалар таркиби асосида ҳам аниқланади:

$4 - 2 \cdot 2$   
 $CO_2$   
карбонат  
ангидрид

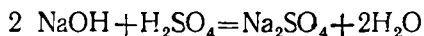
$6 + 2 \cdot 3$   
 $CrO_3$   
хромат  
ангидрид

$7 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 7$   
 $Mn_2O_7$   
перманганат  
ангидрид

## 10- §. КИМЁВИЙ ТЕНГЛАМА

Реакцияни кимёвий формулалар ёрдамида ифодалаш кимёвий тенглама дейилади.

Кимёвий тенглама қандай моддалар реакцияга киришишини, бунда қайси моддалар ва қандай миқдорий нисбатда ҳосил бўлишини кўрсатади. У массанинг сақланиш қонуни асосида тузилади:

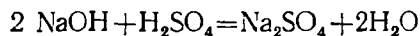


Тенгламадан кўриниб турибдики, 2 молекула NaOH 1 молекула  $\text{H}_2\text{SO}_4$  билан реакцияга киришиб 1 молекула  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ва 2 молекула  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил қилади.

Кимёвий тенгламадан фойдаланиб, ани реакция билан боғлиқ бўлган турли ҳисобларни ўтказиш мумкин.

*Мисол.* 1,60 г ўювчи натрийни нейтраллаш учун неча грамм сульфат кислота керак?

Е чи ш. Бунинг учун нейтралланиш реакциясини ёзамиз:



	80	98	
80	—	98	
1,6	—	x	

$$x = \frac{1,6 \cdot 98}{80} = 1,96 \text{ г}$$

Агар реакцияда газ моддалар иштирок этаётган бўлса, бу реакциянинг кимёвий тенгламаси фақат массалар нисбатини эмас, балки реакцияга киришган газларнинг ҳажмий нисбатларини ҳам кўрсатади. Шунинг учун реакцияга киришаётган ёки реакция натижасида ҳосил бўлган газларнинг ҳажми (уларнинг массасини олдиндан ҳисобламай туриб) тўғридан-тўғри реакция тенгламасидан ҳисоблаб тоғилади.

## 11- §. КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРДА ЭНЕРГЕТИК ҲОДИСАЛАР ВА ТЕРМОКИМЁВИЙ ҲИСОБЛАР

Кимёвий реакцияларда кўпинча иссиқлик тарзида энергия ажралиб чиқади ёки ютилади.

Реакция вақтида иссиқлик ажралиб чиқса, бу реакция *экзотермик*, ис сиқлик ютилса, *эндотермик реакция* дейилади.

Кимёвий реакция натижасида реакцияга киришувчи моддаларнинг энергия запаси ўзгаради. Экзотермик реакцияда ҳосил бўлган моддаларнинг энергия запаси босланғич моддаларникидан кам, эндотермик реакцияда э са кўп бўлади. Кимёвий бирикма ҳосил бўлишида қанча кўп энергия ажралиб чиқса, бу маҳсулотлар шунча барқарор бўлиши мумкин. Аксинча, эндотермик реакция натижасида ҳосил бўлган моддалар ўзининг беқарорлиги билан ажралиб туради ва улар осон парчаланadi.

Реакциянинг иссиқлик эффекти, яъни ажралиб чиқаётган ёки ютилаётган иссиқлик миқдори кўрсатилган кимёвий тенгламалар термохи-

мявий тенглама дейилади. Бу тенгламалар массалар сақланиш қонуни ва энергиянинг сақланиш қонуни асосида тузилади.

Экзотермик реакциялар иссиқлик эффекти мусбат (+), эндотермик реакцияларда эса манфий (—) ишора билан ёзилади. Масалан: 1 моль  $\text{CH}_4$  2 моль  $\text{O}_2$  билан реакцияга киришганда  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 212,44$  ккал иссиқлик ажралади. Бу — *экзотермик реакция*. 1 моль кальций карбонат тўла парчаланганда  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 42,54$  ккал иссиқлик ютилади. Бу — *эндотермик реакция*.

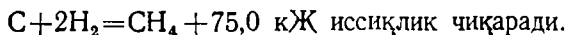
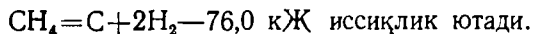
Оддий моддалардан 1 моль мураккаб модда ҳосил бўлишида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори шу модданинг ҳосил бўлиш иссиқлиги дейилади. Агар ҳосил бўлиш иссиқлиги  $25^\circ\text{C}$  ва 760 мм симоб устунида аниқланган бўлса, у модда ҳосил бўлишининг стандарт иссиқлиги ҳисобланади ва  $Q$  билан ишораланади. Унинг ўлчов бирлиги Жоуль бўлиб,  $1\text{Ж} = 4,184$  кал га тенг. Бундан ташқари ЭВ (электрон вольт) 1 ЭВ (бир моль модда учун) = 96,48 кЖ ҳам ишлатилади.

Кимёнинг кимёвий реакцияларнинг иссиқлик эффектлари миқдорини ўрганадиган бўлими термохимё дейилади.

Барча термохимёвий ҳисоблар термохимё қонунларига асосланган. Бу қонунлар энергиянинг сақланиш қонунидан келиб чиқади. 1784 йилда Лавуазье ва Лаплас кашф этган биринчи қонун қуйидагича таърифланади:

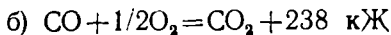
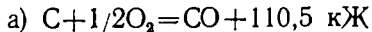
Ҳар қайси кимёвий бирикма учун парчаланаш иссиқлиги унинг ҳосил бўлиш иссиқлигига тенг, лекин ишораси қарама-қарши бўлади.

Масалан

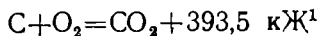


1840 йилда Г. И. Гесс иккинчи қонунини тажриба асосида кашф этди.

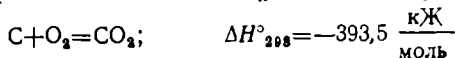
Реакциянинг иссиқлик эффекти моддаларнинг жараёнда иштирок этаётган моддаларнинг дастлабки ва охири ҳолатларига боғлиқ бўлиб, реакциянинг қандай усулда олиб борилишига боғлиқ эмас. Масалан  $\text{CO}_2$  ни икки усулда ҳосил қилайлик. Биринчи усул қуйидаги икки босқичдан иборат бўлсин:



Иккинчи усулида реакцияни босқичсиз (бир йўла) олиб борайлик



<sup>1</sup> Бу реакциянинг термодинамик тенгламаси қуйидагидан иборат,



Эндилик да  $Q$  нинг ўрнига  $\Delta H$  (энтальпия) дан фойдаланилади:  $\Delta H = -Q$ . Демак, айрим босқичларнинг энтальпиялари йиғиндиси умумий жараённинг энтальпиясига тенг. Кимёвий реакциянинг энтальпиясини топиш учун реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлиш энтальпиялари йиғиндисидан дастлабки моддаларнинг ҳосил бўлиш энтальпиялари йиғиндисини айриб ташлаш керак:

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{маҳс}} - \sum \Delta H_{\text{даст. мод}}$$

Бу ерда  $\Delta H$  — реакциянинг энтальпияси,  $\Delta H_{\text{маҳс}}$  — реакция маҳсулотининг ҳосил бўлиш энтальпиялари йиғиндиси,  $\sum \Delta H_{\text{даст. мод}}$  — дастлабки моддаларнинг ҳосил бўлиш энтальпиялари йиғиндиси.

## 12- §. ЭНТРОПИЯ ВА ЭНТАЛЬПИЯ.

Ўзгармас босимда содир бўладиган жараёнларни ҳаракатга келтирувчи куч — системада изобар потенциалнинг ўзгариши деб аталади, уни  $\Delta G$  билан ифодаланади. Бу катталик *Гиббс энергияси* ҳам дейилади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T\Delta S$$

Бу ерда  $\Delta H$  реакциянинг энтальпия фактори,  $T\Delta S$  эса унинг энтропия фактори дейилади. Улар бир-бирига қарама-қарши ҳаракатларни ифодалайди.  $\Delta H$  системадаги тартибсизлик даражасини камайтиради.  $T\Delta S$  — тартибсизлик даражасини кўпайтиради.  $\Delta G^\circ = 0$  бўлганда энтальпия фактори унинг энтропия факторига тенг бўлади:

$$\Delta H = T\Delta S$$

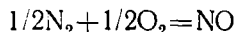
Бу шароитда система мувозанат ҳолатига келади. Ўз-ўзича борадиган реакциялар учун  $\Delta G^\circ < 0$  бўлади. Бу ерда учта муҳим ҳолат бўлиши мумкин.

1. Реакциянинг энтальпия фактори  $\Delta H^\circ$  ҳам,  $\Delta S$  ҳам реакцияларнинг боришига ёрдам беради: бунинг учун  $\Delta H^\circ < 0$  ва  $\Delta S > 0$  бўлиши керак. Бунда асосий вазифани энтальпия фактори бажаради.

2. Реакциянинг боришига фақат реакциянинг энтальпия фактори  $\Delta H^\circ$  ёрдам беради. Бу ҳолда  $\Delta H^\circ$  нинг иссиқлик қиймати катта бўлади. У манфий қийматга эга бўлади:  $-\Delta H < 0$ .

3.  $\Delta H^\circ > 0$  бўлиб, энтропия фактори  $\Delta H^\circ$  дан анча катта бўлганида ҳам реакция ўз-ўзича бориши мумкин. Демак, экзотермик реакцияда энтальпия фактори  $\Delta H^\circ$  нинг камайиши энтропия фактори  $T\Delta S$  нинг ортувини «босиб кетади».

Эндотермик реакцияларда (исқори температураларда) энтальпия фактори энтропия факторини «боса олмайди». Масалан:



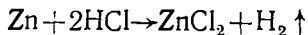
реакцияси учун  $\Delta H^\circ = 91,37$  кЖ,  $T\Delta S = 298 [210,6 - (1/2 \cdot 199,9 + 1/2) 205,04] = 3$  кЖ. Реакциянинг изобар потенциали:

$\Delta G = \Delta H^\circ - T\Delta S = 91,37 - 3 = 88,4$  кЖ. Демак, стандарт ҳолатда бу реакция ўз-ўзича содир бўла олмайди.

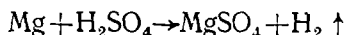
## 1- лаборатория иши. Металларнинг кимёвий эквивалентини аниқлаш.

Бу тажрибада металлнинг эквиваленти, кислота таркибидаги водородни металл билан сиқиб чиқариш усули орқали топилади. Бунинг учун тарозида тортиб олинган металл намунасига кислота таъсир эттирилади ва реакция натижасида ажралиб чиққан водороднинг ҳажми ўлчанади. Тажриба қуйидаги тартибда бажарилади.

1. Металл масалан, рух металининг эквивалентини топиш учун тарозида рух метали тортиб олинади ва унга хлорид кислота таъсир эттирилади:



Агар магний метали олинган бўлса, сульфат кислота таъсир эттирилади:



2. Металл эквивалентини аниқлаш учун 1-расмдагидек асбоб йиғилади.

3. Пробирка ҳажмининг  $\frac{1}{3}$  қисмигача кислота қуйилади. Сўнгра тарозида тортиб олинган металл намунасини юлқа қоғозга ўраб, пробирканинг ички деворига ўрнатилади. Бунда у кислотага ҳам, пробиркага ҳам тегмайдиган бўлиши керак.

4. Асбобнинг зич беркитилганлиги текшириб кўрилади ва тажрибани бажаришга киришилади.

5. Бюреткадаги ва воронкадаги сув сағҳини бир хил баландликка келтириб, бюреткадаги сувнинг ҳажми ёзиб олинади.

6. Пробиркани оғдириб, металл билан кислотани ўзаро таъсир эттирилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган водород бюреткадан сувни сиқиб чиқаради.

Реакция натижасида ажралиб чиққан водороднинг ҳажми  $V$  сиқиб чиқарилган сувнинг ҳажмига тенг:

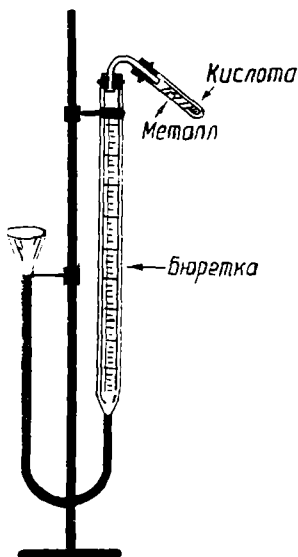
$$V = A_2 - A_1;$$

бу ерда  $A_2$  — бюреткадаги сувнинг реакцияга қадар бўлган ҳажми (мл да);  $A_1$  — бюреткадаги сувнинг реакциядан кейинги ҳажми (мл да).

Лабораториядаги ҳарорат ва босим ёзиб олинади.

7. Ажралиб чиққан водороднинг ҳажмини нормал шароитга келтиришда қуйидаги формуладан фойдаланилади,

$$V_0 = \frac{V \cdot P_{\text{H}_2} T_0}{T \cdot P_0} \quad \text{ёки} \quad V_0 = \frac{V (B - h) \cdot 273,15}{760 \cdot T}$$



1- расм. Эквивалентликни аниқлаш.



бу ерда  $V_0$  — водороднинг нормал шароитда ўлчанган ҳажми (мл да);  $V$  — водороднинг тажриба шароитидаги ҳажми (мл ларда);  $P_{H_2}$  — водороднинг тажриба шароитидаги босими (мм симоб уст.);  $P_0 = 760$  мм симоб уст.;  $T_0 = 273^\circ$ ,  $T = 273^\circ + t^\circ$  тажрибанинг абсолют шкала бўйича олинган ҳарорати,  $t^\circ$  — тажриба ҳарорати ( $^\circ$  да);  $h$  — сув буғининг  $t^\circ$ С даги босими.

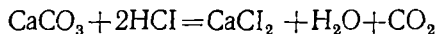
8. Металлнинг эквивалент массаси қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\mathcal{E}_M = \frac{m_m \cdot 11200}{V_0 \cdot 1,008},$$

чунки 1,008 г водород н. ш. да 11200 мл ҳажми эгаллайди. Сўнгра тажрибаларнинг хатолари ҳисобланади:  $\text{Хато} \% = \frac{\mathcal{E}_{\text{наз.}} - \mathcal{E}_{\text{хато}}}{\mathcal{E}_{\text{наз.}}} \cdot 100^*$

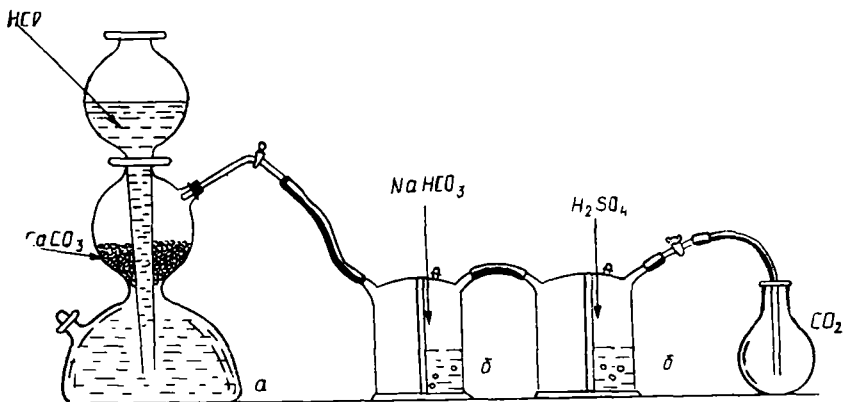
## 2- лаборатория и.ш. Солиштирма зичлик асосида газларнинг молекуляр массасини аниқлаш

Дастлаб 2- расмдаги асбоб йиғилади. Сўнгра қуйидаги реакция тенгламаси асосида углерод (IV)- оксид ҳосил қилиб, унинг молекуляр массаси аниқланади (Кипп аппаратига мармар тош ( $\text{CaCO}_3$ ) ва 10% ли хлорид кислота солинади):



**Иш тартиби.** 1. Тоза ва яхшилаб қуритилган ясси тубли колба олинади, колба оғзини зич бэркигиш учун резина тиқин танлаб олинади ва тиқин колба оғзининг қаергача кирганини мўм қалам ёки резина ҳалқа билан белгилаб қўйилади.

2. Колбанинг ҳаво ва тиқин билан биргаликдаги массаси ( $m_1$ ) 0,01 г аниқлик билан тарозида тортиб олинади.



2- расм. Углерод (IV)- оксид ҳосил қилиш.

\*Бу формулани чиқариш учун эквивалентлар қонуни ва н. ш. да 1 моль газ 22,4 л эканлигидан фойдаланиш керак.

3. Қипп аппаратидан чиққан (найни колбанинг тубигача тушириб, колбани  $\text{CO}_2$  гази билан биргаликдаги массаси ( $m_2$ ) аниқланади.

4. Колбанинг бўғзидаги белгисигача сув тўлдирилади, сўнгра уни ўлчов цилиндрига қуйиб, ҳажми  $V_1$  аниқланади. Бу ҳажм колба ҳажмига тенг бўлади.

5. Тажриба ўтказилган пайтдаги босим ( $P_1$ ) ва ҳарорат ( $t$ ) ёзиб олинади.

6. Қуйидагича жадвал тузиб, унга тажрибадан топилган  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $V$ ,  $P_1$  ва  $T(T=t \cdot 273,15)$  нинг қийматлари ёзиб қўйилади.

Колбанинг тиқин ва ҳаво билан массаси, $m_1$ г	Колбанинг тиқин ва $\text{CO}_2$ билан массаси, $m_2$ г	Колбадаги ҳаво ҳажми $V_1$ , мл	Ҳарорат $T$ К — бўйича	Атмосфера босими $P_1$ мм симоб устуни	ҳаво масса-си $M$	М	хато%

### Тажриба натижаларини ҳисоблаш

1. Қуйидаги формула асосида колбадаги газнинг ҳажми нормал шароитга келтирилади:

$$V_0 = \frac{P_1 \cdot V_1 \cdot 273,15}{(273,15 + t) 760} \text{ мл}$$

Бу ерда  $P_0 = 760$  мм симоб устунига тенг;  $V_1$  — тажриба шароитидаги  $\text{CO}_2$  нинг ҳажми.  $P$  — атмосфера босими,  $T$  — абсолют иссиқлик.

2. Колбадаги ҳаво массаси ( $m_3$ ) қуйидагича ҳисобланади:

$$m_3 = \frac{1,29 \cdot V_0}{1000}, \text{ г}$$

3. Бўш колба массаси ( $m_4$ ) ва колбадаги  $\text{CO}_2$  нинг массаси ( $m_1$ ) ҳисобланади. Бунинг учун  $\text{CO}_2$  тўлдирилган колба а оғирлиги билан бўш колба оғирлиги айирмасига колба ҳажмидаги ҳаво оғирлигини қўшиш керак.

4. Газнинг ҳавога нисбатан зичлиги ушбу  $D_{\text{ҳаво}} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{m_3}$  формуладан топилади.

5. Газнинг молекуляр массаси ( $M$ )  $M = 29 D_{\text{ҳаво}}$  формула билан ҳисобланади.

6. Нисбий хатоларни процентларда ҳисобланади:

$$\text{нисбий хато} = \frac{(M_{\text{назарий}} - M)}{M_{\text{назарий}}} \cdot 100$$

Нисбий хато 5 фоиздан ортиқ бўлмаслиги керак.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

1. 6 г магний ёнганда 10 г магний оксид ҳосил бўлган. Магний оксиднинг миқдорий таркибини ҳисобланг.

2. Калий нитрат  $\text{KNO}_3$  нинг фоиз таркибини ҳисобланг.

3. Таркибида 43,4% натрий, 11,3% углерод ва 45,3% кислород бўлган модданинг формуласини тузинг.

4. 3 масса қисм магний 2 масса қисм кислород билан бирикади. Магнийнинг эквивалентини ҳисоблаб топинг.

5. Симоб оксид таркибида 92,7% симоб элементи бор. Симобнинг эквивалентини ва валентлигини аниқланг.

6. Фосфат кислота таркибидаги водород ўрнини кальцийга алмаштиришда бир масса қисм кислотага (кальцийнинг эквиваленти 20 га тенг) 0,612 масса қисм кальций сарфланган. Фосфат кислотанинг эквивалентини ҳисоблаб топинг.

7. Н. ш. да 10 л ҳажмини эгаллаб турган газнинг массаси 7,14 г га тенг Газнинг молекуляр массасини топинг.

8. Углерод (IV)- оксиднинг водородга нисбатан зичлигини топинг.

9. 5,5 г газнинг ҳавога нисбатан зичлиги 1,52 га тенг. Бу газнинг (н. ш. даги) ҳажмини топинг.

10. 600 мл ҳажмдаги бензол буғи 87° С да ва 624 мм сим. уст. босимида 1,3 г га тенг. Бензолнинг молекуляр массасини топинг.

11. Ҳажми 20,5 л бўлган пўлаг цилиндр кислород билан тўлдирилган. Ҳарорат 17° С бўлганда цилиндрадаги босим 87 атм. га тенг бўлган. Кислород массасини топинг.

12. 80 г кислород 17° С да 1,5 атм босимда қандай ҳажми эгаллайди?

13. Рухнинг солиштирма иссиқлик сифими 0,39 кЖ га тенг. Рухнинг тахминий атом массасини ҳисоблаб топинг.

14. Титан (IV)- оксид таркибида 59,95% титан бор, титаннинг аниқ атом массасини топинг.

15. Бир грамм магний кислородда ёнганда 25,5 кЖ иссиқлик ажралиб чиққан. 1 моль MgO нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги ва энтальпиясини топинг.

16. Бир грамм олтингугурт кислородда ёнганда 9,28 кЖ иссиқлик ажралиб чиқади. 1 моль SO<sub>2</sub> нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги ва энтальпиясини топинг.

17. Аллюминий метали кислородда ёниб 1 моль Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ҳосил қилганда 1670,2 кЖ иссиқлик чиқади. Шу реакция тенгламасини термодинамик қондалар асосида ёзинг.

18. Бир моль этил спирт ёндирилганда содир бўладиган реакциянинг иссиқлик эффектини топинг. Этил спирт, кислород, углерод (IV)- оксид ва сув буғининг ҳосил бўлиш энтальпиялари қуйидаги қийматларга эга:  $\Delta H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = -277,6$  кЖ/моль;

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{\text{H}_2\text{O}} (\text{г}) &= -241,64 \text{ кЖ/моль}; \Delta H^\circ_{\text{O}_2} = 0 \text{ кЖ/моль}; \\ \Delta H^\circ_{\text{CO}_2} (\text{г}) &= -393,5 \text{ кЖ/моль}.\end{aligned}$$

19. 250 г сув 20° С да буғланган. Ҳосил бўлган буғнинг ички энергияси қанча қийматга ошганлигини топинг. Масалани ечишда сувнинг ҳажми буғнинг ҳажмига нисбатан жуда кичик эканлигини назарга олиб, сув ҳажмини «йўқ» деб, сув буғи эса идеал газ қонунига бўйсунди, деб қабул қилинг. Сувнинг буғга айланиш солиштирма иссиқлиги 2451 кЖ/г га тенг.

20. Агар реакция учун  $\Delta G^\circ > 0$  бўлса,  $\Delta G^\circ$  нинг ишораси мусбатми ёки манфийли;  $\Delta G^\circ = 0$  бўлса, реакция системаси қандай ҳолатга

келади; агар реакция мобайнида  $\Delta G^\circ < 0$  бўлса, реакция қайси йўналишда боради, тўғри йўналишдами ёки тескари йўналишдами?

21. Кимёвий реакциянинг ўзгармас босимидаги эркин энергияси (Гиббс энергияси) қандай таркибий қисмлардан иборат? Паст ҳароратда унинг қайси қисми устун туради, юқори ҳароратдачи?

22. Қуйидаги:

$2 \text{Na} [\kappa] + 2\text{H}_2\text{O} [\text{c}] = 2\text{Na}^+ [\text{эритмада}] + 2 \text{OH}^- [\text{эритмада}] + \text{H}_2 (\text{г})$  реакциянинг стандарт шaroитдаги энтальпияси ва иссиқлик эффектини топинг. Масалани ечишда эритмада  $\text{Na}^+$  ионнинг ҳосил бўлиш стандарт энтальпияси — 239,7 кЖ/моль,  $\text{OH}^-$  ники эса — 228,9 кЖ/моль деб қабул қилинг. Бу реакция экзотермикми ёки эндотермикми?

23.  $\text{CaCO}_3 (\kappa) \rightarrow \text{CaO} (\kappa) + \text{CO}_2 (\text{г})$  реакция учун 25°C, 500°C ва 1500°C даги  $\Delta G^\circ$  нинг қийматини топинг. Қайси ҳароратда система мувозанат ҳолатига келади? Масалани ечишда  $\Delta S_{\text{реак.}}$  ва  $\Delta H_{\text{реак.}}$  ларни ҳарорат ўзгарганида ўзгармай қолади, деб фараз қилинг.

## II Б.О.Б. АНОРГАНИК БИРИКМАЛАРНИНГ ЭНГ МУҲИМ СИНФЛАРИ

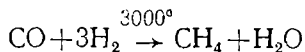
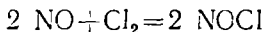
Бизга маълум бўлган элементлар 200 мингдан ортиқ анорганик бирикма ҳосил қилади. Бу бирикмалар қуйидаги тўрт синфга бўлинади; 1. Оксидлар. 2. Асослар. 3. Кислоталар. 4. Тузлар.

### 1-§. ОКСИДЛАР.

Элементларнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмаси *оксидлар* дейилади. Оксидларда кислород билан бириккан элемент доимо мусбат валентли, кислород эса манфий икки валентли бўлади ( $\text{F}_2\text{O}$  дан бошқа бирикмаларда). Оксидлар *кимёвий хоссаларига кўра* тўрт гpуппага бўлинади: 1) *асосли оксидлар*; 2) *кислотали оксидлар*; 3) *амфотер оксидлар* (булар туз ҳосил қилувчи оксидлар ҳам дейилади); 4) *туз ҳосил қилмайдиган оксидлар* (масалан,  $\text{NO}$  ва  $\text{CO}$  туз ҳосил қилмайди).

Шунингча бу оксидлар бетараф (индиферент) оксидлар ҳам дейилади, лекин бу тўғри эмас, чунки улар ҳам кимёвий реакцияга киришади ва бирикма ҳосил қилади.

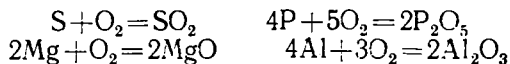
Масалан:



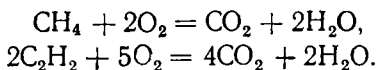
**Оксидларнинг номланиши.** Ўзгармас валентли элементлар оксидининг номи шу элемент номига оксид сўзини қўшиш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан,  $\text{K}_2\text{O}$  калий оксид,  $\text{Na}_2\text{O}$  натрий оксид,  $\text{CaO}$  кальций оксид,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  алюминий оксид ва ҳоказо. Агар элемент ўзгарувчан валентлик намоён қилса, унинг оксидини аташда шу элементнинг номи ёнига қавс ичида рим рақами билан элементнинг валентлиги кўрсатилади ва охирига оксид сўзи қўшилади. Масалан,  $\text{FeO}$  темир (II)- оксид,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  темир (III)- оксид,  $\text{CO}$  углерод (II)- оксид,  $\text{CO}_2$  углерод (IV)- оксид ва ҳоказо.

**Оксидларнинг олиниши.** Оксидларни қуйидаги усуллардан фойдаланиб олиш мумкин:

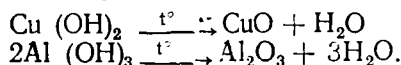
1. Металл ёки металлоидларнинг кислород билан бирикиши (бу жараён ёниш ёки оксидланиш дейилади):



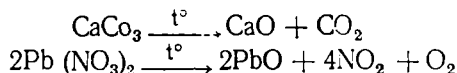
2. Мураккаб моддаларнинг кислородда ёниши;



3. Гидроксидларнинг парчланиши:



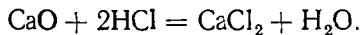
4. Тузларнинг парчланиши:



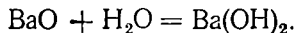
ва ҳоказо

Асосли оксидлар. Кислоталар ёки кислота оксидлари билан ўзаро таъсирлашиб, туз ҳосил қиладиган оксидлар *асосли оксидлар* дейилади. Ишқорий ва ишқорий-ер металлларининг оксидлари ( $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$  ва ҳоказо) сувда яхши эрийди. Металл оксидларининг ҳаммаси ҳам асосли оксидга мисол бўлавермайди. Айрим металллар кислотали, асосли ва амфотер оксид ҳосил қилиши мумкин. Масалан,  $\text{CrO}$  асосли,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  амфотер,  $\text{CrO}_3$  кислотали,  $\text{MnO}$  асосли,  $\text{MnO}_2$  амфотер,  $\text{MnO}_3$  ва  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  кислотали оксид ҳисобланади. Оксид таркибида ион боғланиш кучсизланиб, ковалент боғланиш кучайган сари оксиднинг характери ўзгариб, аввал амфотер, кейин кислотали хоссаларни намоён қилади; бошқача айтганда, элементнинг оксидловчилик хоссаси ортиши билан унинг характери амфотер ёки кислотали оксид хоссасига ўтиб боради. Масалан,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  қаторда оксидларнинг кислоталик хоссаси кучаяди.

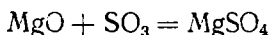
Химиявий хоссалари. 1. Асосли оксидлар кислоталар билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади (*нейтралланиш реакцияси*). Масалан:



2. Асосли оксидлар сув билан реакцияга киришиб асос ҳосил қилади. Масалан:

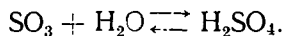


3. Асосли оксидлар кислотали оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



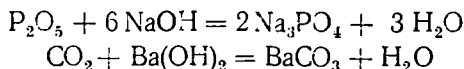
2. Кислотали оксидлар. Асослар ёки асосли оксидлар билан ўзаро таъсирлашиб, туз ҳосил қиладиган оксидлар *кислотали оксидлар* дейилади. Кислотали оксидларни *ангидридлар* деб ҳам аташади.

Металлоидлар ва оксидловчилик хоссаи кучли бўлган металлмасларнинг оксидлари кислотали оксидларга мисол бўлади, масалан:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  ва ҳоказо. Кўпчилик кислотали оксидлар сувда эриб, аини элементнинг кислотородли кислотасини ҳосил қилади. Масалан:

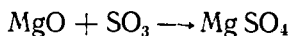


Баъзи кислотали оксидлар сувда эримайди (масалан,  $\text{SiO}_2$ ). Кислородли кислоталардан сув ажратиб олинса, кислотали оксид ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган оксид эса аини кислотанинг ангидриди дейилади. (ангидрид сўзи сувсиз деган маънони билдиради).

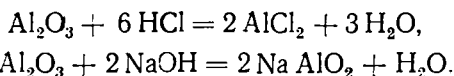
1. Кислотали оксидлар асослар билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



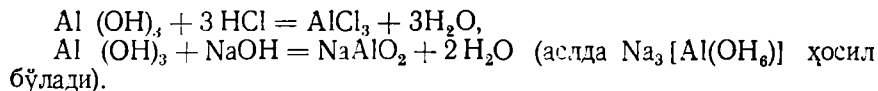
2. Кислотали оксидлар асосли оксидлар билан ўзаро таъсирлашиб, туз ҳосил қилади:



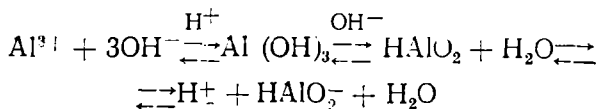
3. Амфотер оксидлар. Кислоталар билан асосли оксид сифатида, асослар билан кислотали оксид сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қиладиган оксидлар *амфотер оксидлар* дейилади. Амфотер оксидларга қўйидагилар мисол бўла олади:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$  ва ҳоказо. Барча амфотер оксидларнинг амфотерлик хоссалари бир хил эмас.  $\text{ZnO}$  кислота ва ишқорларда осон эрийди. Демак, бу оксиднинг кислоталик ва асослик хоссалари бир хил.  $\text{SnO}_2$  ning кислотали хоссаи кучлироқ, асосли хоссаи эса кучсизроқдир. Амфотер оксидларнинг амфотерлик хоссаини  $\text{Al}_2\text{O}_3$  мисолида тушунтирамиз;



$\text{Al}_2\text{O}_3$  хлорид кислота билан асосли оксид сифатида, ишқор билан кислотали оксид сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади. Баъзи элементларнинг гидроксидларида амфотерлик хоссаи намоён бўлади; масалан:

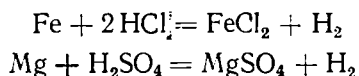


Бу реакцияда алюминий гидроксид кислота сифатида реакцияга киришади.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  кислотали муҳитда асос сифатида, асосли муҳитда эса кислота сифатида ионланади:



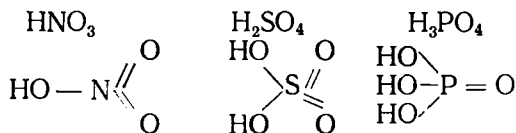
## 2-§. КИСЛОТАЛАР

Кислоталар таркибида водород атоми бўлган ва унинг ўрнини металл атоми олиши натижасида туз ҳосил қиладиган мураккаб моддалардир. Масалан:

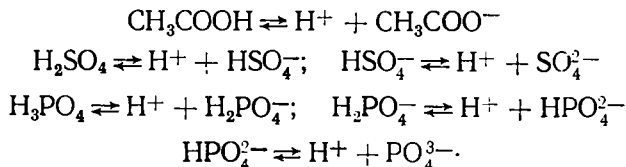


Металлга ўрнини берадиган водороднинг сонига қараб кислоталар ҳар хил негизли бўлади. Агар кислота таркибидаги водород атомларидан биттасини металлга алмаштира, бундай кислота бир негизли ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HClO}_2$ ), иккитасини алмаштира, икки негизли ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ), учтасини алмаштира, уч негизли ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) бўлади ва ҳоказо.  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  тўрт негизли кислота, чунки у  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  таркибли туз ҳосил қила олади. Лекин баъзи кислоталар таркибидаги водород атомларининг ҳаммаси ҳам металлга алмашинавермайди. Масалан,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  бир негизли кислота, чунки унинг таркибидаги карбоксил группанинг ( $\text{COOH}$ ) водородигина металлга алмашади. Унинг тузлари  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$  лардир.

$\text{H}_2\text{CO}_3$  ўз таркибидаги иккита водород атомини металл атомига алмаштира олади ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Шунинг учун бу кислота икки негизли кислота ҳисобланади.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ўз таркибидаги учта водород атомини металл атомига алмаштира олади ( $\text{Na}_2\text{PO}_4$ ); шунинг учун бу кислота уч негизли кислотадир. Кислоталарнинг тузилиш формулаларини ёзиш учун дастлаб марказий элемент белгиси ёзилиб, белги атрофига элементнинг валентлигига тенг сондаги чизиқлар чизилади ва бу чизиқларга кислород белгиси бирлаштирилади. Кислотанинг негизлигини кўрсатувчи водород атомлари эса марказий элемент атомига кислород орқали боғланади. Масалан:



Сувдаги эритмаларда бир негизли кислоталар бир босқичда, кўп негизли кислоталар бир неча босқичда ионланади:



Кислоталар асосан икки турга: кислородли ва кислородсиз кислоталарга бўлинади. Агар кислота молекуласида кислород атомлари бўл-

са, бундай кислоталар *кислородли кислоталар* дейилади. Масалан,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ва ҳоказо.

Агар кислота молекуласида кислород атомлари бўлмаса, бундай кислоталар *кислородсиз кислоталар* (масалан,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HI}$  ва ҳоказо) дейилади.

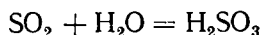
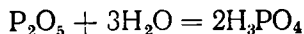
**Номланиши.** Кислородсиз кислоталарни номлашда қайси элемент кислота ҳосил қилган бўлса, аввал ўша элементнинг номи айтилиб, охирига *ид* қўшимчаси қўйилади. Масалан,  $\text{HCl}$  — хлорид кислота,  $\text{HF}$  — фторид кислота,  $\text{H}_2\text{Se}$  — селенид кислота,  $\text{HCN}$  — цианид кислота ва ҳоказо.

Кислородли кислоталарни номлашда кислотанинг латинча номи асос қилиб олинади, бунда кислотани ҳосил қилган элементнинг валентлигига қараб номи ҳам турлича бўлади. Масалан:

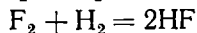
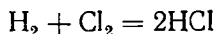
$\text{HClO}$  — гипохлорит кислота;  $\text{HClO}_2$  — хлорит кислота;  $\text{HClO}_3$  — хлорат кислота;  $\text{HClO}_4$  — перхлорат кислота;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — сульфат кислота;  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  — персульфат кислота,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  — фосфат кислота;  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  — пиррофосфат кислота.

$\text{HClO}_4$  да хлорат кислотага  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  да сульфат кислотага нисбатан кислород атомларининг нисбий миқдори кўп бўлганлиги учун уларнинг номи олдида *пер* қўшимчаси қўшилган. Масалан,  $\text{HClO}_4$  перхлорит кислота деб аталади.

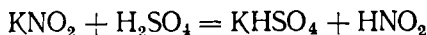
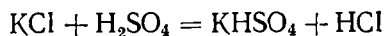
**Олиниши.** 1. Кислотали оксидларга сув таъсир эттириб олинади  
Масалан:



2. Металлмасларга водородни бириктириб олинади:

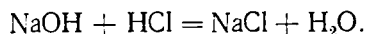


3. Тузларга бошқа кислоталар таъсир эттириб олинади:

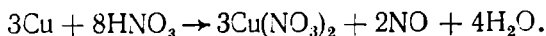
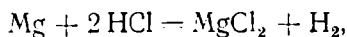


**Физик хоссалари.** Оддий шароитда кислоталар суюқ ва қаттиқ моддалар ҳолида бўлиши мумкин. Масалан  $\text{HN}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  суюқ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  эса қаттиқ моддалардир. Кислоталарнинг деярли ҳаммаси сувда эрийди. Кислоталарнинг кўпчилиги терини куйдиради ва нордон мазага эга.

**Кимёвий хоссалари.** 1. Кислоталар асослар билан нейтраланиш реакциясига киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:

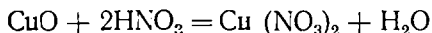


2. Кислоталар металллар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:

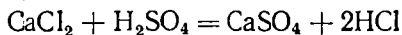




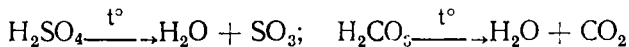
3. Кислоталар асосли оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



4. Кислоталар тузлар билан реакцияга киришиб, янги кислота ва янги туз ҳосил қилади:



5. Кислородли кислоталар қиздирилганда сув билан ангидридга ажралади:



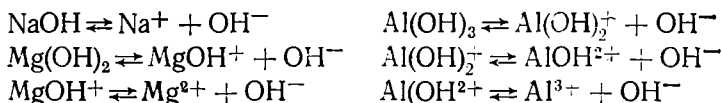
6. Кислоталар кўк лакмусни қизартиради, метилоранж сариқ рангини қизартиради; фенолфталеин эса кислоталарда рангсизлигича қолади.

### 3-§. АСОСЛАР

*Асослар* молекуласи металл атоми ва бир гидроксид группадан таркиб топган мураккаб моддалардир. Уларда металл атоми доимо мусбат валентлик (катион), гидроксид группа эса манфий валентлик (анион) намоян қилади. Гидроксид группанинг сонни металлнинг валентлигига тенг бўлади. Масалан:



Асослар молекуласидаги гидроксид группа сонига қараб бир ёки бир неча босқич билан диссоциланади. Масалан:



Асослар сувда яхши эрийдиган ва ёмон эрийдиган асосларга бўлинади. Ишқорий металллар ва ишқорий-ер металлларининг гидроксидлари сувда яхши эрийди ва яхши диссоциланади. Сувда жуда яхши эрийдиган асослар *ишқорлар* дейилади. Масалан: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ba(OH)<sub>2</sub>, Ra(OH)<sub>2</sub> ишқорлар ҳисобланади. Ишқор терини ўяди, шиша, ёғоч ва кийимни емиради. Шунинг учун ҳам уларни *ўювчи ишқорлар* ҳам дейилади.

Даврий системадаги I ва II группасининг ёнаки группача ва III, IV, V, VI, VII, VIII группа металлларининг гидроксидлари сувда ёмон эрийди, улар асослар жумласига киради.

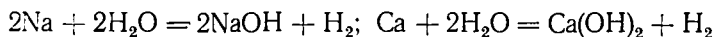
Ном ланиши. 1. Агар металл битта гидроксид ҳосил қилса, тўғридан-тўғри металл номи айтилиб, охирига гидроксид сўзи қўшилади. Масалан: NaOH — натрий гидроксид; Ca(OH)<sub>2</sub> — кальций гидроксид.

2. Агар металл икки ёки ундан ортиқ гидроксид ҳосил қилса, металл номи айтилиб, кейин металлнинг валентлиги рим рақами билан ёзилиб, охирига гидроксид сўзи қўшилади. Масалан: Fe(OH)<sub>2</sub> — темир (II)-гидроксид; Fe(OH)<sub>3</sub> — темир (III)-гидроксид.

Асосларда кислород атоми битта валенти билан металл атомига, иккинчи валенти билан водород атомига бирикади, масалан: KOH (K—O—H), Mg(OH)<sub>2</sub> (H—O—Mg—O—H) ва ҳоказо.

Олиниши. Асослар бир неча усуллар ёрдамида олинади. Масалан:

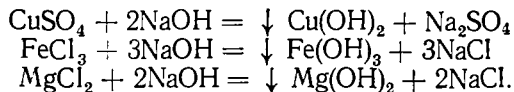
1) Актив металлларни сувга таъсир эттириб:



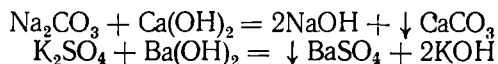
2) Асосли оксидларга сув таъсир эттириб:



3. Сувда ёмон эрийдиган асослар олиш учун тузларга ишқор таъсир эттирилади:

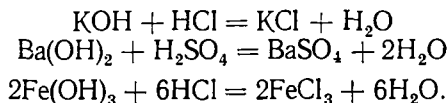


Бу усул билан сувда яхши эрийдиган асослар ҳам олиш мумкин. Бунда ҳосил бўлаётган туз сув ва ишқорда эримайди. Масалан:

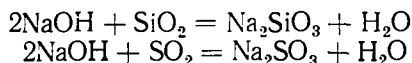


4. Баъзан тузлар эритмасини электролиз қилиш билан ҳам асос ҳосил қилинади. Ош тузи ёки калий хлорид эритмасидан ўзгармас ток ўтказилса, катодда водород, анодда эса хлор ажралиб чиқади, эритмада натрий ёки калий гидроксид қолади. Эритма буглатилса, қаттиқ ҳолдаги NaOH ёки KOH олинади.

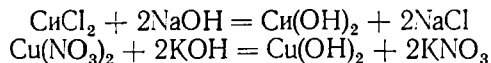
**Кимёвий хоссалари.** 1. Сувда яхши эрийдиган асослар ва сувда ёмон эрийдиган асослар кислоталар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



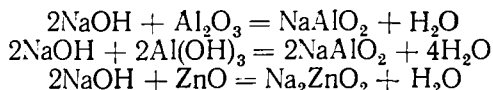
2. Асослар кислотали оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



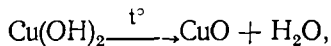
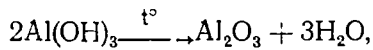
3. Асослар тузлар билан реакцияга киришиб, янги туз ва янги асос ҳосил қилади:



4. Асослар амфотер оксид ва амфотер гидроксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



5. Ишқорлар юқори ҳароратга чидамли бўлади. Масалан, NaOH 1400°C да парчаланмасдан қайнайди. Асосларнинг кўпчилиги қиздирилганда металл оксиди ва сувга парчаланади:



Асос эритмасига қизил лакмус қоғоз туширсак, у кўкаради, фенол-фталеин эритмасидан бир-икки томчи томизсак, эритма пушти рангга киради. Метилоранж эритмасидан томизсак, эритма сариқ рангга киради.

#### 4-§. ТУЗЛАР

Молекуласи металл атоми ва кислота қолдигидан таркиб топган мураккаб моддалар *тузлар* дейилади.

Тузлар молекулаларининг таркибига қараб *нормал, нордон, гидроксо* тузларга, *қўш* ва *комплекс* тузларга бўлинади.

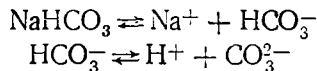
Нормал тузлар. Кислота молекуласидаги водород атомлари металлга тўлиқ ўрин алмашиниши ёки асослар таркибидаги гидроксид (ОН) группа кислота қолдигига тўлиқ алмашиниши натижасида нормал тузлар ҳосил бўлади:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  ва ҳоказо. Ушбу формулалардан кўришиб турибдики, нормал тузлар металл катиони билан кислота қолдиги анионидан таркиб топган моддалардир. Шунинг учун ҳам нормал тузларни номлашда металл номи билан кислота номи асос қилиб олинади. Масалан:  $\text{NaNO}_3$  — натрий нитрат,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  — алюминий нитрат,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  — магний нитрат,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  — натрий фосфат,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  — кальций фосфат ва ҳоказо.

Агар бир металл битта кислота билан икки ёки бир неча туз ҳосил қилса, бундай тузларни номлашда аввал металл номи айтилиб, қавс ичида рим рақами билан металлнинг валентлиги кўрсатилади, сўнгра кислота номи айтилади. Масалан,  $\text{FeSO}_4$  — темир (II)-сульфат,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  — темир (II)-нитрат,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  — темир (III) нитрат ва ҳоказо.

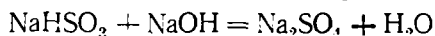
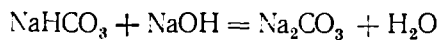
Нормал тузлар техник номлар билан ҳам аталиши мумкин. Масалан:  $\text{NaCl}$  — ош тузи,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — сода,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  — поташ;  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \times 24\text{H}_2\text{O}$  аччиқтош,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (мис купориси)  $\text{KNO}_3$  — калий селитра и ва ҳоказо.

Нордон тузлар. Кислота таркибидаги водород атомларининг бир қисми металлга алмашинишидан ҳосил бўлган маҳсулот *нордон туз* (гидротуз) дейилади. Икки ёки ундан оғиқ негизли кислоталар нордон тузлар ҳосил қилади. Масалан, натрий гидросульфат  $\text{NaHSO}_4$ , кальций гидрокарбонат  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ва ҳ. Бир негизли кислоталар эса фақат нормал туз ҳосил қилади.

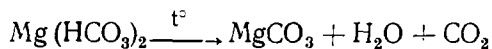
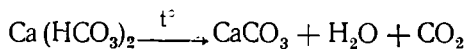
Нордон тузлар сувдаги эритмаларида икки босқичда (металл ҳамда водород) катион ва битта (кислота қолдиги) анион ҳосил қилиш билан диссоциланади:



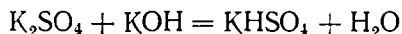
Нордон тузлардаги водород металл атомларига ўрин бера олади, натижада, нормал тузлар ҳосил бўлади, масалан;



Нордон тузлар қиздирилганда ўзидан сув ажратиб чиқаради ва нормал тузга ўтади, масалан:



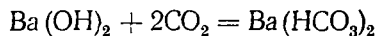
Олиниш усуллари. 1. Кислоталарга кам миқдорда ишқор қўшиш билан нордон туз ҳосил қилиш мумкин:



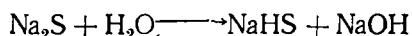
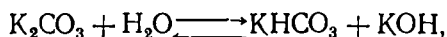
2. Тузларга оз миқдорда кислота қўшиб нордон туз ҳосил қилиш мумкин:



3. Асосларга мўл миқдорда кислотали оксид таъсир эттириш йўли билан ҳам нордон туз ҳосил қилинади, масалан:



4. Бир валентли металл билан икки асосли кислота қолдигидан ҳосил бўлган тузларни гидролизга учратиш йўли билан ҳам нордон тузлар олиш мумкин:



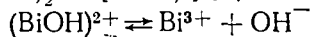
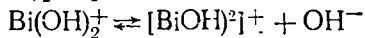
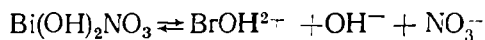
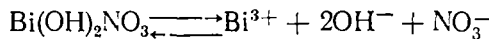
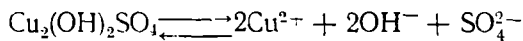
Номла ниши. Нордон тузларни номлашда нормал тузлардаги каби аввал металл номи айтилиб, кейин *би* ёки *гидро* қўшимчаси қўшган ҳолда кислота номи айтилади:  $\text{NaHCO}_3$  — натрий бикарбонат ёки натрий гидрокарбонат,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  — кальций бикарбонат ёки кальций гидрокарбонат. Агар нордон туз таркибидаги водород атомининг сони иккита бўлса, *гидро* қўшимчаси *дигидро* қўшимчаси билан алмаштирилади. Масалан,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — кальций дигидрофосфат,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  — натрий дигидрофосфат.

Металлга ўрин берадиган водороднинг металлга алмашган сонига қараб бирламчи, иккиламчи, учламчи тузлар дейилади. Масалан:

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  — бирламчи натрий фосфат,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  — иккиламчи натрий фосфат,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  — учламчи натрий фосфат.

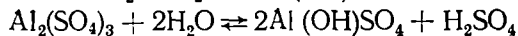
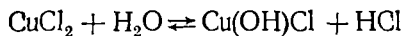
**Гидроксо-** тузлар. Молекуласи таркибида металл атоми ва кислота қолдигидан ташқари гидроксид (ОН) группаси бўлган мураккаб моддалар *гидроко-тузлар* деб аталади. Масалан:  $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{Al}\cdot\text{OH}\text{SO}_4$ ,  $\text{Ni}\text{OH}\text{SO}_4$ ;  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ . Гидроксо — тузларни асос таркибидаги гидроксид группанинг бир қисми кислота қолдигига алмашинишидан ҳосил бўлган маҳсулот деб қараш мумкин.

Гидроксо-тузлар диссоциланганда металл катиони, кислота қолдиги ва гидроксил анионига диссоциланади; масалан:

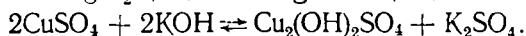
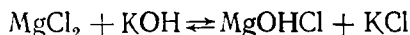


Гидроксо-тузлар сувда ёмон эрийди.

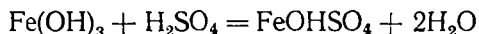
Олиниши. 1. Гидроксо-тузлар нормал тузларнинг гидролизи натижасида ҳосил бўлади:



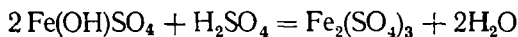
2. Нормал тузлар асослар билан реакцияга киришиб гидроксо-тузлар ҳосил қилади:



3. Асослар билан оз миқдордаги кислоталарнинг ўзаро таъсиридан гидроксо-тузлар ҳосил бўлади, масалан:

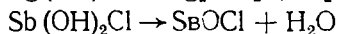
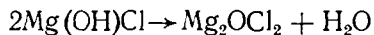


Агар кислота ортиқча қуйилса, ҳосил бўлган гидроксо туз нормал тузга ўтади:

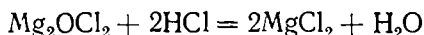


Гидроксо-тузларни номлашда аввал металл номи айтилиб, «гидроксо» сўзи қўшилади, сўнгра кислота номи айтилади. Агар туз таркибидagi гидроксид группанинг сони бирдан кўп бўлса, уларнинг сони тегишлича *ди*, *три*, *тетра* ва ҳоказо қўшимчалар билан кўрсатилади, масалан,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$  темир дигидроксохлорид,  $\text{Ti}(\text{OH})_3\text{Cl}$  — титан тригидроксохлорид,  $\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$  — никель гидроксонитрат.

Гидроксо — тузлар қиздирилганида ёки умуман вақт ўтиши билан таркибидан сув молекулаларини чиқариб, оксо — тузларга айланади:



Оксотузлар ҳам асослар хоссасини намён қилади. Бинобарин, кислота таъсирида оксотузларни нормал тузга айлантириш мумкин:

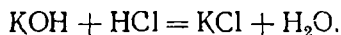


Олиниши. Туз олишнинг бир неча усуллари бор. Улардан энг муҳимларини кўриб чиқамиз.

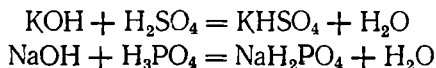
1. Металларга металлмасларни таъсир эттириш:



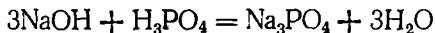
2. Асосларга кислоталар таъсир эттириш:



Бу реакция нейтралланиш реакцияси дейилади. Кўп негизли кислотага асос таъсир эттирилганда қандай турдаги туз ҳосил қилиши реакция учун олинган кислота билан асоснинг нисбий миқдорига боғлиқ. Агар мўл миқдорда кислота олинса, нордон туз ҳосил бўлади:

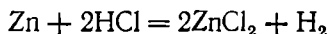


Реакция тенгласига тенг миқдорда кислота ва асос олинса, нормал тузлар ҳосил бўлади:

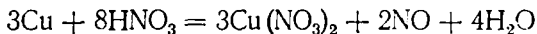


Агар кислота бир негизли бўлса, фақат нормал туз ва асос ҳосил бўлади.

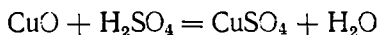
3. Металлга кислота таъсир эттириб ҳам туз ҳосил қилиш мумкин:



Металл билан кислота орасидаги реакциядан ҳамма вақт ҳам водород ажралиб чиқавермайди, чунки металлларга кислоталар таъсир эттириб туз олиш реактивнинг кимёвий хоссаларига, концентрациясига боғлиқ. Оксидловчи хоссага эга бўлган кислоталар металллар билан реакцияга киришганда водород ажралиб чиқмаслиги мумкин:



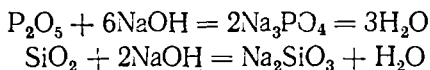
4. Асосли оксидларга кислоталар таъсир эттириб:



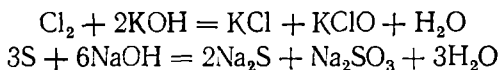
5. Асосли оксидларга кислотали оксидлар таъсир эттириб:



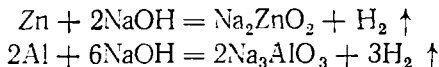
6. Кислотали оксидларга асослар таъсир эттириб:



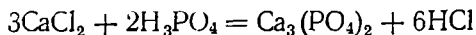
7. Металлмасларга ишқорлар таъсир эттириб ҳам туз олиш мумкин. Галогенлар, олтингугурт ва бошқа элементларга ишқор таъсир эттириб, кислоталарнинг тузларини ҳосил қилиш мумкин, масалан:



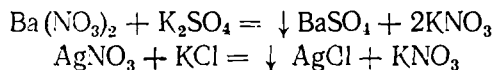
8. Амфотер оксид ҳосил қиладиган металлга ишқор таъсир эттириб туз ҳосил қилинади:



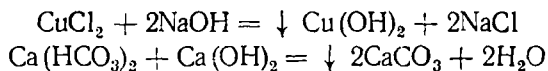
9. Тузларга кислоталарни таъсир эттириб, туз ҳосил қилинади. Тузга кислота таъсир эттирилганда янги туз ва янги кислота ҳосил бўлади. Реакциянинг бориши учун олинган кислота кучлироқ ёки камроқ учувчан бўлиши керак:



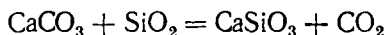
10. Тузларга тузларни таъсир эттириб ҳам туз олиш мумкин. Бу усул анча кенг қўлланиладиган усуллардан биридир. Бунда реакция охиригача бориши учун ҳосил бўлаётган маҳсулотлардан бири чўкмага тушиши керак:



11. Тузларга ишқорларни таъсир эттириш йўли билан ҳам туз олиш мумкин. Бу реакция натижасида янги туз ва янги асос ҳосил бўлади. Бу реакциядан, асосан, асосларни олиш ва нордон тузларни нормал тузларга айлантиришда фойдаланилади:

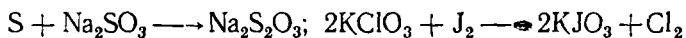


12. Тузларга кислотали оксидлар таъсир эттириш билан:



Бу реакциялар кўпинча қиздириш билан боради.

13. Металлмасларнинг тузлар билан реакцияга киришишидан ҳам туз ҳосил бўлади:



#### 5-§ КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР

Баъзи мураккаб моддалар бошқа мураккаб моддалар билан реакцияга киришиб янада мураккаброқ моддалар ҳосил қилади. Ҳосил бўлган моддалар XIX асрнинг охириларида *комплекс бирикмалар* деб аталадиган бўлди.

Комплекс бирикмалар ҳосил бўладиган жараённинг моҳиятини тушуниб олиш учун 1893 йилда швейцария кимёгари А. Вернер таклиф қилган ва Л. А. Чугаев, И. И. Черняев, А. А. Гринберг ва бошқалар томонидан тўлдирилган *координацион назария* билан қисқача танишиб ўтамиз. Бу назариянинг асосий бандлари қуйндагилардан иборат:

1. Комплекс бирикмалардаги ион ёки атомлардан бири марказий ион (ёки марказий атом) ҳисобланади ва уни комплекс ҳосил қилувчи деб аталади.

2. Комплекс ҳосил қилувчи марказий ион (ёки атом) атрофига маълум сон қарама-қарши зарядли ионлар ёки қутбланган молекулалар (яъни лигандлар) жойлашади (бошқача айтганда улар координацияланади).

3. Марказий ион (атом) лигандлар билан бирга комплекснинг ички сферасини ҳосил қилади.

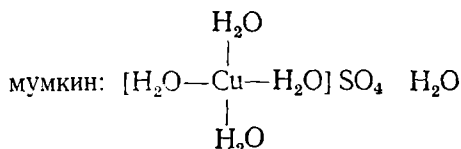
4. Марказий ион (атом) билан бевосита бириккан лигандлар сони 2, 4, 6, 8 га тенг бўлади.

5. Марказий ион (атом) дан узоқроқ жойлашган ионлар комплекснинг ташқи сферасини ташкил қилади.

Комплекс бирикмаларда марказий ион (атом) билан лигандлар орасидаги кимёвий боғланиш табиати икки хил бўлиши мумкин. Лигандлар комплекс ҳосил қилувчига нисбатан қарама-қарши зарядли заррачалар

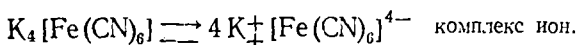
бўлгани учун комплекс бирикмада марказий ион билан лиганд орасида электростатик тортишув кучлар орқали боғланиш амалга ошади. Мисол тариқасида натрий алюминат (аниқроқ айтганда натрий тетрагидроксид — алюминат)  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  ни кўриб чиқамиз. Бу бирикмада марказий атом — алюминий асосан мусбат зарядга, лиганд гидроксид ионлар эса — манфий зарядга эга.

Лиганд сифатида қутбли молекулалар ҳам бўлиши мумкин. Масалан, мис (II)-сульфатнинг кристалл гидратида сув молекулалари ўзининг манфий қутби орқали мусбат зарядланган марказий ион — мис (II)-ионига тортилади. Буни схематик равишда қуйидагича ифодалаш



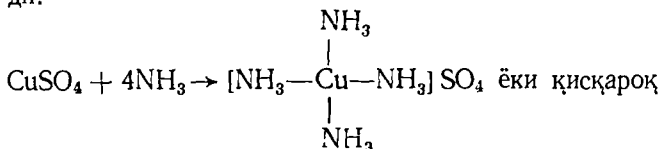
Марказий атом билан лигандлар орасида худди аммоний ионидаги каби донор-акцептор механизмига мувофиқ ковалент боғланиш намоён бўлади.

Кўпчиликл комплекс бирикмалар электролитлар жумласига киради. Масалан, калий гексациан — ферра (II) сувдаги эритмада қуйидагича диссоциланади:



Шуни айтиб ўтиш керакки, комплекс бирикмалар диссоциланганда қомплекс ионлар ҳосил бўлади. Уларнинг диссоциланиш даражаси жуда кичик. Амалда комплекс бирикмалар билан танишиб олиш учун қуйидаги тажрибаларни бажариш керак.

1. Агар мис (II)-сульфат эритмасига аммиакнинг концентрланган эритмасидан мўл миқдорда қўшилса, суюқлик тўқ зангори тусга киради, чунки бу вақтда  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  таркибли комплекс ион ҳосил бўлади:



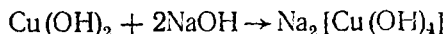
ёзсак:  $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4$ .

Сув буғлантириб юборилгандан кейин эритмадан тўқ зангори кристаллар кўринишида комплекс бирикма ажралиб чиқади, унинг таркиби  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4$  формула билан ифодаланади. Бу комплекс бирикманинг таркиби худди мис (II)-сульфатнинг кристалл гидрати таркибига ўхшайди. Уларнинг бир-биридан фарқи шундаки, тетрааква мис (II)-сульфат гидратида лигандлар сувнинг қутбли молекулалари бўлгани ҳолда тетраамин мис (II)-сульфат гидратида лигандлар қутбли аммиак молекулаларидир.

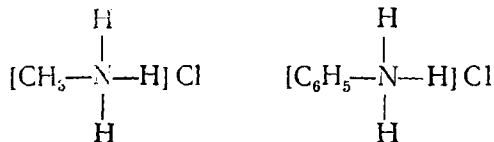
2. Мис (II)-гидроксидга концентрланган натрий гидроксид ёки калий гидроксид қўшилганда чўкма эрийди ва зангори бинафша тусли



эритма, яъни миснинг комплекс бирикмаси — натрий тетрагидросо куприт ҳосил бўлади:



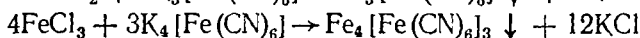
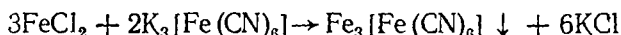
Жуда кўп органик моддалар, хусусан, аминларнинг сувга ва кислота-ларга таъсир этишидан ҳосил бўлган маҳсулотлар ҳам комплекс бирик-малар жумласига киради. Масалан, метиламин  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  ва фениламин (анилин) кислоталар билан тузлар — метиламмоний хлорид  $\text{CH}_3\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$  ва виниламмоний хлорид  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$  ҳосил қилади. Бу тузлар тузилиши жиҳатидан комплекс бирикмалар жумласига киради. Улар координацион назарияга мувофиқ қуйидаги тузилишга эга:



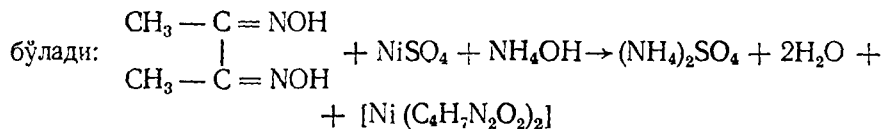
Бу бирикмаларда азот комплекс ҳосил қилувчи ролини бажаради, водо-род атомлари ва метил ҳамда фенил радикаллари — лигандлар бўлиб, бу бешта заррача комплекс бирикманинг ички сферасини ташкил қилади. Унинг ташқи сферасига хлорид ионлар жойлашади.

Ҳаёт амалиётида катта аҳамиятга эга бўлган кўпгина органик мод-далар ҳам комплекс бирикмалардан иборатдир. Улар жумласига гемо-глобин, хлорофилл, фермент, витаминлар ва бошқа моддалар киради.

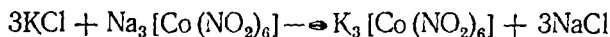
**Ишлатилиши.** 1. Улар ионларни аниқлаш учун аналитик кимёда иш-латилади. Масалан,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  ва  $\text{Co}^{3+}$  ионларнинг бор-йўқ-лигини қуйидаги реакциялар ёрдамида аниқланади:



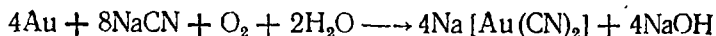
Кучсиз ишқорий муҳитга эга бўлган никель (II)-сульфат эритмасига 3—4 томчи диметилглиоксим қўшилганда кўк, қизил кристалл ҳосил



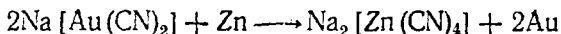
Бу реакция *Чугаев реакцияси* номи билан юритилади. Никелни модда таркибида бор-йўқлигини аниқлаш учун натрий гексанитрокобальтиат (III) ишлатилади:



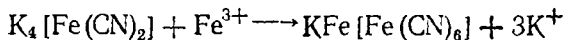
❖ Баъзи металлларни (лантаноидларни) бир-биридан ажратиш ва юқо-ри даражада тоза металллар (олтин, кумуш ва ҳоказолар) олиш учун комплекс бирикмалардан фойдаланилади. Масалан, кварц ва қумдан ол-тинни ажратиш олишда кўпинча олтиннинг натрий цианид билан комп-лекс туз ҳосил қилишидан фойдаланилади. Чунки олтин кислород иш-тирокида  $\text{NaCN}$  билан сувда яхши эрийдиган комплекс ҳосил қилади:



Эритмага ўтган комплекс таркибидаги олтинни рух ёрдамида эркин ҳолда ажратиш олиш мумкин:



3. Комплекс бирикмалардан бўёқ моддалар сифатида фойдаланилади. Таркибида темир тузлари бўлган зангори бўёқ 1704 йилда Дисбах томонидан қорамол қонини поташ ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) билан қиздириш натижасида ҳосил қилинган:

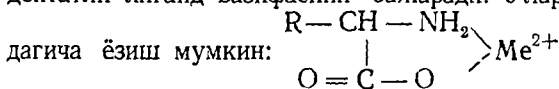


зангори бўёқ

Бу модда лак билан аралаштириб ишлатилади.

Ҳозирги вақтда хром, кобальт ва миснинг органик моддалар билан ҳосил қилган бўёқлари кўп ишлатилмоқда.

4. Комплекс бирикмалар ўсимлик ва ҳайвонот олами ҳаётида муҳим роль ўйнайди. Узоқ вақт мобайнида ўсимлик, ҳайвонот ҳамда инсон организмларида кимёвий жиҳатдан фаол биологик системалар бунёдга келган. Буларнинг кўпчилигини металлорганик бирикмалар ташкил қилади. Тирик организмларда учрайдиган энг содда комплекслар — металлларнинг аминокислоталар билан ҳосил қилган комплексларидан иборат. Улар таркибидаги аминокислота — иккидентатли лиганд вазифасини бажаради. Уларнинг формулаларини қуйи-



Бу бирикмалар ўзининг табиати жиҳатидан беш аъзоли ҳалқалар эканлиги юқоридаги формуладан кўриниб турибди. Бу комплексларнинг барқарорлиги қуйидаги тартибда ўзгаради:  $\text{Ca}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Co}^{2+} < \text{Zn}^{2+} < \text{Ni}^{2+} < \text{Cu}^{2+}$  Бу комплекслардан организмнинг бошқа мураккаб бирикмалари — хлорофилл ва гемоглобин ҳосил бўлади. Витаминларнинг баъзилари комплекс бирикмалар таркибига киради. Улар тирик организм ҳаётида муҳим аҳамиятга эга. Академик А. А. Гринберг ташаббуси ва проф. М. А. Азизов раҳбарлигида Тошкентда биологик жиҳатдан актив комплекслар ўрганишга киришилди. Лигандлар сифатида аминокислоталар, марказий атом сифатида кобальт, темир, рух каби оралиқ металллардан фойдаланилди. Ҳосил қилинган моддаларнинг кўпчилиги тиббиёт учун катта аҳамиятга эга дорилардир. Масалан, никотин кислота (витамин РР) ва кобальт (II) хлориддан ҳосил қилинган модда «Коамид» ва  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  таркибли комплекс бирикма саратон касаллигини даволашда зарурий дори сифатида ишлатилмоқда.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

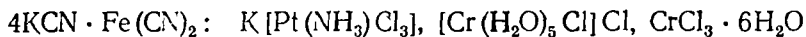
24. А. Вернер назарияси ёки координацион назария нимадан иборат?

25. Комплекс бирикмаларнинг ички сфераси, ташқи сфераси деган тушунчаларни таърифланг.

26. Лигандлар нимадан иборат?

27. Комплекс тузларнинг оддий ва қўшалоқ тузлардан фарқи нимада?

28. Қўйидаги комплекс тузлардаги комплекс ҳосил қилувчининг оксидланиш даражаси, валентлиги ва координацион сонини аниқланг:



29.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  ионларнинг комплекс ҳосил қилувчи эканлиги маълум. Қўйидаги комплекс ҳосил қилувчи ионлар зарядининг миқдорини ва ишорасини аниқланг:



### 3-лаборатория иши. Оксидлар

1. Элементнинг кислород билан бевосита бирикшидан оксид олиш. Темир қошиқчада озгина олтингугурт қуқунидан олиб, уни газ горелкаси алаңгасида қиздирилади. Олтингугурт ёниши биланоқ тайёрлаб қўйилган таги сувли банкага туширилади (темир қошиқча банка деворига ёки сувга тегмаслиги керак). Ёниб бўлгандан сўнг идиш чайқатилади. Сувга лакмус тушириб синалади.

Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Мураккаб моддаларни ёнишидан оксид олиш.

Қуруқ пробиркага озгина мис гидрокарбонат ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ) дан 1—2 г олиб, пробиркани 2-расмда кўрсатилганидек штативга ўрнатилади. Аста-секин қиздирилади, ажралаётган газ пробиркадаги оҳакли сувга юборилади.

Нима кузатилади? Пробиркадаги мураккаб модда қандай ўзгаради? Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Гидроксидларнинг парчаланишидан оксид ҳосил қилиш.

Мис сульфат эритмасига натрий ишқори эритмасидан қуйилса, мис гидратининг оксиди чўкмаси ҳосил бўлади. Уни қиздирилади. Чўкманнинг қорайишини ва мис оксид ҳосил бўлишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

30. Қўйидаги оксидларнинг сув билан бирикши реакцияси тенгламасини ёзинг:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Қайси оксидлар сув билан бирикши кислота, қайсиниси сув билан реакцияга киришиб, ишқор ҳосил қилишини айтиб беринг.

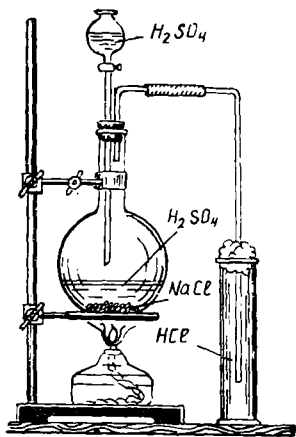
31.  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  нинг парчаланишидан ҳосил бўладиган оксидларнинг формулаларини ёзинг.

32. Қўйидаги бирикмаларнинг оддий формуласини ва тузилиш формуласини ёзинг. Кумуш (I)-оксид, олтин (III)-оксид, ниобий (V)-оксид, цирконий (IV)-оксид, сурма (V)-оксид, хлор (VII)-оксид.

33. Қўйидаги оксидлардан қайси бири реакцияга киришиши мумкин ва реакцияда қандай модда ҳосил бўлади:  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NO}$ ?

34. Қўйидаги мураккаб моддалар парчаланиши натижасида қандай оксидлар ҳосил бўлади:  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ?

#### 4- лаборатория иши. Кислоталар



3- расм. Водород хлорид ҳосил қилиш.

1. Ангидриднинг сув билан бирикишидан кислота ҳосил қилиш. Қуруқ чинни идишга шиша таёқча ёрдамида озгина фосфат ангидридидан олиб, устига дистилланган сувдан қуйинг. Ҳосил бўлган эритмани лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Лакмус рангининг ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Водород хлорид ҳосил қилиш. а) 3- расмдагидек асбоб тайёрлаб, вюрц колбасига натрий хлорид туздан озгина солиниг ва устига конц. сульфат кислота қуйинг. Қолба қиздирилиши натижасида ажралиб чиқаётган газ цилиндрга тўпланади. Уни сувда эритиб, лакмус қоғози билан синаб кўрилади.

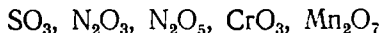
Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳосил қилинган кислота эритмасидан пробиркага қуйиб, унга кумуш нитрат эритмаси қўшинг. Содир бўлган ҳодисани кузатинг ва реакция тенгламасини ёзинг.

#### МАШҚЎВА МАСАЛАЛАР

35. Қуйидаги моддаларнинг қайси бири хлорид кислота билан реакцияга киришади:  $N_2O_5$ ;  $Mg(OH)_2$ ,  $CaO$ ,  $Pb(NO_3)_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ? Реакция тенгламасини ёзинг.

36. Қуйидаги ангидридларга тўғри келадиган кислоталарнинг формулаларини ёзинг:



37. Қуйидаги кислоталарнинг тузилиш формулаларини ёзинг: сульфат кислота ( $H_2SO_4$ ), сульфит кислота ( $H_2SO_3$ ), метафосфат кислота ( $HPO_3$ ), ортофосфат кислота ( $H_3PO_4$ ), пироантимонат кислота ( $H_4Sb_2O_7$ ).

38. Агар хомашё сифатида 20 кг хром (III) хлорид ( $CrCl_3$ ) олинса, кислота таъсир эттириш йўли билан қанча  $Cr_2(SO_4)_3$  ҳосил қилиш мумкин?

#### 5- лаборатория иши. Асослар

1. Металлни сувга таъсир эттириб асос олиш.

Пробиркага 5 мл сув қуйинг ва устига озгина магний кукуни солиниг. Аралаштириб 3—5 минут қиздиринг ва 1—2 томчи фенолфталеин эритмасидан томизинг. Бунда эритма қандай тусга киришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Оксидларнинг сув билан бирикишидан асос олиш. а) Пробиркага озгина кальций оксид ёки магний оксид солиб, сув билан чайқатинг. Эритмага лакмус тушириб кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Чинни косачага сўндирилмаган оҳак (СаО) олиб, унга озгина сув қўшинг. Иссиқлик чиқишини кузатинг. Лакмус билан синаб кўринг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Тузларга ишқор қўшиб асос олиш. Темир (III)- хлорид ( $\text{FeCl}_3$ ), висмут (III)- нитрат ( $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ), мис сульфат ( $\text{CuSO}_4$ ) солинган пробиркаларнинг ҳар бирига натрий ишқори ( $\text{NaOH}$ ) дан озгинадан қуйинг. Ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангларини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Асосларга кислотади оксидларнинг таъсири. Пробиркага барий гидроксид ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) эритмасидан 5 мл солинг. Кипп аппаратидан олинадиган  $\text{CO}_2$  газини ундан ўтказинг.

Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Нейтралланиш реакцияси. Колбага 10 мл 1% ли хлорид кислотадан пипетка орқали қуйинг ва унга 3—4 томчи фенолфталин аралаштиринг. Колбани бюретка тагига келтириб, 1% ли натрий ишқор эритмасидан аста-секин 8—9 мл қуйинг. Шундан сўнг эритманинг ранги ўзгаргунча ишқордан томчилаб қуйинг. 10 мл 1% ли хлорид кислота учун қанча натрий ишқори сарфланганлигини ҳисобланг.

Нейтралланиш реакция тенгламасини ёзинг.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

39. Натрий ишқори, барий гидроксид, хром гидроксиднинг структура формулаларини ёзинг.

40. Қуйида келтирилган моддаларнинг қайси бири натрий ишқори билан реакцияга киришади:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ?

41. Қандай усуллар билан  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  ҳосил қилиш мумкин? Реакция тенгламаларини ёзинг.

#### 6- лаборатория иши. Тузлар

1. Оксидни кислотага таъсир эттириб туз олиш. Пробиркага оз миқдор қўрғошин оксиди ( $\text{PbO}$ ) дан олиб, унга суюлтирилган хлорид кислота ( $\text{HCl}$ ) қуйилади ва қайнатилади. Устида қолган эритмани чўкмадан ажратиб иккинчи пробиркага қуйинг. Ажратиб олган эритмани созинг. Қўрғошин хлорид ( $\text{PbCl}_2$ ) кристаллари ҳосил бўлишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Нордон туз олиш. Натрий карбонат ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) эритмасидан 3 мл ни пробиркага қуйинг. Эритмага Кипп аппаратадиган  $\text{CO}_2$  газини юборинг. Натрий бикарбонат ( $\text{NaHCO}_3$ ) тузи ҳосил бўлишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Асосли туз олиш. а) Кобальтнинг асосли тузини олиш.

Пробиркага 2 мл 10% ли кобальт тузи эритмасидан қуйинг. Унга шунча миқдор 10% ли ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Бинафша рангли асосли кобальт тузи чўккунча яна 10% ли ўювчи натрий эритмаси қўшинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

Қўп миқдорда ўювчи натрий эритмасидан қўшиб, асосли тузнинг кобальтгидрат оксидига ўтишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Қўрғошин асосли ацетат тузини олиш. Пробирканинг тўртдан бир қисмига қўрғошин ацетат тузидан солиб, устига оз миқдорда қўрғошин оксид қўшиб, қайнагунча қиздириг. Қўрғошин ацетатнинг оқ рангли асосли тузнинг чўкишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

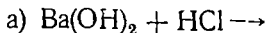
### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

42. 5 г кальций карбонатдан кальций бикарбонат ҳосил қилиш учун қанча  $\text{CO}_2$  кераклигини ҳисобланг.

43. 100 г. рух хлорид олиш учун 1,19 солишгирма оғирликка эга бўлган 37% ли хлорид кислотадан ва рух металидан қанча кераклигини ҳисобланг.

44. Қуйидаги тузлардан ўрта тузлар ҳосил бўлиш реакциялари тенгламаларини ёзинг:  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$ .

45. Қуйидаги реакцияларнинг молекуляр ва ионли тенгламаларини ёзинг:



## III БОБ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ ҚОНУНИ ВА ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

### 1- §. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ ДАВРИЙ ҚОНУНИ

XIX асрда кимёнинг ривожланиши ва жуда кўп тажриба маълумотлари тўпланганлиги сабабли кимёвий элементларни системалаштиришга эҳтиёж туғилди. Элементларнинг хоссаларидаги ўхшашликка асосланиб уларни муайян группалар тарзида бирлаштиришга уриниб кўрилди. Лекин олимлар группалар орасидаги боғланишни топа олмадилар ва элементларни ягона системага бирлаштира олмадилар. Шундай бўлса бу соҳадаги уринишлар зое кетмади.

Д. И. Менделеев 1869 йилда кимёвий элементлар даврий қонунини кашф этди ва кимёвий элементларнинг даврий системасини яратди. Менделеев элементларни системага солишда уларнинг атом оғирлигини ва кимёвий хоссаларини асос қилиб олди. У кимёвий элементларнинг атом оғирлиги ортиб бориши тартибида системага жойлаштириб, хоссалари бир-бирига ўхшаш бўлган элементларни қатъий оралиқда, яъни маълум элементдан кейин учрашини аниқлади. Демак, элементларнинг муайян хоссалари даврий равишда такрорланади. Бошқача айтганда, элементларнинг хоссалари улар атом массаларининг даврий функциясидир.

Элементлар хоссаларининг ўзгаришидаги бу қонуният даврий қонунда ўз ифодасини топди: оддий моддаларнинг хоссалари, шу

нингдек, элементлар бирикмаларининг шакл ва хоссалари элементлар атом массаси катталигига даврий равишда боғлиқдир.

Элементлар маълум изчилликда бир-бирига нисбатан жойлаштирилганида, уларнинг даврий хоссалари яққол намоён бўлади: металллик хоссалар ҳар қайси давр ичида металлмаслик хоссасига қадар муайян қонуният билан ўзгариб боради.

Элементлар даврий системасининг ишқорий металлдан бошланиб асл газ билан тугайдиган горизонтал қаторлари даврлар деб аталади. Ҳамма даврлардаги элементларни бир-бирининг тагига жойлаштириб, Менделеев элементларнинг даврий системаси деб атаган жадвал ҳосил қилди. Жадвалнинг вертикал қаторлари группалар деб аталади. Ҳар қайси группа бош ва қўшимча (ёнаки) группачаларга бўлинади.

Баъзи ҳолларда Менделеев атом массаси кичик бўлган элементни атом массаси катта бўлган элементдан кейин қўйиб (масалан, кобальт ва никель, теллур ва йод) элементларнинг атом массаси ортиб бориши тартибида жойлаштиришдек асосий қонуниятини бузади. Чунки даврий системани тузишда Менделеев фақат элементнинг атом массасига асосланиб қолмай, балки уларнинг барча физик ва кимёвий хоссаларини ҳам назарда тутганди. Бундан ташқари бир неча элементларнинг (Be, Jp, U, Th ва ҳоказо.) атом массаларини аниқлади.

Ўша вақтда ҳали кўп элементлар маълум эмас эди. Шунинг учун у номаълум элементларга жой қолдирди. Бу катаклар кейин топилган масалан, —Ga галлий, Ge—германий, Te—техний каби элементлар билан тўлдирилди.

Даврий қонунга асосланиб Менделеев табиатда ҳали кашф этилмаган бир қанча элементлар борлигини айтди. Бу элементлар жадвалда 21- (скандий), 31- (галлий), 32- (германий) катакчага жойлаштирилган.

XIX асрнинг 90 йилларида илгари номаълум бўлган кимёвий элементлар—асл (нодир) газлар кашф этилди. Бу эса Менделеев яратган даврий системага путур етказмади, аксинча уни янада тўлдирди ва бойитди.

## 2- §. КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

Кимёвий элементлар даврий системаси—Д.И. Менделеев яратган даврий қонуннинг график тасвиридир. Бу система давр ва группаларга бўлинади. Системадаги даврлар сони еттига бўлиб: улар 3 та кичик давр (1, 2, 3-); ва тўртта катта даврга бўлинади. Булардан биттаси—еттинчиси тугалланмаган давр ҳисобланади. Ҳар қайси катта давр иккита горизонтал қатордан—жуфт ва тоқ қатордан иборат. I, II ва III даврларнинг барча элементлари бош группачалар элементларидан ташкил топган.

Биринчи даврда 2 та элемент; иккинчи ва учинчи даврда 8 та тўртинчи ва бешинчи даврда 18 та, олтинчи даврда эса 32 та элемент бор. IV даврда лантандан ( $z=57$ ) кейин хоссалари La га жуда ўхшаш бўлган 14 та элемент ( $z=58-71$ ) жойлашган, улар лантаноидлар дейилади. Агар барча элементлар сонини 105 та десак, еттинчи даврда 19 та элемент бўлиб, умардан 14 таси (90—103 элемент) актиноидлар жумласига киради.

Ҳамма даврлар (биринчи даврдан ташқари) актив металл билан бош-ланиб, асл (нодир) газ билан тугайди. Ҳар қайси даврда атом масса-нинг ортиб бориши билан элементнинг кимёвий хоссалари аста-секин ўзгариб боради: металллик хусусияти сусайиб, металлмаслик хоссалари кучаяди. Ҳар қайси давр бир элементдан иккинчи элементга ўтганда максимал валентлик бир бирликка ортади. Биринчи вертикал қаторлар-да ишқорий металллар —Li, Na, K, Rb, Cs ва Fr жойлашади (биринчи гурпуада биринчи ўринга водород жойлашади); иккинчи вертикал қатор-га Be, Mg, Ca, Sr, Ba ва Ra элементлари жойлашади (буларни *ишқо-рий-ер металлари* дейилади).

Учинчи вертикал қаторга бош группачада В, Al, Ga, Jn, Tl эле-ментлари жойлашади; ундан кейин IV вертикал қаторга С, Si, Ge, Sn, Pb элементлари жойлашади. Бешинчи вертикал қаторга азот, фосфор, мишьяк, сурьма, висмут элементлари жойланади. Олтинчи вер-тикал қаторни O, S, Se, Te ва Po банд қилади. (Булар халкоген-лар номи билан юритилади); ниҳоят VII вертикал қаторнинг бош груп-пачасини галогенлар —F, Cl, Br, J ва At эгаллайди. VIII вертикал қатор асл (инерт) газлар He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn билан банд бўлади. Ҳозир биз кўрсатиб ўтган 44 та элемент оралиқ бўлмаган элементлар жумласига киради. Қолган 63 та элементнинг 35 таси катта даврлар-нинг оралиқ элементларини ташкил этади. Уларнинг 14 таси лантано-идлар, 14 таси актиноидлар туркумлари элементларидан иборат. Бу элементларни даврий жадвалнинг пастки қисмига ёзиб қўйилган.

Даврий системадаги 8 та тик қатор 8 та группага бўлинади. Ҳар қайси группа иккита группачага бўлинади. Кичик давр элементлари оралиқ бўлмаган (типик) элементлар ва бу элементларни ўз ичига ола-диган группачалар асосий группачалар дейилади. Оралиқ элемент-лар жойлашган группачалар эса қўшимча группачалар дейилади.

Бир группада жайлашган элементларнинг (кислород бўйича) энг катта валентлиги бир хил бўлиб, у группа номерига тенг. Баъзи ора-лиқ элементлар бундан мустасно. Масалан, I группанинг асосий груп-пачасида фақат бир валентли элементлар жойлашган, шу группанинг қўшимча группасида эса элементларни энг юқори валентлиги учга тенг. Ҳар қайси группада бир группачада жойлашган элементларнинг хос-салари бир-бирига жуда ўхшаш бўлади.

Ҳар қайси асосий группачада юқоридан пастга томон (атом масса-сининг ортиб бориши билан) элементларнинг металллик хоссалари куча-йиб, металлмаслик хоссалари заифлашиб боради. Масалан, N—типик металлмас, Вi эса металллар жумласига киради. Демак, элементнинг даврий системада жойлашган ўрнини билиб, унинг энг муҳим ўзига хос хусусиятларини аниқлаш мумкин.

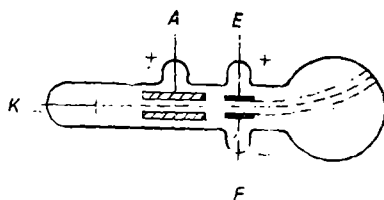
## IV БОБ. АТОМ ТУЗИЛИШИ

### 1-§. АТОМ МУРАККАБ СИСТЕМА

XX аср бошларидаги жуда кўп изланишлар шуни кўрсатдики, атом модданинг энг кичик бўлинмайдиган заррачаси эмас, балки атомнинг ўзи электрон, протон, нейтрондан ва бошқа элементар заррачалардан таркиб топгандир.



Атомнинг мураккаблигини тасдиқловчи дастлабки тажриба маълумотлари 1879 йилда, сийраклаштирилган газларда электр заряди ҳосил бўлиши ҳодисасини текшириш натижасида олинди. Агар электродлар ковшарланган шиша найдан ҳаво сўриб олинса ва унга юқори кучли нишли ток уланса, катоддан нур тарқала бошлайди. Бу нурлар *катод нурлари* дейилади. Улар электр майдони (Е) да тўғри чизиқли ҳаракатини ўзгартириб, мусбат қутб томонга оғади (4- расм). Демак, бу нурлар манфий зарядга эга. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, бу оқим электронлар оқимидан иборат. Кўпчилик металллар ультрабинафша нур билан ёритилганда (фотоэффект) ҳам электронлар ажралиб чиқади. Электроннинг массаси  $9,1 \cdot 10^{-28}$  г, бу водород атоми массасининг  $\frac{1}{1837}$  қис-



4- расм. Электр майдонда катод нурларининг оғиши.

мини ташкил қилади. Электрон заряди  $4,8 \cdot 10^{-10}$  абсолют электростатик бирликка ёки  $1,6 \cdot 10^{-19}$  К га тенг.

1896 йилда Беккерель уран бирикмалари кўзга кўринмайдиган нур чиқаришини аниқлади. Мария Кюри Складовская ва Пьер-Кюри Беккерель ишларини давом эттириб, торий ва актиний ҳам шундай хоссага эга эканлигини аниқладилар. Ўз-ўзидан нурланиш ҳодисаси *радиоактивлик* деб, бу хоссага эга бўлган моддалар эса *радиоактив моддалар* деб аталадиган бўлди.

Радиоактив нурланишни ўрганиш шуни кўрсатдики, баъзи радиоактив элементлар  $\alpha$  (альфа) заряди, бошқалари  $\beta$  (бета) ва  $\gamma$  (гамма) нурлар чиқаради.

$\alpha$ - заррача мусбат зарядланган бўлиб, унинг массаси 4 углерод бирлигига тенг, тезлиги (дастлабки) 20000 км/сек, гелий ионлари ( $\text{He}^{2+}$ ) дан иборат.

$\beta$ - заррача манфий зарядга эга, унинг ҳаракат тезлиги 100000 км/сек. Бу нур тез ҳаракатдаги электронлар оқимидан иборат.

$\gamma$ - нур зарядсиз бўлиб, худди рентген нурига ўхшаб электрмагнит тўлқин хоссасига эга. У жуда қалин металл пластинкасида ҳам ўтади.

Шундай қилиб янги кашфиётлар атом мураккаб система эканлигини ва бир неча оддий заррачалардан тузилганлигини тасдиқлади.

## 2- §. АТОМ ТУЗИЛИШИНING НУКЛЕАР НАЗАРИЯСИ

Атом тузилиши ҳақида биринчи «Планетар (нуклеар) назария» 1888 йилда рус олими Б. Н. Чичерин томонидан таклиф қилинган бўлиб, бу ҳақда Д. И. Менделеев 1888 йилнинг 4 февралда Русия физика ва кимё жамияти мажлисида маъруза қилган. Лекин бу ҳақда халқаро кимё адабиётида эълон қилинмаган. Кейинроқ 1903 йилда Томсон планетар назарияни инкор қилиб, ўзининг назариясини таклиф қилди. Бу назарияга кўра атом — бутун ҳажм узра бир текис тарқалган мус-

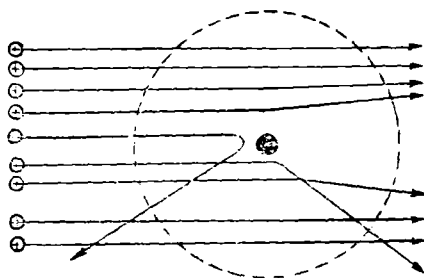
бат заряддан иборат бўлиб, бу мусбат зарядли манфий зарядли электронлар нейтраллаб туради. 1911 йилда инглиз олими Эрнст Резерфорд ўз тажрибалари асосида Томсон назариясининг пучлигини исбот қилди ва планетар назарияни қайтадан тиклади. 1911 йилда Э. Резерфорд  $\alpha$ - нурларни металл (юпқа) пластинкадан ўтказганда, уларнинг кўп қисми металл пластинкадан бемалол ўтиб, йўналишини ўзгартирмаглигини, бир қисми (оз қисми) йўналишини ўзгартиришини кузатди. Жуда камдан-кам ҳолларда заррача сачраб орқага қайтади. Шу тажриба асосида Резерфорд атом тузилишининг нуклеар (ядро) назариясини таклиф қилди: атом марказида мусбат зарядли ядро жойлашган бўлиб, унинг атрофида электронлар ҳаракатланади. Атом электрнейтралдир, чунки электронлар сони ядронинг мусбат заряди сонига тенг. Электронларнинг умумий массаси атомдаги протонларнинг (ва нейтронларнинг) умумий массасидан анча кичик. Шунинг учун атомнинг 99,9% дан кўпроқ массаси унинг ядросига тўпланган.

Атом ядросининг диаметри тахминан  $10^{-13}$  см, атомнинг диаметри  $10^{-8}$  см атрофида, демак, ядронинг диаметри атомнинг диаметридан  $10^5$  марта кичик. Бундан атом ядросининг зичлиги жуда катта деган хулоса келиб чиқади. Агар  $1 \text{ см}^3$  ҳажмга атом ядроларни тўплаш мумкин бўлганда эди, унинг массаси тахминан 116 млн т бўлар эди.

### 3- §. АТОМ ЯДРОСИНИНГ ЗАРЯДИ

Атом ядросининг мусбат заряди қанчалик катта бўлса, заррачалар юпқа металл пластинкадан ўтганда ўзининг тўғри чизиqli ҳаракатидан шунчалик кўп оғади (Резерфорд тажрибаси, 5- расм). Демак, оғиш бурчаги ва оған заррачалар сонини аниқлаб, ядро зарядининг катталигини тахминан аниқлаш мумкин. Текширишлар натижасида, ядро зарядининг катталиги элементларнинг Менделеев даврий системасидаги номерига яқин сон эканлиги аниқланади. Буни Мозли (1913) ва Чэдвик (1920) исботлаб бердилар. Демак, хулоса қилиб айтганда, Менделеев даврий системасида элементлар атом ядролари зарядининг орғиб бориши бўйича қатъий тартиб билан жойлаштирилган.

Атом электронейтрал бўлгани учун, ядро зарядининг катталигига қараб, ушбу атомда қанча электрон борлигини аниқлаш мумкин. Масалан, Al учун  $z = 13$  ( $z$  — тартиб номери). Al ядросида 13 та мусбат заряд ва атомда 13 электрон бор.



5- расм. Заррачаларнинг оғиши.

Атом ядросидаги мусбат заряд катталиги бир элементдан кўшни элементга ўтганда бир бирликка ортади. Бу эса бир элементни иккинчисидан фарқ қиладиган сифат ўзгаришларига сабаб бўлади. Шунинг учун ҳозирда Менделеев даврий қонуни шундай таърифланади: элементларнинг хоссалари уларнинг атом ядроси зарядининг катталигига даврий

равишда боғлиқдир. Бу қонуният, атом массаси кичик бўлган баъзи элементлар атом массаси катта элементлардан кейин жойлаштирилганлиги билан боғлиқ бўлган қарама-қаршиликларни бартараф қилади: атом массаси 39,102 бўлган калий, атом массаси 39,948 бўлган аргондан кейин туради, чунки калий атоми ядросининг заряди 19, аргонники эса 18.

Физиклар кўпгина элементлар бир хил атомлардан эмас, балки турли массага эга бўлган атомлар аралашмасидан тузилганлигини аниқладилар. Бир элементнинг бир-биридан масса жиҳатдан фарқ қиладиган атомлари изотоплар дейилади (аммо ядро заряди бир хил бўлгани учун улар даврий жадвалда бир кататка жойлашган).

Изотоп ядроси оғирлиги углерод бирлигида ифодаланган бутун сон— унинг масса сони дейилади.  ${}^7\text{Li}$ —литий элементни.

Демак, литийнинг масса сони 7 га, тартиб номери—3 га тенгдир. Масса сонини  $A$ , тартиб номерини  $Z$  ва нейтронлар сонини  $N$  десак,  $N = A - Z$  бўлади; демак,  $\text{Li}$  ядросида 4 та нейтрон борлигини аниқлаймиз.

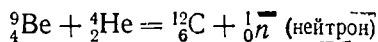
Ядро заряди билан фарқланадиган, аммо массаси бир хил бўладиган атомлар ҳам бор. Масалан  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  ${}^{40}_{19}\text{K}$  ва  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ ,  ${}^{54}_{24}\text{Cr}$ ,  ${}^{54}_{26}\text{Fe}$ ,  ${}^{65}_{30}\text{Zn}$  ва  ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ .

Массалар сони бир-бирига тенг бўлган турли элементлар атомлари изобаралар дейилади. Ҳозирги вақтда ядро зарядлари бир хил бўлган атомлар тури химиявий элемент дейилади.

#### 4- §. АТОМ ЯДРОСИНИ СУНЪИЙ ЙЎЛ БИЛАН ПАРЧАЛАШ. АТОМ ЯДРОСИНИНГ ТАРКИБИ

1919 йилда биринчи марта Резерфорд атом ядросини сунъий йўл билан парчалашда  $\alpha$ - заррачалардан фойдаланди. У  $\alpha$ -заррачалар билан азот атомларини бомбардимон қилди, натижада атом ядроси ўзгарди. Бир хил атомлар ядроларининг бошқа хил атом ядроларига айланиш жараёни ядро реакциялари дейилади.

1930 йилда бериллий  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилинганда, у ўзига хос нурлар чиқариши аниқланди. 1932 йилда Чэдвак бу нурлар электронейтрал заррачалар оқимидан иборат эканлигини аниқлади. Кейинчалик бу нур оқими *нейтронлар оқими* деб аталди:



Совет физиги Д. Д. Иваненко ва немис физиги В. Гейзенберг (1932 й) атом ядроси тузилишининг *протон-нейтрон назариясини* таклиф этдилар. Бу назарияга мувофиқ атом ядроси: протонлар  ${}^1_1\text{P}$  ва нейтронлар  ${}^1_0n$  дан тузилган бўлиб, уларнинг умумий сонини *нуклонлар сони* деб аталади;  ${}^1_0n$  ва  ${}^1_1\text{P}$  заррачалар деярли бир хил массага эга бўлиб, у тахминан бир углерод бирлигига тенг. Масса сони нуклонларнинг умумий сонини, яъни элемент атом ядросидаги:  ${}^1_1\text{P}$  ва  ${}^1_0n$  сонини билдиради.

Натрийнинг масса сони  $23,011$  та  ${}^1_1\text{P}$  ва  $12$  та  ${}^0_1\text{n}$  дан иборат. Протон мусбат зарядга эга. Нейтронлар зарядсиз бўлгани учун уларнинг сони атом ядросининг мусбат зарядига қараб аниқланади:  $N = A - z$  ( $N$  — нейтронлар сони,  $A$  — масса сони,  $z$  тартиб номери). Масалан, магний изотопи учун  $A = 24$ , тартиб номери  $z = 12$  десак, унинг атомида  $24 - 12 = 12$  та  ${}^0_1\text{n}$  бор эканлигини аниқлаймиз.

Энгил элементларда масса сони элементларнинг тартиб номеридан тахминан  $2$  барабар катта, яъни  ${}^0_1\text{n}$  сони  ${}^1_1\text{P}$  сонига деярли тенг. Тартиб номерининг ортиб бориши билан  ${}^0_1\text{n}$  сони билан  ${}^1_1\text{P}$  сони орасидаги фарқ ҳам ортади.  ${}^0_1\text{n}$  ларнинг сони  ${}^1_1\text{P}$  дан ортиқ бўлади.

## 5- §. АТОМ ЯДРОЛАРИНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШ ЭНЕРГИЯСИ

Атом ядроларининг тузилиш назариясини ўрганишда нима учун атом ядроси ўзидаги бир хил зарядли  ${}^1_1\text{P}$  нинг ўзаро итарилиши натижасида ўз-ўзидан парчаланиб кетмайди, деган савол туғилади. Бунга сабаб шуки, ядрогаги ҳамма нуклонлар орасида махсус ядро тортишиш кучлари мавжуд бўлиб, бу кучлар ўзаро итарилиш кучларидан каттадир. Ядро кучлари жуда кичик масофада ( $10^{-13}$  см масофада) таъсир этади. Нуклонлардан атом ядроси ҳосил бўлишида кўп энергия ажралиб чиқиши жуда катта ядро кучи мавжудлигини тасдиқлайди. Ажралиб чиққан энергия миқдорини **Эйнштейн тенгламаси** ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин.

$$E = m \cdot c^2$$

бу ерда  $m$  — масса, г ҳисобида;  $E$  — энергия, эрг. ҳисобида;  $c$  — ёруғлик тезлиги ( $3 \cdot 10^{10}$  см/сек.)

Келтирилган тенглама, энергия ажралиб чиқиши натижасида берилган система массасининг камайиши ва аксинча, энергия ютилишида массанинг ортишини кўрсатади. Ушбу  $2{}^1_1\text{P} + 2{}^0_1\text{n} = {}^4_2\text{He}$  реакция учун  ${}^1_1\text{P}$  нинг массаси  $1,00757$  га,  ${}^0_1\text{n}$  нинг массаси  $1,00893$  га тенг.

Демак,  $2$  та  ${}^1_1\text{P}$  нинг массаси  $1,0075 \cdot 2 = 2,01514$

$$+ 2 \text{ та } {}^0_1\text{n} \text{ нинг массаси } 1,00893 \cdot 2 = 2,01786$$

Жами  $4,03300$  у. б. бўлиши керак,

аммо, аслида  $\text{He}$  атоми ядросининг массаси  $4,00260$ .

Демак,  $2$  та  ${}^1_1\text{P}$  ва  ${}^0_1\text{n}$  дан  $\text{He}$  атоми ядроси ҳосил бўлишида масса  $0,03040$  г га камайар экан.

Масса  $0,03040$  г га камайганда ажралиб чиққан энергиянинг миқдори:

$$E = m \cdot c^2 = 0,03040 (3 \cdot 10^{10})^2 = 2,7 \cdot 10^{19} \text{ эрг.}$$

$4,19 \cdot 10^{10}$  эрг  $1$  ккал га тўғри келади, демак:

$$E = \frac{2,7 \cdot 10^{19}}{4,19 \cdot 10^{10}} = 6,46 \cdot 10^8 \text{ ккал} = 2,7 \cdot 10^9 \text{ кЖ}$$

Демак,  ${}^1_1\text{P}$  ва  ${}^0_1\text{n}$  дан  $1$  г атом  $\text{He}$  ҳосил бўлишида  $646$  млн ккал ( $2,7 \cdot 10^9$  кЖ) энергия чиқади.

## 6- §. АТОМ ТУЗИЛИШИ НАЗАРИЯСИ

Э. Резерфорд назариясига мувофиқ, электронлар ядро атрофида айланиб турганида ядро билан электронлар орасидаги тортилиш кучи электронларнинг марказдан қочиш кучи билан мувозанатда бўлади, яъни:

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{e \cdot e_1}{r^2} \quad \text{ёки} \quad e = e_1 \quad \text{бўлгани учун} \quad \frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

бу ерда  $m$  — электрон массаси,  $v$  — унинг тезлиги,  $e$  — унинг заряди,  $e_1$  — ядро заряди,  $r$  — ядро билан электрон орасидаги масофа.

Э. Резерфорд назарияси ёрдамида элементларнинг кўпгина физик ва кимёвий хоссаларини изоҳлаб бериш мумкин бўлди. Аммо классик электродинамикага мувофиқ электр зарядига эга бўлган бирор жисм ҳаракат қилса, у ўзидан электромагнит нур чиқариши лозим ва бунинг натижасида унинг энергияси албатта камайиши керак. Модомики шундай экан, элементларнинг атом спектрлари ёппа (яхлит) спектр бўлиши керак эди. Ваҳоланки барча элементларнинг спектрлари айрим чизиқлардан иборат. Бу камчиликларни бартараф қилиш учун классик механика ва электродинамиканинг қонунлари атомлар ичида содир бўладиган жараёнларга қўллана олмайди, деб фараз қилиш зарур эди. Буни эса 1913 йилда Нильс Бор ҳал қилди. У Э. Резерфорд фикрига ва Планкнинг квантлар назариясига асосланиб атом тузилиши квант назариясини яратди.

Планк назариясининг моҳияти қуйидагича: нур энергияси узлуксиз оқим бўлиб эмас, балки алоҳида порциялар — энергия квантлари ҳолида ажралиб чиқади ва шу ҳолда ютилади. Квант энергиясининг катталиги ( $E$ ), нурнинг (тебраниш сони) частотаси ( $\nu$ ) га тўғри пропорционал:

$$E = h \nu$$

Бу ерда  $h$  — Планк доимийси, у  $6,6 \cdot 10^{-27}$  эрг·сек ёки  $6,624 \cdot 10^{-34}$  Ж·сек га тенг.  $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ;  $c$  — ёруғлик тезлиги,  $\lambda$  — ёруғликнинг тўлқин узунлиги.

Квант назариясига асосланиб Н. Бор водород атомининг моделини назарий жиҳатдан асослаб берди ва ўзининг қуйидаги икки постулатини яратди:

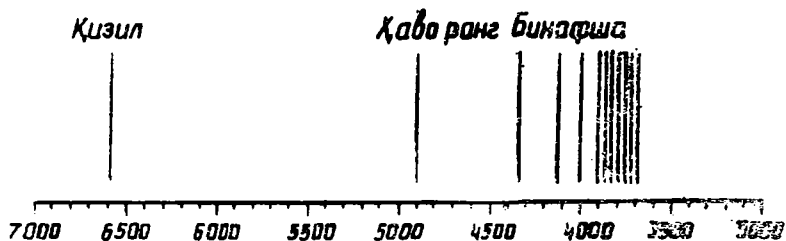
1-постулат. Электрон атом ядроси атрофида ихтиёрий орбитада эмас, балки аниқ, муайян орбита бўйича (маълум энергия даражасига мос келадиган орбиталар бўйлаб) айланади.

Электронлар шу орбиталар бўйлаб ҳаракатланаётганда атом энергия чиқармайди, демак, атом барқарор стационар ҳолатда ҳаракатда бўлади.

2-постулат. Электрон бир орбитадан бошқа орбитага ўтганда атом ўз энергиясини ўзгартиради, яъни энергия чиқаради ёки энергия ютади.

Электрон бир орбитадан бошқасига ўтганда чиқадиган (ёки ютилдиган) энергия миқдори квантлар билан ифодаланади. Бу квантнинг катталиги дастлабки ва охириги орбитадаги электрон энергиялари орасидаги айирмага тенг.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \nu; \quad E_3 - E_1 = h \nu_2 \quad \text{ва ҳоказо.}$$



6- расм. Водороднинг кўринадиган спектри (Бальмер серияси)

Агар нормал (стационар ҳолатдаги атомга энергия берилса, масалан, жисм ёритилса, электрон ядродан узоқроқдаги орбиталардан бирига кўчади, атомнинг энергия запаси кўпаяди. Атомнинг бундай ҳолатини (ғалаёнланган) ҳолат дейилади. Лекин атомнинг бу ҳолати ниҳоятда қисқа вақт давом этади: у секунднинг юз миллиондан бир улуши қадар оз вақт давом этади; сўнг ядрога яқинроқ орбиталарнинг бирига ва ниҳоят, биринчи орбитага қайтиб ўтади.

Электроннинг ядродан узоқроқдаги орбитадан яқинроқ орбитага ўтишида нур энергия квантлари ҳолида ажралиб чиқади:

$$E_2 - E_1 = h\nu; \quad \nu = \frac{E_1 - E_2}{h}$$

Бу ерда берилмаган математик усуллар ёрдамида ушбу формулани ўзгартирсак, у Бор формуласига айланади:

$$\nu = 3,3 \cdot 10^{15} \left[ \frac{1}{3n_{\text{яқин}}^2} - \frac{1}{n_{\text{узоқ}}^2} \right] \text{сек}^{-1}$$

6- расмда водород спектрининг Бальмер серияси тасвирланган. Бу чизиқлар турли узунликдаги тўлқинларга ва демак, тебранишнинг ҳар хил частотасига мувофиқ келади.

Н. Бор водород спектрининг ҳосил бўлиш механизмини қуйидагича тушунтирди. Электрон биринчи стационар орбитадан узоқроқдаги бирор орбитага ўтишида энергия ютади ва унинг олдинги орбитага қайтишида нурланиш содир бўлади, спектрда эса шунга мувофиқ чизиқ ҳосил бўлади. Бу (Лейман серияси) серия спектрининг оддий кўз билан кўриб бўлмайдиган ультрабинафша нурларига тўғри келади. Бу назария спектрларда кузатиладиган жуда кўп ҳодисаларни тўғри тушунтириб берди. Лекин кейинчалик Бор — Зоммерфельд назарияси қатор камчиликларга эга бўлгани учун бу назарияни тўлқин — механик тасаввурлар билан алмаштирилди. Бу борада Де-Бройль, Шредингер ва Гейзенбергларнинг ғоялари катта роль ўйнайди.

## 7- §. АТОМЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОН ҚАВАТЛАРИ

Атом тузилишини ўрганиш электроннинг икки хил табиати борлигини кўрсатди. Унда заррача хусусияти ҳам, тўлқин хусусияти ҳам мавжуд эканлиги аниқланди. Атом тузилишининг квант (тўлқин) механикасига асосланган ҳозирги замон назарияси электроннинг атомдаги ҳолати жуда мураккаб эканлигини кўрсатди. Электрон атомнинг бутун

ҳажми бўйлаб ҳаракатланади ва атом ядроси атрофидаги фазонинг исталган қисмида бўла олади.

Электроннинг атомдаги ҳолатини белгилайдиган катталиқ унинг энергиясидир. Электрон энергиясининг катталиги бугун сонлар билан ифодаланиб, булар  $n = 1, 2, 3, 4, 5$  ва ҳоказо сонлар (то чексизликга қадар) бўлиши мумкин. Бу сонлар *квант сонлар* деб аталади. Бош квант сонларининг қийматига тегишли  $1, 2, 3, 4, 5, 6$  энергия қаватлари бўлиб, улар *квант қаватлари* дейилади ва

$K, L, M, N, O, P, Q$  ҳарфлар

билан ишораланади. Битта квант қаватининг ўзидаги барча электронлар учун энергия запаси бир хил бўлади; бундай ҳолда электронлар битта энергетик даража, қават (поғона) да турибди дейилади.

Энергетик поғоналар поғоначаларга ( $s$ -бир,  $p$ -икки,  $d$ -уч,  $f$ -тўртинчи поғонача) бўлинади. Биринчи энергетик поғонага  $1$  та  $s$  поғонача тўғри келади, иккинчи энергетик поғонага  $2$  та  $s$  поғонача ва учта  $p$  поғонача тўғри келади, учинчи поғонага битта  $s$ , учта  $p$  ва бешта  $d$  поғонача тўғри келади, тўртинчи поғонада эса  $s, p, d, f$ , поғоначалар мавжуд. Иккинчи квант сон  $l$  — *орбиталь* (ёки азимутал ёки ёнаки) *квант сон* деб аталади. У электроннинг айни ҳажмда бўлиб туриш эҳтимоллигининг фазодаги шаклини (яъни электрон булут шаклини) ифодаловчи функция билан алоқадор катталиқ.  $l$  нинг қиймати  $0$  дан ( $n - 1$ )га қадар бутун сонлар билан ифодаланади.  $l = 0$  ҳолатга  $s$  — орбиталь,  $l = 1$  ҳолатга  $p$ -орбиталь,  $l = 2$  ҳолатга  $d$ -орбиталь,  $l = 3$  ҳолатга эса  $f$ -орбиталь мувофиқ келади.

Бир поғоначада жойлашган электроннинг энергетик ҳолати ҳам бир-биридан фарқ қилади; учинчи квант сон *магнит квант сон* деб аталади. Магнит квант сон  $m_l$  — электрон ҳаракат миқдори векторининг бирор йўналишга нисбатан проекциясини ифодалайди, у олиши мумкин бўлган қийматлар сони  $2l + 1$  га тенг ( $m_l = +l; 0; -l$ ).

Демак,  $s$ -поғоначада битта,  $p$ -поғоначада учта,  $d$ -поғоначада бешта,  $f$ -поғоначада еттита электрон ҳолат бўлиши мумкин.

Ҳар қайси электрон ядро майдонида ҳаракат қилиши билан бирга, ўзининг ички ҳаракатига ҳам эга; у спин квант сон  $m_s$  билан характерланади. Спин квант сон иккита қийматга эга бўла олади: бири  $+\frac{1}{2}$ , иккинчиси  $-\frac{1}{2}$ . Шундай қилиб, атомдаги ҳар қайси электрон  $4$  та квант сон билан характерланади.

Поғонадаги электронларнинг максимал сони  $N = 2n^2$  билан ифодаланади.

В. Паули кўп электронли атомлар спектрини ўрганиб (1925 йилда), бир атомда тўрттала квант сонлари бир-бириникига тенг бўлган, иккита электрон бўла олмайди, деган принципти таърифлади.

Электрон поғоначалардаги электронларнинг максимал сони қуйидагича ишораланади:  $s$ -поғоначадаги  $2$  электрон ( $s^2$ );  $p$ -поғоначадаги  $6$  электрон ( $p^6$ );  $d$ -поғоначадаги  $10$  электрон ( $d^{10}$ );  $f$ -поғоначадаги  $14$  электрон ( $f^{14}$ ).

Кўп электронли атомларда электронларнинг жойлашиши қуйидагича:

аввал энг кам энергияли орбитал, шундан сўнг энергияси кўпроқ бўлган орбитал электронлар билан тўлиб боради. Қлечковскийнинг 1-қондасига мувофиқ  $(1 + n)$  йиғиндиси кичик бўлган орбитал биринчи навбатда тўлади\*. Масалан,  $3d$  орбитал учун  $n + l$  йиғиндиси  $3 + 2 = 5$  га тенг.  $4s$  орбитал учун  $n + l = 4 + 0 = 4$  га тенг. Демак, биринчи  $3d$  эмас, балки  $4s$ -орбитал электронлар билан тўлиб боради.

Электронларни поғоначаларга жойлаштиришда қуйидаги уч қоида-ни назарда тутиш керак:

1. Ҳар қайси электрон минимал энергияга мувофиқ келадиган ҳолатни олишга интилади.

2. Электронларнинг жойлашиши Паули қонунига зид келмаслиги керак.

3. Айни поғоначада турган электронлар мумкин қадар кўпроқ орбиталларда жуфтланмасликка интилади (*Хунд қоида*си).

Демак, қўзғалмаган атомда электронларнинг жойлашиши қуйидаги тартибга бўйсунди:

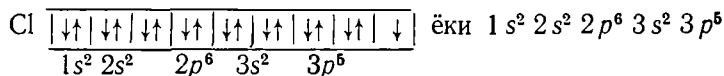
$$1s \angle 2s \angle 2p \angle 3s \angle 3p \angle 4s \angle 3d \angle 4p \angle 5s \angle 4d \angle 5p \\ \angle 6s \angle 4f \angle 5d \angle 6p \angle 7s$$

Атомларда электроннинг энергетик поғона ва поғоначаларда тақсимланиши электрон формулалар тарзида ифодаланади. Масалан, натрий атомининг электрон тузилиши (конфигурацияси) қуйидагича:

$$\text{Na} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$$

Атомлар электрон қаватларининг тузилиши, кўпинча, энергетик ячейкалар (катакчалар) шаклида ифодаланади. Масалан, Н атомининг конфигурацияси  $1s^1 \uparrow$  шаклида ифодаланилади.

В. Паули қонунига мувофиқ, ҳар қайси ячейкада 1 та ёки 2 та электрон бўлиши мумкин. Электрон 2 та бўлганда уларнинг спинлари ҳар хил параллел ва антипараллел, яъни  $+\frac{1}{2}$  ва  $-\frac{1}{2}$  бўлиши лозим, масалан хлор атомида:



Демак, турли элементлар атомларининг электрон қаватлари вужудга келганда навбатдаги электрон энг кам энергияга эга бўлган ва бўш поғоначага жойлашади. Бу олдин биринчи энергетик поғонанинг поғоначалари, кейин 2, 3- ва ҳоказо поғоначалар электронлар билан тўлиб боради, деган гапдир.

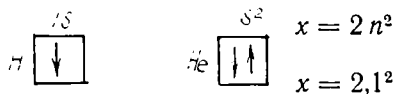
\*Қлечковскийнинг 1-ва 2-қондаси қуйидагича татрифланади:

1-қоида. Икки ҳолатдан қайси бири учун  $l + n$  нинг йиғиндиси кичик бўлса, шу ҳолатда турган электроннинг энергияси минимал қийматга эга бўлади.

2-қоида. Агар берилган икки ҳолат учун  $n + l$  йиғиндиси тенг қийматга эга бўлса, бош квант сони кичик бўлган ҳолат минимал энергия қийматига эга бўлади.

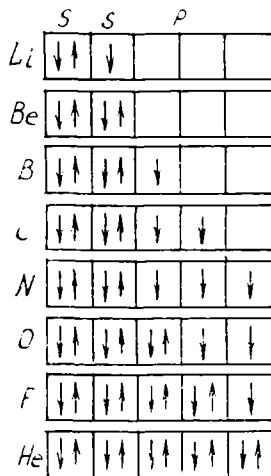


Биринчи давр:



Иккинчи давр элементларининг атомларида орбиталларга электронлар қуйидагича жойлашади: иккинчи қаватда 8 электрон бўлиб, улар  $s$  ва  $p$  орбиталларга жойлашади.

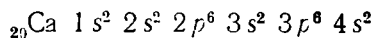
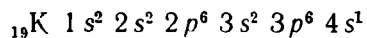
Иккинчи давр



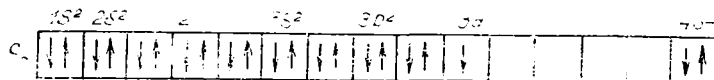
Учинчи давр: натрий атомида ( $N^{11}$ ) 10 та электрон биринчи ва иккинчи энергетик поғоначаларни тўлдиради, 11-электрон эса учинчи энергетик поғоначанинг  $s$ -поғоначасига жойлашади:



Тўртинчи давр: катта даврлардаги элементлар атомларининг электрон қаватларининг вужудга келиши кичик даврлар элементларига нисбатан мураккаброқ бўлади. Бунга сабаб шуки, катта даврлардаги элементлар атомларида тегишли поғонанинг  $s$ -поғоначасида олдинги поғонанинг —  $d$ -поғоначасидан энергия кам бўлади. Шунинг учун, масалан, тўртинчи давр ёнаки группача элементларида олдин 4  $s$ -поғонача, кейин эса 3  $d$ -поғонача тўлади. Масалан,

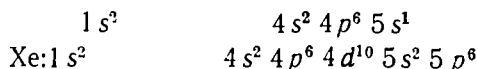


Кальцийдан кейинги элемент — скандий (№21) атомида 20 та электрон кальций атомидаги каби поғоначаларда жойлашган, 21-электрон эса 3-энергетик поғонанинг *d*-поғоначасида жойлашган:



Даврий системада кальцийдан кейин жойлашган элементлар атомларида ядро зарядининг ортиб бориши билан 3*d*-поғоначадаги электронлар сони ўнга етгунча ортиб боради (4*s* даги электрондан биттаси 3*d* га ўтади).

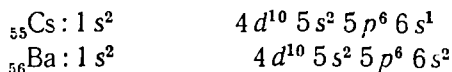
V давр. Рубидий (№37) атомида 5-энергетик поғона пайдо бўла бошлайди:



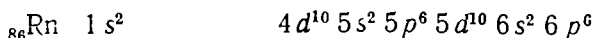
кўриниб турибдики, бу давр элементлари атомларининг 5*s*, 4*d* ва 5*p* поғоначалари тўлди, 4*f*, 5*d*, 5*f* поғоначалари эса тўлмай қолди.

V даврда 18 элемент бор.

VI давр. Цезий (№55) ва барий (№56) нинг атомларида электронлар янги ташқи *s*-поғоначага жойлашади:



Лантан (№57) атомининг 57-электрони 5*d*-поғоначада жойлашади. Кейин бу поғоначага бошқа электронлар жойлашмайди ва 58—71-элементлар — лантаноидлар атомларида электронлар ичкаридаги 4*f* поғоначани тўлдиради. Бу лантаноидлар оиласида 14 та элементга мос келади. 4*f* тўлгандан кейин элементлар 5*d*, ундан сўнг 6*p* поғоначаларни тўлдиради. 32 та элементли 6-давр инерт газ—радон билан тугалланади:



VI давр элементлари атомларида 5*s*, 4*d*, 5*d*, 6*p* поғоначалари тўлади, 5*p*, 6*d*, 6*f* поғоначалар эса бўш қолади.

VII давр франзий (№87) ва радий (№88) элементлари атомларида 7*s* тўлади. Кейин актиний (№89) элементидаги 89-электрон 6*d* га жойлашади. Ас дан кейин №90—103 элементлар актиноидлар атомларида 5*f*-поғонача тўлади.

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, Менделеев элементлар даврий системаси атомлар квант қаватларининг электронлар билан тўлиш тартибини акс эттиради.

Навбатдаги электрон қайси поғоначада пайдо бўлишига қараб, ҳамма элементлар 4 та туркумга: *s*, *p*, *d*, *f* бўлинади.

## 8-§. АТОМ ТУЗИЛИШИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

Бу борада қуйидаги қоидаларни назарда тутиш керак.

I. Элементнинг даврий жадвалдаги тартиб номери атом ядросининг мусбат қийматига ва атомдаги барча электронлар сонига тенгдир.

II. Давринг номери эса электронлар билан тўлган (тўладиган) қаватлар сонига тенг.

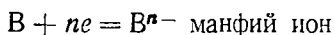
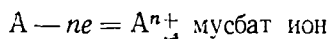
III. Бош группача номери элементлар атомларидаги энг ташқи электронлар сонига тенг.

IV Бош группача элементларида бир даврдан келаси даврга ўтилганида атомдаги ташқи электронлар сони кескин ўзгаради. Бинобарин, бош группача элементлари атомларидаги ташқи электронлар сони ядро заряди ортган сари даврий равишда ўзгаради.

### 9-§. ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ХИМИЯВИЙ ХОССАЛАРИ ВА ДАВРИЙ ҚОНУННИНГ РИВОЖЛАНИШИ

Атом ядросидан энг узоқда турган шу атом бошқа атом билан химиявий реакцияга киришганда боғ ҳосил қилиш учун хизмат қилади. Улар *валент электронлар* дейилади. Уларнинг сони, одатда, шу элемент жойлашган группа номерига тенг бўлади.

Атомлар электрон йўқотиш ёки бириктириши натижасида ионлар ҳосил бўлади:



Атомларнинг электрон йўқотиши ҳамда бириктириб олиши энергетик эффект билан бўлади. Атомдан бир электронни ажратиб олиш ва уни ядро таъсир этадиган муҳитдан узоқлаштириш учун зарур бўлган энергия миқдори шу элементнинг биринчи ионланиш энергияси дейилади.

Турли элементларда ионланиш энергияси турли қийматларга эга бўлади. Атомнинг ионланиш энергияси  $J_1$  нинг қиймати элементнинг металллик ва металлмаслик хоссаларини билдиради.  $J_1$  нинг қиймати кичик бўлса, элементнинг металллик хоссаси кучли равишда ифодаланади.

$J_1$  нинг қиймати катта бўлса, элементнинг металллик хоссаси заиф, металлмаслик хоссаси кучли ифодаланган бўлади. 3-жадвалда I группанинг асосий группачаси элементларининг ионланиш энергиялари ва атом радиуслари келтирилган. Жадалдан кўраимизки, Li — Cs қаторида атом радиуслари катталашган сайин, ионланиш энергияларнинг қийматлари кичиклашиб боради.

I группанинг асосий группачасидаги элементларнинг атомларида ташқи қаватида биттадан  $s'$  электрон бўлиб, улар ўз бирикмаларида + I валентли бўлади.

Атомларнинг электрон қаватлари бир хил бўлган элементларнинг хоссалари бир-бирига ўхшаш бўлади. *Бунда элементларда кимёвий хоссаларининг даврий такрорланишига сабаб, ўхшаш электрон группаларнинг даврий равишда такрорланишидир.* Жадалдан кўриниб турибдики, атомларда ўхшаш электрон қаватлар мавжуддир. Группалардаги элементлар атом структурасини бир-бири билан солиштирилса, юқоридан пастга қараб тушган сари атомларда квант қаватлари сони ортиб боради. Натижада атомларнинг радиуси ортиб, ионланиш энергияси камаяди. Шундай қилиб, элемент даврининг бошига қанчалик яқин турса, унинг атоми электронларини шунчалик осон йўқотади ва,

## Ишқорий металлларнинг ионланиш энергиялари ва атом радиуслари

Элемент	Электрон конфигурацияси	Ионланиш энергияси, ЭВ ҳисобида	Атом радиуси, нм ҳисобида
Li	[He] 2 s <sup>1</sup>	5,39	0,155
Na	[Ne] 3 s <sup>1</sup>	5,14	0,189
K	[Ar] 4 s <sup>1</sup>	4,34	0,236
Rb	[Kr] 5 s <sup>1</sup>	4,18	0,248
Cs	[Xe] 6 s <sup>1</sup>	3,89	0,267
		—	—

демак, у металллик хоссаларини шунчалик кучли намоён қилади ва аксинча, элемент даврининг охирига қанчалик яқин турса, унинг атоми электронларни шунчалик тез бириктириб олади ва унда металлмас хоссалар кучли ифодаланган бўлади.

Шундай қилиб, даврий қонун ўзининг график ифодаси бўлган элементлар даврий системаси билан бирликда элементлар ўртасидаги бутун табиий боғланишларни, материя табиатидаги бирликни, материянинг диалектика қонуни асосида такомилланишини ва ундаги барча қонуниятларни яққол кўрсатади.

## МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

46. P, Ag, Al, As атомлари ядросидаги нейтронлар сонини ҳисоблаб топинг.

47. Ядро заряди бир хил бўлган изотопларнинг атом массаси нима учун турлича бўлишини тушунтиринг.

48. s-, p-, d-, f поғоначалар қандай шаклга эга? s- ва p- поғоначаларда кўпи билан нечадан электрон бўлиши мумкин?

49. Атомнинг қўзғалган ҳолати нормал ҳолатидан нима билан фарқ қилади?

50. Mg атомида электронларнинг тақсимланиш схемасини чизинг.

51. Нима сабабдан алюминий бор (B) га нисбатан металллик хоссаларни кучлироқ намоён қилади?

52. Элементлар хоссаларининг даврий равишда такрорланишини электрон конфигурациялар асосида қандай тушунтириш мумкин?

53. Cr билан Sc нинг хоссалари нима учун турлича эканлигини атомларнинг электрон конфигурациялари асосида тушунтириб беринг.

54. Тартиб номери 17 га тенг бўлган элемент атомининг электрон формуласини тузинг.

55. Тартиб номери 25 бўлган элемент атомида электронлар энергетик поғона ва поғоначаларга қандай тақсимланади? Бу элемент электрон тузилиш жиҳатидан қайси туркумга мансуб?

56. Тартиб номери 22 бўлган элементнинг электрон формуласини тузинг. Бу элементнинг даврий системадаги ўрнини ва у қайси туркумга мансублигини аниқланг.

57. Асосий группача элементларининг атом тузилиши қўшимча группача элементларининг атом тузилишидан қандай фарқ қилади?

58. Тартиб номери  $z = 21$  бўлган элементга хос рентген спектрининг  $K_{\alpha}$ -серияси максимумига мувофиқ келадиган нурнинг тўлқин узунлигини топинг.

## V б о б. КИМЁВИЙ БОҒЛАНИШ НАЗАРИЯСИ

Кимёвий боғланиш деганда биз, атомлараро таъсир этувчи ва уларни биргаликда ушлаб турувчи кучларни тушунмоғимиз керак.

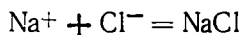
Кимёвий боғланишнинг келиб чиқиши сабаби шундаки, атом ёки ионлар бир-бири билан бирикканда уларнинг умумий энергия запаси улар айрим-айрим ҳолда бўлганидагига қараганда кичикроқ қийматга эга бўлади ва система нисбатан барқарор ҳолатни эгаллайди.

Кимёвий боғланишнинг қуйидаги турлари бор: 1) *ионли боғланиш*; 2) *ковалент боғланиш*; 3) *металл боғланиш*; 4) *координатив боғланиш*. Молекулалараро боғланиш (Вандер-Ваальс кучлари) ҳамда водород боғланиш кимёвий боғланишнинг иккинчи даражали турлари ҳисобланади.

Кимёвий боғланиш энергияси, боғланиш узунлиги ҳамда валентликлараро бурчак каби катталик билан характерланади.

### 1-§. ИОНЛИ БОҒЛАНИШ ЁКИ ЭЛЕКТРОСТАТИК ЎЗАРО ТАЪСИР

1916 йилда Коссель кимёвий боғланиш назариясини таклиф этди; бу назария нодир газлар атомларида электрон группачаларнинг ўзига хос барқарорлиги ҳақидаги тушунчага асосланади. Бу назарияга мувофиқ, ташқи электрон қаватида саккизтадан кам электрон бўлган элементларнинг атомлари ташқи қаватидаги электронлар сонини ўзига энг яқин турган нодир газ атомидагига тенглашгунча электрон бириктиради ёки электрон беради. Электрон берган атом мусбат, қабул қилган атом эса манфий зарядланган ионга айланади. Ҳар хил зарядли ионлар бирига тортилади. Масалан:



Ионли боғланиш ҳосил қилиш учун, ушбу реакциядаги натрий атоми хлор атомига валент электронини бериб мусбат ионга, хлор эса электрон бириктириб манфий зарядли ионга айланади. Уларнинг ўзаро тортилиши натижасида  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$  ҳосил бўлади.

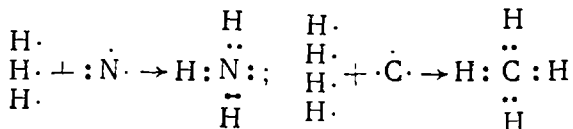
Атомнинг ионланиш энергияси қанча кам бўлса, электронга мойиллиги шунча кам бўлади. Шу фикрларга асосланиб, элементларнинг реакциядан кейин қандай боғ ҳосил қилишини олдиндан айтиш мумкин.

### 2-§. КОВАЛЕНТ БОҒЛАНИШ

Ковалент боғланиш, асосан металлмаслар атомлари орасида содир бўлади. Ковалент боғланган бирикмалар оддий ёки мураккаб моддалар бўлиши мумкин. Ковалент боғланишли молекулалар ҳосил бўлишида

электронлар бир атомдан иккинчисига ўтмайди, балки улар бирикканда атомлар учун умумий бўладиган бир ёки бир неча жуфт ҳосил қилади. Ўзаро таъсир этувчи атомларнинг электрон қаватига кирувчи электрон жуфтлар ҳосил бўлиши билан нодир газ атомларидаги группалар каби барқарор электрон группачалар вужудга келади. Масалан, азот  $N_2$  молекуласида электронлар иккала ядро майдонида ҳаракат қилувчи умумий жуфт ҳосил қилади:  $:N: + :N:- \rightarrow (\overset{\cdot\cdot}{N}:\overset{\cdot\cdot}{N})$

Атомлари ковалент боғланиш билан бириккан мураккаб модда молекулаларига мисол қилиб аммиак  $NH_3$  ёки метан  $CH_4$  молекуласини олиш мумкин:



Умумий жуфт бўлиб атомларни бир-бири билан молекула қилиб боғлайдиган электронлар жуфтлашган электронлар дейилади.

### 3-§. КИМЁВИЙ БОҒЛАНИШНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШ МЕХАНИЗМИ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Квант механикасиغا асосланган ҳозирги замон назариясига мувофиқ: параллел спинли электронлар ўзаро жуфтлашмайди:  $A(\downarrow) + B(\downarrow)$  бирикма ҳосил қилмайди (итарилади). Қарама-қарши спинли антипараллел спинли электронлар жуфтлаша олади:  $A(\downarrow) + B(\uparrow) \rightarrow A:B$  бирикма ҳосил қилади (тортилади).

Маълумки  $Cl$  ва  $S$  кислородли бирикмаларда намоён қиладиган валентлиги атомнинг нормал ҳолатдаги жуфтлашмаган электронлари сонига тенг эмас, яъни олтингугурт ўз бирикмаларида 4 ва 6, хлор 3, 6, 7 га тенг валентлик намоён қилади. Атомларнинг бундай валентлик намоён қилиши уларнинг қўзғалган ҳолатга ўтиши билан боғлиқ. Бундай ҳолатга ўтишда жуфтлашган электронлар бир-бирдан ажралади ва бу валентликни 2 birlikка оширади. Атом қўзғалган ҳолатга ўтганда валентликнинг ортиши 6-расмда кўрсатилган. Кимёвий боғланиш механизми ҳақида фикр юритганимизда, биринчи навбатда диққатимизни куйидаги ҳолатларга қаратишимиз керак.

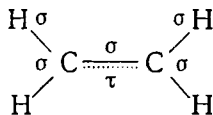
1. Ион боғланиш электростатик тасавурлар асосида изоҳланади.

2. Ковалент ва ион-ковалент боғланишни изоҳлаш учун валент боғланиш ҳамда молекуляр орбиталлар методидан фойдаланилади.

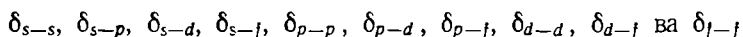
Валент боғланиш (бошқа номи атом-орбиталлар) услубига мувофиқ, атомлар ўзаро бирикиб молекулалар ҳосил қилганида бу атомларнинг электрон тузилиши асосан ўзгармай қолади. Бунда кимёвий боғланишнинг келиб чиқишида иштирок этган атом-орбиталларнинг тури ва улар бир-бирини қандай қоплаши эътиборга олинади. Атом орбиталлар ўзаро қопланганида бирикувчи атомларнинг ядролари орасидаги фазода электронлар зичлиги ортиб кетади, натижада мусбат зарядли

ядролар бир-бирига яқинлашиб қолади. Ковалент боғланишнинг қуйидаги турлари бор: сигма  $\sigma$ -,  $\pi$ -, ва  $\delta$ -боғланиш.

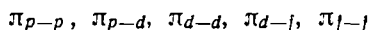
$\sigma$ -боғланишда электрон орбиталлар бир-бирини ўз ядроларини бирлаштирувчи чизиқ бўйлаб қоплайди;  $\pi$ -боғланишда электрон орбиталлар боғланиш чизигига перпендикуляр йўналишда бир-бирини қоплайди. Масалан, этилен молекуласида бешта  $\sigma$ -ва битта  $\pi$ -боғланиш мавжуд:



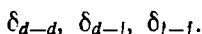
$\delta$ -боғланишда атомларнинг электрон орбиталлари бир-бирини боғланиш чизигига перпендикуляр текислик бўйлаб қоплайди.  $\delta$ -боғланиш ҳосил бўлишида  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ва  $f$ -орбиталлар иштирок этиши мумкин. Шунга кўра  $\delta$ -боғланишни қуйидаги 10 та турга бўлиш қабул қилинган:



$\pi$ -боғланиш ҳосил бўлишида  $p$ -,  $d$ - ва  $f$ -орбиталлар иштирок этади. Шу сабабли  $\pi$ -боғланиш 5 турга бўлинади:



$\delta$ - ва  $\pi$ -боғланишга қараганда дельта ( $\delta$ ) боғланиш кам учрайди. Бу боғланиш ҳосил бўлишида атомларнинг  $s$ - ва  $p$ -орбиталлари иштирок этмайди; фақат  $d$ - ва  $f$ -орбиталлар иштирок этади. Шунинг учун  $\delta$ -боғланиш қуйидаги уч турга бўлинади:



Ўзаро бирлашувчи икки атом орасида фақат битта  $\delta$ -боғланиш ҳосил бўлиши мумкин; улар орасида яна  $\pi$ - ва  $\delta$ -боғланиш юзага чиқади. Шунга асосланиб барча боғланишлар оддий ва каррали боғланишларга бўлинади.

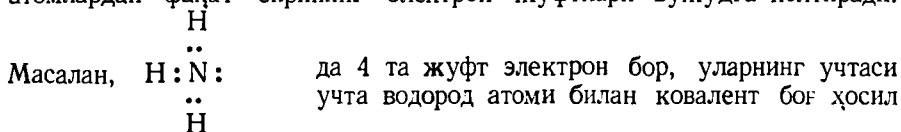
#### 4-§. КООРДИНАТИВ БОҒЛАНИШ

Аммиак ва водород хлориддан аммоний хлориднинг ҳосил бўлишини кўриб чиқамиз:

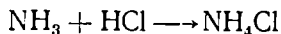


Аммиак молекуласида ҳам водород хлорид молекуласида ҳам жуфтлашмаган электронлар йўқ. Шундай бўлсада, улар бир-бири билан реакцияга киришади.

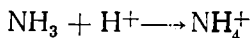
Бу ерда молекула координатив боғланиш деб аталадиган кимёвий боғланиш йўли билан ҳосил бўлади. Координатив боғланиш ҳам ковалент боғланишнинг бир тури бўлиб, бу боғланишни бириктирувчи атомлардан фақат бирининг электрон жуфтлари вужудга келтиради.



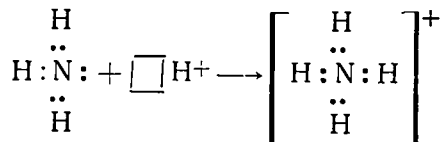
қилади, бир электрон жуфт «эркин» жуфт электрон ҳисобланади ва у фақат азотга тегишли. Бу «эркин» жуфт электрон бўш энергия катакчаси бор бошқа атом ёки ион билан қўшилиб, координатив боғ ҳосил қилади:



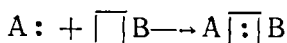
Ушбу тенгламани ионли шаклда ёзсак:



Буни қуйидагича ёзиш мумкин:



Умуман

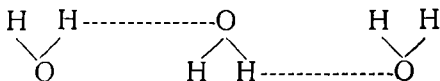


Бу ерда А электрон жуфтлар донори, В эса электрон жуфтлар акцептори (донор — берувчи, акцептор — қабул қилувчи маънони билдиради).

Боғланиш вужудга келиши учун ўзининг электрон жуфтини берадиган атом ёки ион *донор* дейилади. Бу электрон жуфтни ўзининг бўш катакларини тўлдириш учун қабул қиладиган атом ёки ион эса *акцептор* дейилади. Шунинг учун координатив боғланишни донор-акцептор боғланиш ҳам дейилади. Координатив боғланиш билан ҳосил бўлган бирикмалар кўпроқ комплекс бирикмалар жумласига киради.

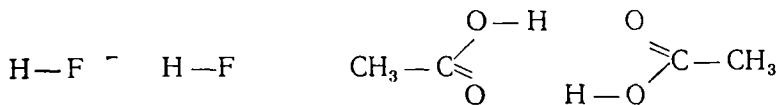
## 5-§. ВОДОРОД БОҒЛАНИШ

Водород боғланишнинг асосий моҳияти шундан иборатки, бирор модда молекуласида фтор, кислород ва азот каби электрманфий элементларнинг атомлари билан бириккан бир валентли водород атоми яна бошқа молекуладаги фтор, кислород ва азот атомлари билан кучсизроқ боғланиш хусусиятига эга. Сув молекуласида водород атомининг электрони кислород атомига яқин жойлашганлиги туфайли (чунки водороднинг электрманфийлиги кислороднинг электрманфийлигидан кичик) шартли равишда водород атоми мусбат зарядга эга бўлиб қолади ва бошқа молекуладаги кислород атомининг жуфт электронларига тортилади, натижада водород атоми икки томонидан боғланиб қолади:



Демак, электрманфийлиги катта бўлган элемент атоми билан водород атоми орасида вужудга келадиган иккинчи даражадаги кимёвий боғланиш *водород боғланиш* деб юритилади. Лекин бу боғланишнинг энергияси катта эмас. Водород боғланиш HF да ва сирка кислота молекулаларида ҳам мавжуд:

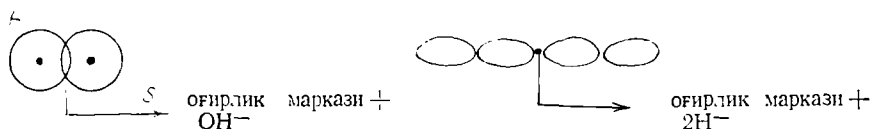




(бу ерда водород боғланиш нуқталар билан тасвирланган). Водород боғланиш фақат турли молекулалар орасида эмас, балки бир молекула атомлари орасида ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Водород боғланиш модданинг молекулаларини ўзаро бириктириб, йириклашган — ассоциланган ҳолатга олиб кетади, масалан:  $(\text{H}_2\text{O})_n$ ,  $(\text{HF})_n$ ,  $\left(\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}\right)_n$ .

## 6-§. ҚУТБЛИ ВА ҚУТБСИЗ МОЛЕКУЛАЛАР

Электрманфийлиги бир хил бўлган атомлар ўзаро таъсирлашиб ковалент боғланиш ҳосил қилганда молекуладаги умумий жуфт электрон икки атомнинг ўртасига жойлашади:



Бундай молекулалар қутбсиз молекулалар дейилади. Бундай молекулаларда мусбат ва манфий зарядларнинг маркази бир нуқтада бўлади.

Электрманфийлиги ҳар хил бўлган атомлар ўзаро таъсир этиб, ковалент боғланиш ҳосил қилишида молекуладаги умумий жуфт электрон электрманфийлиги каттароқ бўлган элемент атоми томонга силжиган бўлади. Натижада ҳосил бўлган молекулада мусбат ва манфий зарядларнинг маркази бир нуқтада бўлмайди, яъни силжиш юзага чиқади. Молекулада икки қутб ҳосил бўлади: молекуланинг бир қисми мусбат зарядга, иккинчи қисми эса манфий зарядга эга бўлиб қолади. Аммо молекула электронейтрал бўлади. Чунки молекулани ташкил қилувчи атомларнинг ядроларидаги мусбат зарядлар сони молекула орасидаги манфий зарядлар сонига тенгдир.

Манфий ва мусбат зарядлар маркази силжиган молекулалар *қутбли молекулалар* дейилади.

Катталиги жиҳатдан бир-бирига тенг, аммо қарама-қарши ишорали ва бир-биридан маълум масофада жойлашган иккита электр зарядли система *дипол* деб аталади. Дипол узунлиги  $l$  нинг электрон заряди  $e$  га кўпайтмаси *дипол моменти* дейилади:  $\mu = l \cdot e^-$  ( $\mu$  молекуланинг дипол моменти).

Дипол моменти молекуланинг қутблилик даражасини билдиради. СГС системада дипол узунлиги тахминан молекула ўлчамига, яъни  $10^{-8}$  см га, электроннинг заряди эса  $4,8 \cdot 10^{-10}$  электрстатик бирликка (эл. ст. бирлик) тенг эканлигини эътиборга олсак, дипол моменти  $10^{-18}$  га тенг бўлади. Электрстатик бирлик см билан ўлчанади.  $10^{-18}$

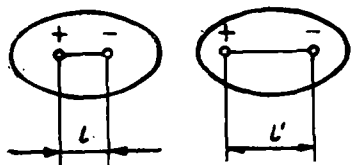
катталик дипол моментининг бирлиги деб қабул қилинган, у *дебай* деб аталади ва *D* ҳарфи билан белгиланади.

СИ бирликлар системасида диполнинг узунлиги  $10^{-10}$  метр, электрон зарядининг қиймати  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл га тенг бўлгани учун  $\mu$  нинг қиймати  $10^{-29}$  Кл·м билан ифодаланади. У ҳолда 1 дебай  $3,33 \cdot 10^{-30}$  Кл·м га тенг бўлади. Қуйида баъзи қутбли моддаларнинг дипол momenti дебай ва Кл·м лар ҳисобида келтирилган:

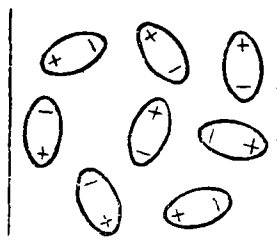
Модда	$\mu$ дебай	$\mu$ (Кл·м)
HCN	2,93	$9,71 \cdot 10^{-30}$
H <sub>2</sub> O	1,84	$6,12 \cdot 10^{-30}$
NH <sub>3</sub>	1,48	$4,93 \cdot 10^{-30}$
HCl	1,04	$3,46 \cdot 10^{-30}$
HJ	0,38	$1,27 \cdot 10^{-30}$

Молекулада бир неча қутбли боғлар симметрик жойлашган бўлса, зарядлар бир-бирини қоплаши натижасида молекула қутбсиз бўлиши ҳам мумкин.

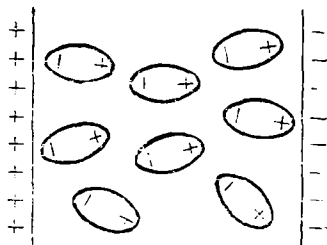
**Қутбланиш.** Атом, ион ва молекулаларда ташқи электр майдони таъсирида юзага келадиган ўзгариш *қутбланиш* дейилади. Электр майдони таъсирида ҳар қандай молекулада қутбланиш вужудга келади (7-расм). Қутбли молекулалардан тузилган моддаларнинг қутбланиши ориентацион қутбланиш дейилади. Ориентацион қутбланиш фақат ташқи электр майдони таъсирида эмас, балки молекула ва ионлар электр майдонларининг бир-бирига таъсири натижасида ҳам содир бўлади (8-расм). Ионларнинг қутбланиши уларнинг заряди ва радиусига боғлиқ. Одатда манфий зарядли ионлар кўпроқ қутбланади; ионнинг заряди қанча катта, радиуси қанча кичик бўлса, ион шунча кучли қутбланади.



7-расм. Ҳар хил қутбланган молекулаларнинг тузилиш схемаси



а



б

8-расм. Электр майдонида қутбланиш.

Мусбат зарядли ионларнинг қутбланиш таъсири уларнинг зарядига тўғри ва радиусига тескари пропорционал; заряди қанча катта ва радиуси кичик бўлса, қутбланиш таъсири шунча кучли бўлади.

## 7-§. МОЛЕКУЛАЛАРАРО КУЧЛАР

Молекулалараро таъсир кучлари 3 хил бўлади: *ориентацион*, *индукцион* ва *дисперсион* кучлар. Молекулалар қанча кучли қутбланган бўлса, улар бир-бирига шунча кучли тортилади. Қутбланган молекулаларнинг бир-бирига бундай таъсири ориентацион таъсир кучи дейилади. Қутбланган ва қутбланмаган молекулалараро куч индукцион куч дейилади. Қутбланмаган молекулалар орасида ҳам дисперсион ўзаро таъсир вужудга келади. Бундай таъсирнинг вужудга келтирувчи куч дисперсион куч дейилади. Дисперсион кучларнинг келиб чиқиш сабаби шундаки, молекула таркибидаги атомларнинг электрон булутлари флуктация ҳодисаси туфайли молекула бир лаҳзада ўзининг йўналишини ва катталигини ўзгартириб туради; шунга кўра молекулани микродиполь деб қараш мумкин. Бир молекулада вужудга келган микродиполь қўшни молекула диполи билан ўзаро таъсирлашиб, тортилиш кучи намоён қилади.

Бу 3 хил молекулалараро таъсир этувчи кучларга умумий қилиб Вандер-ваальс кучлари деган ном берилган.

### МАШҚ ВА MASАЛАЛАР

59. Қуйида кўрсатилган моддалар формулалари орасида молекулалари ионли, қутбли ва қутбсиз бўлган моддаларни топинг ҳамда улар қандай тузилганлигини тушунтириб беринг:  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ .

60.  $\text{SCl}_2$  молекуласининг ҳосил бўлишида электронлар қайси элемент атомидан қайси элемент атомига томон силжишини аниқланг.

61.  $\text{As}_2\text{S}_3$  таркибли бирикмани ҳосил бўлишида электронлар қайси элемент атоми томон силжийди?

62. Нима учун сувнинг суюқланиш ҳарорати углероднинг суюқланиш ҳароратидан анча паст бўлади?

63. Модданинг суюқланиш ҳароратини ва бошқа физик хоссаларини билган ҳолда қандай қилиб унинг кристалл панжарасининг характери ҳақида хулоса чиқариш мумкин?

64. Қандай элементлар атомлари орасида ионли, ковалент, қутбли боғланиш вужудга келади?

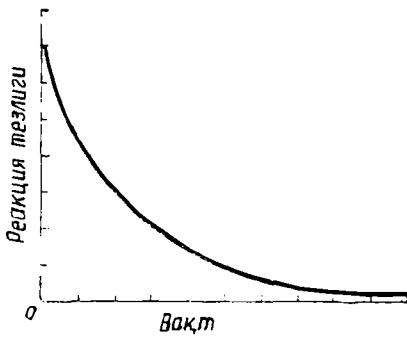
65. Диполь деб нимага айтилади? Диполь моментининг қиймати нимани билдиради?

66. Ионли, атомли ва молекуляр кристалл панжаралар бир-биридан нима билан фарқ қилади?

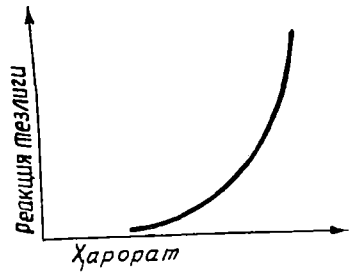
## VI боб. КИМЁВИЙ КИНЕТИКА ВА КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ

### 1-§. КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ ТЕЗЛИГИ

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ва уларнинг механизми, шунингдек, реакция тезлигига таъсир этувчи омиллар кимёвий кинетикада ўрганилади.



9- расм. Реакция тезлигининг вақтга боғлиқлиги.



10- расм. Реакция тезлигининг температурага боғлиқлиги.

Ҳар қандай реакциянинг тезлиги реакцияга киришувчи моддаларнинг табиатига ва шу реакция борадиган шароитга боғлиқ. Реакция тезлигига таъсир қилувчи асосий омиллар (факторлар): реакцияга киришувчи моддалар концентрацияси, босим<sup>3</sup> ва катализаторларнинг иштирок этиш-этмаслигидир.

Реакцияга киришувчи моддалар концентрациясининг реакция тезлигига таъсири ҳақидаги қонун *массалар таъсири қонуни* деб юритилади.

Реакцияга киришувчи моддалар концентрацияси қанча катта бўлса, ҳажм бирлигида шунча кўп молекула бўлади, шунинг учун улар тез-тез тўқнашади ва самарали тўқнашишлар натижасида дастлабки моддалар реакция маҳсулотига айланади, натижада реакция тез боради. Вақт ўтиши билан реакция тезлиги камай боради. Бунга сабаб шуки, реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрацияси вақт ўтиши билан камайди, чунки молекулаларнинг ўзаро тўқнашуви камайди (9- расм). Массалар таъсири қонуни қуйидагича таърифланади:

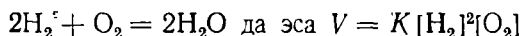
Кимёвий реакциянинг тезлиги ўзгармас ҳароратда реакцияга киришувчи концентрацияларининг кўпайтмасига тўғри пропорционалдир. Бу қонун Гульдберг ва Вааге томонидан таърифланган. Масалан,  $A + B = AB$  схема шаклида ёзилган реакция тезлиги:

$$V = K \cdot [A] \cdot [B]$$

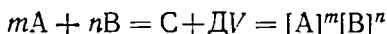
бу ерда  $K$  — пропорционаллик коэффициенти, уни реакция тезлик константаси дейилади.  $K$  — реакцияга киришувчи моддалар табиатига, катализаторнинг иштирок этиш-этмаслигига боғлиқ, лекин реакцияда қатнашувчи моддалар концентрацияга боғлиқ эмас.

Агар  $[A] = [B] = 1$  бўлса,  $V = K$  бўлади.

Демак, кимёвий реакциянинг тезлик константаси реакцияга киришувчи ҳар қайси модданинг концентрацияси 1 моль/л бўлган ҳолдаги реакция тезлигига сон жиҳатидан тенгдир. Бунини қуйидаги реакция ёрдамида кўриб чиқамиз:



Умумий ҳолда:



Реакция тезлигига температуранинг таъсири. Температуранинг ортиши, одатда, реакция тезлигининг кескин ортишига сабаб бўлади (10-расм). Молекуланинг тезлигини ошиши (тўқнашишлар кўпайиши), реакция тезлигининг ҳароратга миқдорий боғлиқлиги Вант-Гофф қондаси билан аниқланади: ҳарорат (температура)  $10^\circ$  га кўтарилганда реакция тезлиги 2—4 марта ортади, яъни  $V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$  бунда:  $\gamma$  реакциянинг температура коэффициенти, яъни реакцияга киришувчи моддалар температураси  $10^\circ$  ошганида реакция тезлигининг қанча ортишини кўрсатувчи сон.

Мисол. Агар реакциянинг температура коэффициенти 4 га тенг бўлса, температура  $10^\circ$  дан  $50^\circ$  га кўтарилганда реакция тезлиги қанча ортади. Бу қуйидагича ечилади:

$$V_{10} = V_{50} \cdot 4^{\frac{50 - 10}{10}} = V_{50} \cdot 4^4 = V_{50} \cdot 256. \quad \text{Демак, тезлиги } 256$$

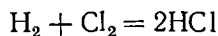
марта ортади.

Реакцияга киришувчи бир моль модданинг молекулаларини реакцияга киритиш учун зарур бўлган энергия реакциянинг активланиш энергияси дейилади. С. Аррениус назариясига кўра, актив заррачалар сони, бинобарин реакция тезлиги ва унинг тезлик константаси температура ошганида экспоненциаль қонунга мувофиқ ортиб боради:

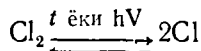
$$K = A \exp(-E/RT) \text{ ёки } \ln K = \ln A - E/RT$$

Бунда  $K$  — реакциянинг тезлик константаси,  $E$  — активланиш энергияси, унинг қиймати 40—400 кЖ/моль атрофида бўлади.  $A$  — константа.

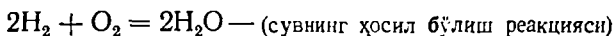
Температуранинг юқорида кўриб ўтилган таъсири оддий реакциялар тезлигига тааллуқлидир. Аммо занжир реакциялар деб аталадиган реакциялар ҳам мавжуд бўлиб, бунда битта заррачанинг активлашиши бир қанча бошқа заррачаларнинг реакцияга киришишига сабаб бўлади. Масалан:

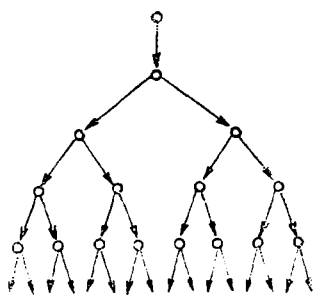


Бу реакция температуранинг кўтарилиши ёки кучли ёритиш таъсирида деярли бир онда содир бўлади, чунки:



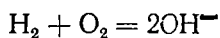
Бу реакция тармоқланмаган занжир реакциялар жумласига киради, чунки бу реакцияда (11-расм) актив заррачалар тури ортмайди. Водороднинг маълум шароитда кислород билан оксидланиш реакцияси тармоқланган занжир реакция учун мисол бўла олади, чунки бу реакцияда актив заррачалар тури ортади:



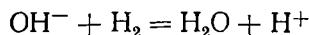


11- расм. Тармоқланган занжирли реакция схемаси.

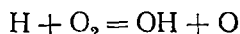
Водород ва кислараоруд лашмасига нур таъсирдан актив заррача OH радикаллари ҳосил бўлади:



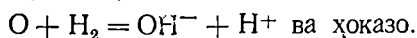
актив OH радикал водород молекулаларига таъсир этиб, актив заррача H атомларини ҳосил қилади;



Ҳосил бўлган актив H атомлари кислород молекуласига таъсир этиб, актив заррача O ни ҳосил қилса:



Актив заррача O эса  $\text{H}_2$  га таъсир этиб, яна  $\text{OH}^\cdot$  ва  $\text{H}^\cdot$  дан иборат актив заррачаларни ҳосил қилади:



Бинобарин, дастлаб ҳосил бўлган радикал  $\text{OH}^\cdot$ , занжирнинг ривожланишида пайдо бўлган актив заррачалар O, H ва яна охирда пайдо бўлган OH лар  $\text{H}_2$  ҳам  $\text{O}_2$  ни тезликда сув молекулаларига айлантириб юборади.

Машҳур совет олими, Нобель мукофоти лауреати академик Н. Н. Семенов занжир реакциялар соҳасида жуда муҳим текширишлар олиб борди. Тармоқланган занжир реакциялари ҳақида у ишлаб чиққан назария, айниқса, ёниш ва портлаш жараёнларини тушунтиришда катта аҳамиятга эга бўлди. Ҳар қандай занжир реакция уч қисмдан: 1) занжирнинг ҳосил бўлиши; 2) занжирнинг ривожланиши ва 3) занжирнинг узилишидан иборат. Занжир узилганида тўйинмаган валентликка эга бўлган заррачаларнинг ҳосил бўлиши тўхтаб қолади.

Реакцияда газ моддалар иштирок этадиган ҳолларда жараённинг тезлигига босимнинг ўзгариши катта таъсир қилади. Босим ўзгариши билан реакцияга киришувчи компонентларнинг концентрацияси ўзгаради.

**Мисол.** Берилган реакциянинг тезлик константаси  $20^\circ\text{C}$  да  $2 \cdot 10^{-2}$  га,  $40^\circ\text{C}$  да эса  $3,6 \cdot 10^{-1}$  га тенг. Реакциянинг активланиш энергиясини топинг.

**Ечиш.** С. Аррениус тенгламасидан  $E$  ни топамиз.

$$\ln K = \ln A - \frac{E}{RT} \text{ дан } E \text{ ни топиш қийин эмас:}$$

$$E = 2,303 R \cdot \frac{T_2 \cdot T_1}{T_2 - T_1} \lg \frac{K_2}{K_1} \frac{(\text{Ж})}{\text{Моль}}$$

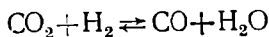
ифодаси келиб чиқади; бунда  $K_1$  ва  $K_2$  —  $20$  ва  $40^\circ\text{C}$  даги реакциянинг тезлик константалари;

$$T_1 = 293,15^\circ\text{K}, T_2 = 313,15^\circ\text{K}, R = 8,314 \frac{\text{Ж}}{(\text{Моль} \cdot \text{K})}$$

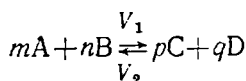
$$2,303 \cdot R = 2,303 \cdot 8,314 = 19,148 \text{ Ж/моль}$$

## 2-§. КИМӨВИЙ МУВОЗНАТ

Реакция маҳсулотлари, одатда, бир-бири билан таъсирлашиб, дастлабки моддаларни ҳосил қилиш мумкин.  $\text{CO}_2$  билан  $\text{H}_2$  қиздирилганда ўзаро реакцияга киришади, натижада углерод (II)-оксид ва сув (буғи) ҳосил бўлади. Шу шароитнинг ўзида  $\text{CO}$  ва сув буғи ўзаро таъсирлашиб дастлабки моддалар  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2$  ни ҳосил қилади. Иккала реакцияни ҳам битта умумий тенглама билан ифодалаш мумкин:



Демак, ушбу температурада икки қарама-қарши реакция: тўғри реакция чапдан ўнгга йўналган ва тескари реакция ўнгдан чапга йўналган реакция содир бўлади. Айни шaroитда, бир вақтнинг ўзида ўзаро қарама-қарши йўналишда кетадиган реакциялар қайтар реакциялар дейилади. Бу реакциялар охиригача бормайди, балки мувозанат ҳолат қарор топади:



$$V_1 = K_1[A]^m \cdot [B]^n$$

$$V_2 = K_2[C]^p \cdot [D]^q$$

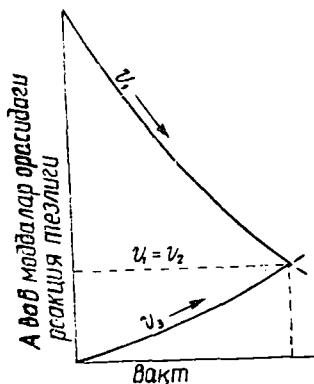
Тўғри реакциянинг тезлиги вақт ўтиши билан камайди (чунки А ва В моддаларнинг концентрацияси камайиб боради), тескари реакция тезлиги ортиб боради. Ниҳоят шундай пайт келадикки, қарама-қарши реакцияларнинг тезликлари тенг-лашади (12-расм):  $V_1 = V_2$  бўлиб қолади.

Қайтар жараённинг тўғри ва тескари реакциялар тезлиги тенг бўлган ҳолати кимёвий мувозанат дейилади. Агар  $V_1 = V_2$  бўлса,

$$K_1[A]^m \cdot [B]^n = K_2[C]^p \cdot [D]^q \text{ бўлади; бундан } \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = K \text{ (мувозанат константаси), у ҳолда } K = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$$

$K$  — реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациясига боғлиқ эмас, фақат моддаларнинг табиатига ва температурага боғлиқ.  $K$  — қанча катта бўлса, ҳосил булган маҳсулотларнинг мувозанат вақтидаги концентрацияси ҳам шунча юқори бўлади. Мувозанат қарор топганда реакция тўхтамайди, ўзаро қарама-қарши бўлган икки жараён орасида ҳаракатчан (силжиши мумкин бўлган) кимёвий мувозанат қарор топади.



12-расм. Тўғри ва тескари жараёнларнинг тезлиги.

### 3- §. ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ ҚОИДАСИ

Кимёвий мувозанат фақат ўзгармас шароитда сақланиб туради. Реакцияга киришувчи моддаларнинг температураси, босим ёки концентрацияси ўзгарса, мувозанат бузилади ва реакцияда қатнашувчи ҳамма моддаларнинг мувозанат вақтидаги концентрацияси ўзгаради.

Шароит ўзгариши билан реакцияга киришаётган моддаларнинг мувозанат концентрациясининг ўзгариши мувозанатнинг силжиши дейилади. Кимёвий мувозанатнинг шароит ўзгаришига қараб силжиши *Ле-Шателье қондасига* бўйсунади.

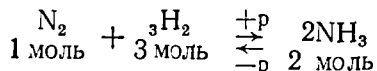
Системанинг кимёвий мувозанат ҳолатидаги шароитлардан бири ўзгарса, мувозанат шу ўзгаришга қарши таъсир этадиган реакция томонга силжийди.

Қарши таъсирнинг кучайиши, яъни мувозанат силжиши натижасида реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлиши система янги шароитга мос келадиган янги мувозанат ҳолатига келгунча давом этади.

Температура ўзгаришининг таъсири. *Ле-Шателье қондасига* мувофиқ температура кўтарилганда мувозанат эндотермик (яъни иссиқлик ютилиши билан борадиган) реакция томонига силжийди, температура пасайганда экзотермик (яъни иссиқлик чиқиши билан борадиган) реакция томонга силжийди. Масалан:

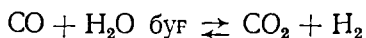
$$\text{N}_2 \text{ O}_4 \xrightleftharpoons{+t^\circ} 2\text{NO}_2$$
 мувозанатда температура ортганида қўнғир оч сариқ қўнғир тус кучаяди, чунки мувозанат  $\text{NO}_2$  газини ҳосил бўлиш реакция томонига силжийди.

Босим ўзгаришининг таъсири. *Ле-Шателье қондасига* мувофиқ босимнинг ортиши, мувозанатни газ аралашмасидаги молекулалар умумий сонининг камайишига ва демак, системада босимнинг камайишига олиб келадиган реакция томонга силжити ва аксинча, масалан, аммиак синтези реакцияси:



да босим ортиши билан аммиакнинг ҳосил бўлиши кучаяди (чунки реакция натижасида системанинг ҳажми ўзгаради).

Концентрация ўзгаришининг таъсири. Реакцияга киришувчи моддалардан бирининг концентрацияси ортганда мувозанат шу модда концентрациясининг камайишига олиб келадиган реакция томонга силжийди. Аксинча, реакцияда қатнашувчи моддалардан бирининг концентрацияси камайганда мувозанат шу модда ҳосил бўладиган реакция томонга силжийди. Бунини ушбу реакция мисолида кўриб чиқамиз:



Агар  $(\text{CO})$  ёки  $(\text{H}_2\text{O})$  нинг концентрацияси оширилса, реакция ўннга силжийди,  $(\text{CO})$  ёки  $(\text{H}_2\text{O})$  нинг концентрацияси камайтирилса, реакция чапга силжийди.

Агар  $(\text{CO}_2)$  ёки  $(\text{H}_2)$  ошса, реакция ўннг томонга силжийди,  $(\text{CO})$  ёки  $(\text{H}_2\text{O})$  камайса, реакция чапга силжийди.



Ле-Шателье қондаси асосида кимёвий реакцияларда ҳосил киллинаётган модданинг максимал миқдорда таъсир этадиган шароитларни аниқлаш ва уларни жорий этиш мумкин. Шунинг учун кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологиясида бу қонда катта роль ўйнайди.

Термодинамик жиҳатдан кимёвий мувозанат  $\Delta G^\circ$  нинг 0 га тенглашуви билан характерланади.

Мувозанат константаси (Вант-Гофф тенгламасига мувофиқ) температура ошганида экспоненциал қонун бўйича ортади:  $\ln K = \ln A - \Delta H/RT$  (бунда  $A$  — константа,  $\Delta H$  — реакциянинг энтальпияси).

#### 4-§. КАТАЛИЗ

Реакция тезлигини ўзгартириб, реакция маҳсулотлари таркибига кирмайдиган моддалар катализаторлар дейилади. Қайтар жараёнларда катализаторлар тўғри ва тескари реакциялар тезлигини бир хил даражада ўзгартиради ва, демак, катализатор мувозанат константаси катталигини ўзгартирмагани ҳолда, мувозанатнинг тез қарор топишига имкон беради. Катализатор сифатида баъзи ҳолларда реакцияни секинлатувчи моддалар ҳам ишлатилади.

Реакция тезлигининг катализаторлар таъсирида ўзгариши катализ дейилади. Катализ 2 хил: *гомоген* ва *гетероген* катализ бўлади. Агар катализатор ҳам реакцияга киришувчи моддалар ҳам бир фазада бўлса, бу ҳол *гомоген катализ* дейилади. Гетероген катализда реакцияга киришувчи моддалар ва катализаторлар ҳар хил фазада бўлади. Гетероген катализда, асосан, катализатор сифатида қаттиқ моддалар ишлатилади.

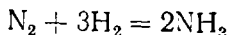
Катализаторнинг реакция тезлигига таъсирининг моҳияти шундан (гомоген катализда) иборатки, реакцияга киришувчи модда билан катализатор орасида оралиқ бирикма ҳосил бўлади. Масалан:

$A + B = AB$  реакция секин боради.

$A + \text{кат} = A \text{ кат}$  бирикма осон ҳосил бўлади.

$A_{\text{кат}} + B = AB + \text{кат}$  реакция содир бўлади, натижада  $A + B \rightarrow AB$  реакция тезлашади.

Гетероген катализда ўзаро таъсир этувчи моддалар катализаторлар сиртида реакцияга киришади. Реакцияга киришувчи моддалар молекулалари катализ бошланғичда катализатор сиртининг алоҳида нуқталарига сўрилади (адсорбиланади). Катализаторнинг *актив марказлари* деб аталадиган бу нуқталарда адсорбиланган молекулалар ўзгаради, натижада маҳсулот ҳосил бўлиши тезлашади. Масалан,



реакция асосида аммиак олишда азот молекуласидаги уч ( $N \equiv N$ ) боғ ва ҳамда водороднинг 3 молекуласидаги  $H-H$  боғлар узилди, бунинг учун жуда кўп энергия сарфланиши керак. Лекин катализатор иштирокида бу реакция анча тез боради, чунки катализатор ёрдамида реакциянинг активланиш энергияси анча пасаяди. Ишлаб чиқаришдаги кимёвий жараёнларнинг жуда кўпчилиги катализатор иштирокида содир бўлади.

## 7- лаборатория иши. Кимёвий реакциянинг тезлиги

а) Концентрациянинг реакция тезлигига таъсири. Натрий тиосульфат ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) нинг суюлтирилган (1:200) эритмасидан учта катта пробирканинг биринчисига 5 мл, иккинчисига 10 мл ва учинчисига 15 мл қўйинг.

Пробирканинг биринчисига дистилланган сувдан 10 мл, иккинчисига 5 мл қўшинг. Суюлтирилган (1:200) сульфат кислота эритмасидан пробиркаларга 5 мл дан қўйиб, чайқатинг ва кислота қўйилгандан сўнг неча секунд ўтгандан кейин ҳар бир пробиркада лойқаланиш бошланганлигини белгилаб олинг.

Олинган натижаларни қуйидаги шаклда ёзинг

Пробирка нмери	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг миқдори, мл	Сувнинг миқдори, мл	$\text{H}_2\text{SO}_4$ нинг миқдори, мл	$\tau$ — лойқала ниш вақти (секунд- лар билан)	$V = \frac{100}{\tau}$
1	5	10	5	. секунд	
2	10	5	5	. секунд	
3	15	—	5	. . . секунд	

Олинган натижаларга асосан график чизинг. Реакция тезлиги  $V = \frac{100}{\tau}$  ни ординаталар ўқига, эритманинг концентрацияси (C) ни абсциссалар ўқига қўйиб, шу натижаларни график тарзида ифодаланг. Бу тажрибага асосланиб, реакциянинг тезлиги реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациясига қандай боғлиқ эканлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

Реакция тенгласини ёзинг.

б) Температуранинг реакция тезлигига таъсири. Бу иш учун ҳам натрий тиосульфат ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) ва сульфат кислотанинг бундан олдинги тажрибада кўрсатилган концентрациясидаги эритмалари керак бўлади. Учта катта пробиркага натрий тиосульфат эритмасидан 10 мл дан, бошқа учта пробиркага сульфат кислота эритмасидан 10 мл дан қўйинг ва уларни ҳар жуфтнинг биттасида  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ва биттасида  $\text{H}_2\text{SO}_4$  бўладиган қилиб уч қаторга бўлинг. Лаборатория хонасининг температурасини аниқлаб олинг. Биринчи жуфт пробиркадаги эритмаларни бир-бирига қўйинг ва неча секунддан кейин лойқаланиш содир бўлишини аниқланг.

Иккинчи жуфт пробиркаларни кимёвий стакандаги сувга туширинг ва унинг температурасини уй температурасидан  $10^\circ\text{C}$  га оширинг (пробиркага туширилган термометр билан ўлчанг). Пробиркаларнинг ичидаги эритмаларни бир-бирига қўшинг ва неча секунддан кейин реакцияда лойқа ҳосил бўлишини аниқланг.

Учинчи жуфт пробиркаларни юқоридаги ишни такрорлаб температурасини  $20^\circ\text{C}$  га оширинг ва яна лойқаланиш юз бериш вақтини аниқланг. Олинган натижаларни қуйидаги шаклда жадвалга ёзинг.

Пробирка номери	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг мл ҳисобида- ги миқдори	$\text{H}_2\text{SO}_4$ нинг мл ҳисоби- даги миқдори	$\tau$ — лойқала- ниш вақти (се- кунд ҳисобида)
--------------------	--	--	---

Бу тажриба учун ҳам реакция тезлигининг температурага боғлиқлигини кўрсатувчи график тузинг. Бунинг учун абсцисса ўқига тажрибаларнинг маълум масштабда олинган температурасини, ордината ўқига реакция тезлиги  $v = \frac{100}{\tau}$  қийматини қўйинг.

в) Реакция тезлигига кислота таъсири. Иккита пробирканинг тўртдан бир қисмигача калий перманганат ( $\text{KMnO}_4$ ) нинг бир хил суюлтирилган эритмасидан қўйинг. Иккала пробирканинг бирига суюлтирилган сульфат кислота эритмасидан, иккинчисига сирка кислота эритмасидан бир хил ҳажмда қўшинг. Сўнг иккала пробиркага бир вақтда 0,5 мл дан калий бромид ( $\text{KBr}$ ) эритмасидан қўшинг. Ҳар бир пробиркада калий перманганат ( $\text{KMnO}_4$ ) рангининг ўзгариш вақтини ўлчанади. Қайси кислота билан реакция тезроқ боради? Изоҳланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

### 8-лаборатория иши. Кимёвий мувозанат

а) Кимёвий мувозанатнинг силжиши. Пробирканинг тўртдан бир қисмигача суюлтирилган темир (III) хлорид ( $\text{FeCl}_3$ ) қуйиб, устига тенг миқдорда суюлтирилган аммоний роданид ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ) эритмаси қўшилади, суюқлик чайқатилади. Тўқ қорамтир (қон) рангдаги эритма ҳосил бўлишини изоҳлаб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Эритмани тўрт пробиркага тенг бўлинг, пробиркаларнинг биринчисига темир (III)-хлориднинг концентрланган эритмасидан қўшинг. Эритма рангининг ўзгаришини кузатинг. Реакция мувозанати қай тарафга силжийди ва қайси (тўғри ёки тескари) реакция тезлиги ортади?

в) Иккинчи пробиркага бир неча томчи аммоний роданиднинг концентрланган эритмасидан томизинг. Эритма рангининг ўзгаришини ёзиб олинг ва реакция тезлиги қандай ўзгариши ҳақида хулоса чиқаринг.

г) Учинчи пробиркага қуруқ аммоний хлорид тузидан озгина ташланг, пробиркани чайқатинг. Эритманинг рангсизланишини кузатинг. Реакция тезлиги қай тарафга силжийди ва қайси реакция тезлиги ортади?

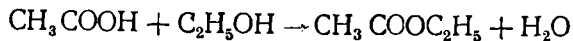
Баजारилган реакцияларда кимёвий мувозанат константасини ифодаланг ва хулоса чиқаринг. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Пробирка номери	Қўшилган эритма	Эритманинг ранги	Мувозанатнинг ўнгга ёки чапга силжиши

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

70. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги қандай ўлчов бирлиги билан ўлчанади? У қандай омилларга (факторларга) боғлиқ?

71. Сирка кислота билан этил спирт орасидаги реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Агар эритма икки марта суюлтирилса, реакция тезлиги қандай ўзгаради?

72. Газлар аралашмасининг ҳажми 3 марта камайтирилса, қуйидаги реакция тезлиги қандай ўзгаради:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ ?

73. Температура кўтарилганда реакция тезлиги нима учун кескин ортади?

74. Агар реакциянинг температура коэффициентини 1 га тенг бўлса, температура  $10^\circ\text{C}$  дан  $50^\circ\text{C}$  гача кўтарилганда реакция тезлиги қанча ортади?

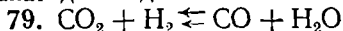
75. а) Массалар таъсири қонуни қандай таърифланади?

б) Вант-Гофф қондаси-чи? С. Аррениус назарияси ҳақида нима биласиз?

76. Активланиш энергияси деб нимага айтилади?

77. Қандай реакциялар занжир реакциялар дейилади?

78. Реакцияга киришувчи моддаларнинг қандай ҳолати кимёвий мувозанат дейилади?



реакциянинг мувозанат константаси бирга тенг. Реакция учун 1 моль  $\text{CO}_2$  ни 5 моль  $\text{H}_2$  билан аралаштирилган. Аини шароитда  $\text{CO}_2$  нинг неча фоизи  $\text{CO}$  га айланади?

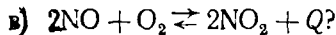
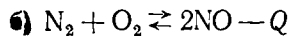
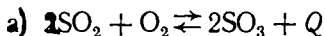
80. Кимёвий мувозанат константаси нимани кўрсатади ва у қандай омилларга боғлиқ?

81. Ушбу  $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$  тенглама бўйича кетадиган реакцияларда моддаларнинг концентрацияси қуйидагича бўлганда мувозанат қарор тоғади:

$[\text{H}_2] = 0,004$  моль/л;  $[\text{J}_2] = 0,025$  мол/л;  $[\text{HJ}] = 0,08$  моль/л. Мувозанат константасини ҳамда водород ва йоднинг дастлабки концентрацияларини ҳисобланг.

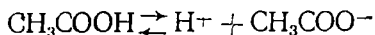
82. Ле-Шателье принципининг таърифи нимадан иборат?

83. Қуйидаги жараёнларда босим ва температура оширилганда мувозанат қайси реакция томонига силжийди:



Бу реакцияларнинг мувозанат константалари учун ифодалар тузинг.

84. Қуйидаги схемага кўра сирка кислотанинг мувозанат константаси учун тенглама тузинг:



Шу системанинг мувозанати эритмага:

а) натрий ацетат  $\text{CH}_3\text{COONa}$  қўшилганда;

б) ўювчи натрий қўшилганда қайси томонга силжийди?

85. Берилган реакциянинг тезлик константаси  $20^\circ\text{C}$  да  $2 \cdot 10^{-2}$  га,  $40^\circ$  да эса  $3,6 \cdot 10^{-1}$  га тенг. Реакциянинг активланиш энергиясини топинг.

## 1-§. ЭРИТМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Икки ёки бир неча компонентдан иборат қаттиқ ёки суюқ гомоген система *эритма* деб аталади.

Ўз агрегат ҳолатини эритмага ўтказадиган модда *эритувчи* ҳисобланади. Эритма бир жинсли бўлгани учун микроскоп ва кўз билан эритма ичидаги эритувчи ва эриган модда заррачаларини ажратиб бўлмайди.

Д.И. Менделеев моддаларнинг эритмалардаги ҳолатини текшириб, эриш кимёвий жараён эканлиги тўғрисидаги тасаввур яратди. У эритмада эриган модда билан эритувчи орасида бирикмалар ҳосил бўлади, деган хулосага келди. Бундай бирикмалар *сольватлар* деб аталади. Агар эритувчи сув бўлса, эритмада ҳосил бўлган бирикмалар гидратлар дейилади. Менделеевнинг сольватлар назарияси эритмалар ҳақидаги ҳозирги замон таълимотининг асосидир.

Гидратлар ҳосил бўлишини, шунингдек, моддаларнинг эриши натижа-сида иссиқлик ютилишини ёки чиқишини назарда тутиб, эришни кимёвий ҳодиса деб қараш мумкин. Бироқ эритмалар таркибининг ўзгарувчанлиги, яъни эриган модда билан эритувчининг миқдорлари орасида эквивалент нисбат йўқлиги уларни механик аралашмаларга яқинлаштиради.

Моддалар эритилганда эриган модда эритувчи орасига тарқалади. Агар бирор эритувчига қаттиқ модда солинса, қаттиқ модданинг сиртки қаватидаги заррачалари секин-аста сиртдан узилади ва эритувчининг бутун ҳажми бўйлаб тарқалади. Эритмада:  $чўкма \rightleftharpoons эриган\ модда$  мувозанат ҳосил бўлган эритманинг айни температурадаги концентрацияси ўзгармай қолади. Бундай эритма *тўйинган эритма* дейилади, чунки айни температурада шу моддадан яна бошқа эримайди. Тўйинган эритманинг концентрацияси модданинг айни шароитда эрувчанлигининг ўлчови ҳисобланади. Агар муайян температурада эритма таркибидаги эриган модда миқдори эритманинг тўйиниши учун керакли миқдордан кам бўлса, бундай эритма *тўйинмаган эритма* дейилади.

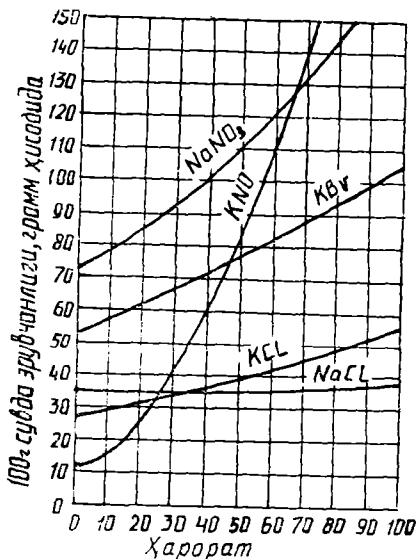
## 2-§. МОДДАНИНГ ЭРИШ ИССИҚЛИГИ

Бир моль модда эриганда ютиладиган ёки ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори шу модданинг эриш иссиқлиги деб аталади.

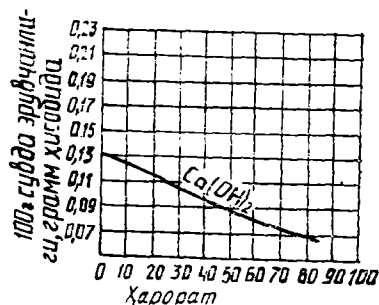
Эришда қуйидаги жараёнлар кузатилади: 1) кристалл панжаранинг бузилиши  $Q_k$  (эндотермик жараён). 2) Эриган модда молекулаларининг гидратланиши ёки сольватланиши  $Q_c$  (экзотермик жараён). 3) Гидратланган ва сольватланган молекулаларнинг диффузияси —  $Q_d$  (эндотермик жараён), яъни эриш иссиқлиги:

$$Q = Q_c - (Q_k + Q_d)$$

Демак,  $Q_c > -(Q_k + Q_d)$  экзотермик жараён.  
 $Q_c < -(Q_k + Q_d)$  эндотермик жараён.



13- расм. Баъзи тузларнинг эрувчанлик эгри чизиқлари.



14- расм. Кальций гидроксиднинг эрувчанлик эгри чизиғи.

### 3-§. ЭРУВЧАНЛИК

Турли моддаларнинг бир эритувчининг ўзида эрувчанлиги турлича бўлади. 100 г эритувчида неча грамм аини моддадан эриши *эрувчанлик*, деб аталади. Кўпчилик қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги температура кўтарилиши билан ортади (13-расм). Баъзи моддаларнинг (масалан  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) эрувчанлиги температура кўтарилиши билан камаяди (14-расм).

Газларнинг сувда эрувчанлиги ҳар хил. Баъзи газлар, масалан,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  жуда оз эрийди;  $\text{HCl}$  ва  $\text{NH}_3$  яхши эрийди. Газларнинг эрувчанлиги температуранинг пасайиши билан ортади. Газнинг суюқликда эрувчанлиги суюқлик устидаги газнинг босимига боғлиқ. Бу боғлиқлик Генри қонуни билан ифодаланади: газнинг масса бирликларида ифодаланган эрувчанлиги, ўзгармас температурада суюқлик устидаги газнинг босимига тўғри пропорционалдир.

### 4-§. ЭРИТМАЛАРНИНГ КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРИНИ ИФОДАЛАШҲ УСУЛЛАРИ

Эритмаларнинг ёки эритувчининг маълум оғирлик миқдорига ёки маълум ҳажмида эриган модда миқдори аини эритманинг концентрацияси дейилади. Уни ифодалашда ушбу усуллардан фойдаланилади:

1. Фоиз (процент) концентрация—100 г эритмада эриган модданинг граммлар сони. 10% эритмада 90 г эритувчи 10 г эриган модда бўлади. Кўпинча эритманинг концентрацияси унинг зичлик қийматига қараб топилади, чунки аини температурада эритманинг муайян

зичлигига эритма таркибидаги муайян миқдор модда тўғри келади. Шунинг учун зичликни ҳисоблашда

$$d = \frac{m}{V} \text{ формулалардан фойдаланилади}$$

бунда  $m$  — эритманинг массаси,  $V$  — эритманинг ҳажми,  $d$  — эритманинг зичлиги.

2. Моляр концентрация — 1 л эритмадаги эриган модданинг грамм-молекулалар сонини кўрсатади ва «М» ҳарфи билан белгиланади. Масалан, 1 М, 0,5 М ва ҳоказо.

3. Нормал концентрация — 1 л эритмада эриган модданинг грамм эквивалентлар сонини гр. экв. кўрсатади ва «N» ҳарфи билан белгиланади. Масалан:  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$  гр. экв.  $= 98/2 = 49$ . 1 л эритмада 49 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  бўлса, 1 N эритма, агар 4,9 г бўлса 0,1 N, 0,49 г бўлса 0,01 N эритма дейилади. Реакцияга киришаётган моддаларнинг нормал концентрациялари ўзаро тенг бўлса, бу эритмалар ўзаро қолдиқсиз реакцияга киришади. Нормал концентрациялари бир-бирига тенг бўлмаган эритмаларнинг қолдиқсиз реакцияга киришадиган ҳажмлари уларнинг нормалликларига тескари пропорционал бўлади:  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}$ .

$T_{\text{итр}}$  — эритманинг 1 мл да эриган модданинг граммлар миқдорини кўрсатадиган сон. Титр билан нормаллик орасида қуйидагича тенглама мавжуд:  $T = \frac{\mathcal{E} \cdot N}{1000}$ ; бу ерда:  $\mathcal{E}$  — эриган мода,  $N$  — нормаллик.

Моляль концентрация — 1 кг эритувчида эриган модданинг моль сонлари билан ўлчанади:  $C = \frac{1000a}{vM}$ ; бу ерда  $a$  — эриган модда миқдори (г ҳисобида),  $v$  — эритувчи миқдори,  $M$  — эриган модданинг молекуляр массаси.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

86. Дисперс система деб нимага айтилади?

87. Муайян шароитда модданинг эрувчанлиги қандай катталиклар билан ўлчанади?

88. Эриш иссиқлиги деб нимага айтилади? Қандай ҳолда модданинг эриши эндотермик, қандай ҳолда экзотермик жараён тарзида содир бўлади?

89. Генри қонуни қандай таърифланади?

90.

а) нормал;

б) моляр, моляль;

в) процентли концентрация нимадан иборат?

91. Эритмани механик аралашма ёки кимёвий бирикма дейиш мумкинми?

92. 90 г тузни қанча миқдор сувда эритилса, 10% ли эритма ҳосил бўлади?

93. 10% ли 3 л эритма тайёрлаш учун неча грамм ўювчи натрий керак бўлади?

94. Калий нитратнинг 2 моляр эритмасидан 2 литр тайёрлаш учун қанча нитрат тузи ( $KNO_3$ ) керак бўлади?

95. Солиштирма оғирлиги 1,31г/мл бўлган 50% ли нитрат кислота-нинг молярлигини топинг.

96. Солиштирма массаси 1,44 г/мл бўлган 34% ли сульфат кисло-та эритмасининг нормаллигини топинг.

97. 52 мл  $HCl$  эритмаси 12,5 мл 0,1н  $NaOH$  эритмаси билан нейт-ралланган. Кислота эритмасининг нормаллигини топинг.

98. 64% ли ва 28% ли эритмалардан 38% ли эритма тайёрлаш учун уларни қандай масса қисмларда аралаштириш керак?

99. Модданинг  $15^\circ C$  да тайёрланган 48г тўйинган эритмасидаги сув буғлатилгандан кейин 28 г кристалл ажралиб қолган. Унинг эрувчан-лик коэффицентини топинг.

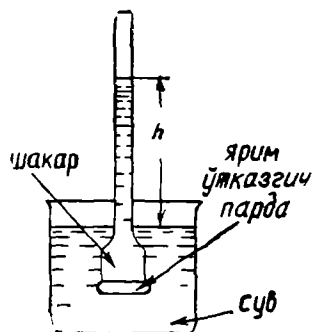
100. 10 г калий хлорид 300 г сувда эриганда температура  $2^\circ C$  пасай-ган. Калий хлориднинг эриш иссиқлигини ҳисобланг.

101. Сувсиз натрий карбонат  $Na_2CO_3$  нинг сувда эриш иссиқлиги 25,10 кЖ/моль.  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  — эриш иссиқлиги 66,90кЖ/моль.  $Na_2CO_3$  нинг гидратланиш иссиқлигини топинг.

#### 5-§. ЭРИТМАЛАРДА БЎЛАДИГАН ДИФФУЗИЯ ВА ОСМОС ҲОДИСАЛАРИ

Диффузия ва осмос ҳодисаси эритманинг асосий хоссаси ҳисобла-нади.

Бир модда заррачаларининг иккинчи модда ичида ўз-ўзича тақсим-ланиши диффузия дейилади. Эритмаларда бўладиган диффузия ҳо-дисаси табиатда жуда кўп тарқалган. Масалан, агар эритувчи билан эритма ўртасига ярим ўтказгич парда қўйсак, бу парда орқали эритув-чи эритмага ўтиб, уни суюлтира бошлайди. Эритувчининг ярим ўтказ-гич парда орқали ўтиш жараёни осмос дейилади. Осмос икки хил сабабга кўра келиб чиқади. Биринчидан, тоза сувда сув молекулалари-нинг концентрацияси эритмадагига қараганда юқори бўлади. Иккинчи-дан, эритмада сув молекулалари эрувчи модда молекулалари билан би-рикиб, гидратлар ҳосил қилади. 15-расмда-



15- расм. Осмотик босим-ни аниқлаш асбобининг схемаси.

гидек иккита идиш олиб, катта идишга тоза сув, туби ярим ўтказгич парда билан қоп-ланган найсимон кичик идишга қанд эрит-маси солинган бўлсин. Кичик идиш катта идишга ботирилганда унга ярим ўтказгич парда орқали сув ўтиб, найча ичидаги суюқ-лик сирти кўтарила бошлайди. Гидростатик босим вужудга келади. Буни эритманинг ос-мотик босими дейилади. Осмотик бо-сим катталлиги эритувчи ва эрувчи модданинг табиатига боғлиқ бўл-масдан, фақат концентрация ва температурага боғлиқдир. Бу боғ-ланиш Вант-Гофф қонунини ўз ифодасини топган:

$$P = c \cdot RT$$



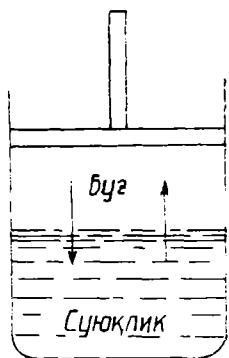
Бу ерда  $P$  — эритманинг осмотик босими,  $c$  — эритманинг моляр концентрацияси,  $T$  — абсолют температура,  $R$  — универсаль газ константа. Эритманинг осмотик босими эриган модда аини температурада газ ҳолатида бўлиб, эритма ҳажмига тенг ҳажмни эгаллаганда кўрсата оладиган босимига баробардир. Бу — Вант-Гофф қонунидир. Осмос ҳодисаси ҳайвонлар, айниқса ўсимликлар ҳаётида катта роль ўйнайди.

### 6-§ ЭРИТМАНИНГ БУҒ БОСИМИ

Суюқлик билан мувозанатда турган буғ *тўйинган буғ* дейилади. Буғ босими ташқи муҳит босимига тенг бўлган температура *қайнаш температураси* дейилади.

Учувчан бўлмаган моддани суюқликда эритилса, эритма устидаги буғ босими, тоза сув устидаги буғ босимига нисбатан кичик бўлади (бир хил температурада). Сабаб шундаки, учмайдиган модда эритмаси буғининг босими суюқликнинг сиртидан вақт бирлигида буғланувчи сув молекулалари сонига боғлиқ (16-расм). Учувчан модда эритмасининг сиртида эритувчи молекулалари ҳам, эриган модда молекулалари ҳам бўлади. Демак, вақт бирлигида учмайдиган модда эритмаси сиртидан чиқадиган буғда тоза эритувчи сиртидагига қараганда кам миқдор молекулалар бўлади. Бинобарин, учмайдиган модда эритмаси устидаги босим аини температурада тоза эритувчи устидаги буғ босимидан ҳамма вақт паст бўлади (17-расм). Агар  $P_0$  — тоза эритувчининг буғ босими,  $P$  — эритманинг буғ босими бўлса;  $\frac{P_0 - P}{P_0}$  буғ босимнинг нисбий пайиши бўлади.

1887 йилда француз олими Х. Ф. Рауль қуйидаги қонунни таърифлади: Эритма буғ босимининг нисбий камайиши  $\frac{\Delta P}{P_0}$  эриган модданинг моляр сони « $n_1$ » нинг эритувчининг моляр сони « $n_2$ » билан эриган



16-расм. Суюқлик ва буғ мувозанати.



17-расм. Тўйинган буғ босимининг температурага боғлиқлиги

модда моляр сони « $n_1$ » нинг ййиндисига бўлган нисбатига тенг бўлади, лекин эриган модда табиатига боғлиқ эмас:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{n_1}{n + n_1}$$

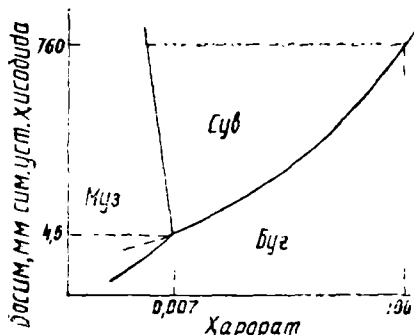
ёки  $n_1$  нинг қиймати  $n_2$  га нисбатан жуда кичик эканлигини эътиборга олсак, Раулнинг 1-қонуни  $\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n_1}{n_2}$  формула кўринишига эга бўлади.

## 7- §. ЭРИТМАНИНГ МУЗЛАШ ВА ҚАЙНАШ ТЕМПЕРАТУРАСИ

Суюқлик устидаги буғ босими ташқи босимга тенг бўлган температурадагина суюқлик қайнайд. Нормал босимда сув  $100^\circ\text{C}$  да қайнайд ва  $0^\circ\text{C}$  да музлайди. Чунки  $0^\circ\text{C}$  да муз буғининг ҳамда суюқ сув буғининг босими бир хил: 4,6 мм симоб устунига тенг. 18-расмда сувнинг ҳолат диаграммаси кўрсатилган. Бу диаграммада сув фазаларнинг (муз, буғ ва суюқ сувнинг) мавжуд бўла олиш соҳалари, шунингдек, сув буғи босимнинг температура ва ташқи босимга боғлиқлиги кўрсатилган. Диаграммадан кўриниб турибдики, 0 нуқтага  $0,007^\circ\text{C}$  температура ва 4,6 мм симоб устуни босими тўғри келади. Бундай ҳолатда ҳар учала фаза: муз-сув-буғ мувозанатда бўлади. Шунинг учун  $0,007^\circ\text{C}$  нуқта *учламчи нуқта* дейилади.

Сув устидаги буғ босими эритма устидаги буғ босимидан катта,  $100^\circ\text{C}$  да эритма устидаги буғ босими 760 мм симоб устунидан кичик бўлади. Уни 760 мм симоб устунига қадар кўтариш учун эритмани  $100^\circ\text{C}$  дан юқорироқ температурагача иситиш керак.

$0^\circ\text{C}$  эритма устидаги буғ босими муз устидаги босимдан кичик бўлади. Шунинг учун эритма  $0^\circ\text{C}$  да музламайди, чунки эритма устидаги буғ босими муз устидаги буғ босимига тенг эмас. Расмдаги эгри чиқиқлар эритманиннг музлаш температураси  $t_1$ , сувнинг музлаш температураси  $t_2$  дан кичиклигини кўрсатади. Эритманиннг қайнаш температураси  $t_4$  эса сувнинг қайнаш температураси —  $t_3$  дан юқори бўлади. Юқорида айтилганлардан ушбу хулоса чиқади: эриган модда эритувчининг музлаш температурасини пасайтиради ва қайнаш температурасини оширади.



18-расм. Сувнинг ҳолат диаграммаси

Раулнинг 2-қонуни қуйидагича таърифланади: эритма музлаш температурасининг пасайиши ҳамда қайнаш температурасининг кўтарилиши эриган модданиннг моляр концентрациясига тўғри пропорционалдир. Бу қонунни математик ифодаси:

$$\Delta t = A \cdot C \quad \text{ёки} \quad \Delta t = \frac{K \cdot 1000 \cdot a}{M \cdot b} \quad \text{бу}$$

ерда  $\Delta t$  — музлаш температурасининг пасайиши ёки қайнаш температурасининг кўтарилиши,  $a$  — эриган модда массаси,  $b$  — эритувчи масса-

си,  $M$  — эриган модданинг молекуляр массаси,  $K$  — пропорционаллик коэффициент,  $C$  — моляль концентрация. Ҳар қайси эритувчи учун « $K$ » ўзгармас сон. Музлаш температураси пасайган ҳолда у криоскопик, қайнаш температураси ортган ҳолда эса эбулиоскопик константа дейилади (4-жадвал).

4-жадвал

Баъзи эритувчилар учун музлаш ва қайнаш температурасининг моляр кўтарилиши ва моляр пасайиши

Эритувчи	$K_{\text{криоск}}$	$K_{\text{эбулоск}}$
Сув	1,85	0,52
Сирка кис.л.	3,90	3,10
Бензол	5,10	2,64
Хлороформ	4,90	3,80

Юқоридаги формулани  $\Delta t = K \frac{m}{M}$  ёки  $M = K \frac{m}{\Delta t}$  шаклида ҳам ёзиш мумкин.  $M = \frac{K \cdot 1000 a}{b \cdot \Delta t}$  формуладан фойдаланиб эриган модданинг молекуляр массасини тажрибада топиш мумкин.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

102. 500 мл сувда 1,8 г глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  эритилган, эритманинг  $27^\circ C$  даги осмотик босимини ҳисобланг.

103. Сув бугининг  $20^\circ$  даги босими 17,5 мм сим уст. га тенг. Агар 360 г сувда 36,8 г глицерин ( $C_3H_8(OH)_3$ ) эритилса, аини температурада сувнинг буғ босими қанча пасаяди?

104. 400г сувда, 0,272 г модда эришидан ҳосил бўлган эритма  $0,6037^\circ C$  да музлайди. Эриган модданинг молекуляр массасини аниқланг.

105. 2% ли глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  эритмасининг музлаш ҳароратининг пасайишини ҳисобланг.

106. Тоза бензолнинг қайнаш ҳароратини ( $80,1^\circ C$ ) ва унинг эбулиоскопик константасини (2,64) билган ҳолда таркибида 20,48% нафталин ( $C_{10}H_8$ ) бўлган 400 г бензол қандай ҳароратда қайнашини аниқланг.

## VIII БОБ. ЭЛЕКТРОЛИТЛАР ЭРИТМАЛАРИ

### 1-§. ЭЛЕКТРОЛИТИК ДИССОЦИЛАНИШ НАЗАРИЯСИ

Сувдаги эритмалари ёки ўзи суюқланганида электр токнинг ўтказувчи моддалар *электролитлар* дейилади. Кислота, асос ва тузлар электролитлардир. Вант-Гофф ва Рауль қонунларига фақат электролит бўлмаган моддаларнинг сувдаги эритмалари бўйсунди. Туз, кислота ва асосларнинг эритмалари бу қонунларга бўйсунмайди. Чунончи, электролит эритмалари музлаш ҳароратининг пасайиши Рауль қонуни бўйича ҳисобланган пасайишига қараганда ортиқроқ бўлади. Бундай электро-

литлар буғи босимининг пасайиши, осмотик босими ва қайнаш ҳароратининг кўтарилиши назария бўйича кугилганидан ортиқроқ бўлади.

Швед олими С. Аррениус электролитларнинг хоссаларини ўрганиб (1887 й) қуйидаги хулосага келди. Туз, кислота ва асослар эритма қотиш ҳароратининг пасайиши ва қайнаш ҳароратининг кўтарилиши ҳамда уларнинг электр токини ўтказа олиш хусусияти биргина сабабга, боғлиқ. Электролитлар сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланади, яъни мусбат ва манфий зарядланган ионларга ажралади. Мусбат зарядланган ионлар — *катионлар*, манфий зарядланган ионлар эса *анионлар* дейилади (Ионларнинг узлуксиз ҳаракати электр токини ўтказишга сабаб бўлади).

Электролит ионларга ажралганда битта молекуладан икки ва ундан ортиқ ион ҳосил бўлиши натижасида эритмадаги заррачаларнинг умумий сони ортади. Шунинг учун электролит эритмасининг осмотик босими  $P_{осм}$ , музлаш ҳарорати  $t_{муз}$  нинг ва қайнаш ҳарорати  $t_{қайн}$  нинг ўзгариши худди шундай концентрацияли электролитмас эритмаларникидан бирмунча юқори бўлади.

Вант-Гофф электролитмас эритмаларига оид қонунларни электролитлар эритмалари учун татбиқ этишда мувофиқ тенгламаларга маълум коэффициент  $i$  киритиш кераклигини кўрсатди:

$$P_{осм.} = \frac{mRT}{MV} \quad P_{осм.} = \frac{i \cdot m \cdot R \cdot T}{MV}$$

(электролит бўлмаган эритмалар учун)      (электролит эритмалари учун)

$i$  — Вант-Гофф киритган изотоник коэффициент, у тажрибадан топилади:

$$i = \frac{\text{электролит эритмасининг осмотик босими}}{\text{электролитмас эритмасининг осмотик босими}} = \frac{P}{P_0}$$

(электролит ва электролитмас эритмаларнинг моляр концентрацияси ўзaro тенг бўлиши керак), у ҳолда:

$$i = \frac{\Delta t_{қайн. \text{ электролит эритмасининг}}}{\Delta t_{қайн. \text{ электролитмас эритмасининг}}} \text{ ёки}$$

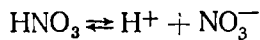
$$i = \frac{\Delta t_{муз. \text{ электролит эритмасининг}}}{\Delta t_{муз. \text{ электролитмас эритмасининг}}}$$

нисбатларидан топилади.  $i$  нинг қиймати эритма концентрацияси камайиши билан ортади.  $i$  нинг энг катта қиймати  $\text{NaCl}$  эритмаси учун 2 га,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  эритмаси учун 3 га,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  нинг эритмаси учун 4га (электролитларнинг молекулаларидаги ионлар сонига) яқинлашади.

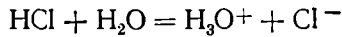
Электролитнинг ионларга диссоциланиши эритувчининг қутбли молекулалари иштирокида содир бўлади.

## 2-§. КИСЛОТА, АСОС ВА ТУЗЛАРНИНГ ДИССОЦИЛАНИШИ

Эритмаларда  $\text{H}^+$  ва кислота қолдиғи ионига диссоциланувчи бирикмалар *кислоталар* дейилади, масалан:

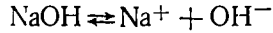


Ҳосил бўлган  $\text{H}^+$  ионда (протонда) электрон қават бўлмайди. Шунинг учун у сувли муҳитда  $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+$  ни ҳосил қилади. Эритмада  $\text{H}^+$  бўлиши эритмаларнинг кислота хусусиятига сабаб бўлади:



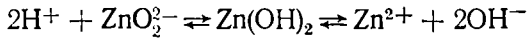
Бироқ диссоциланиш тенгламаларини соддалаштириш мақсадида  $\text{H}_3\text{O}^+$  ўрнига  $\text{H}^+$  ёзилади.

Асослар эритмаларида металл иони билан гидроксид ионларига диссоциланади, масалан:



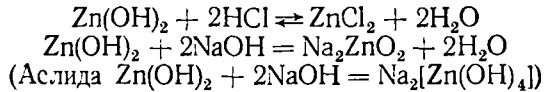
Асослар эритмаларида  $\text{OH}^-$  ионларининг борлиги ишқорий муҳит ҳосил қилади.

Кислота ва асослардан ташқари ҳам кислота, ҳам асос хоссаларига эга бўлган гидроксидлар ҳам маълум. Бундай гидроксидлар амфотер гидроксидлар дейилади, масалан:

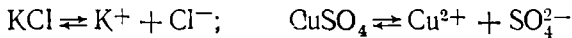


ишқорий муҳитда эритмада кислотали муҳитда

Шунинг учун  $\text{Zn(OH)}_2$  ҳам кислота, ҳам асослар билан реакцияга киришади:



Тузлар эритмаларда металл ионлари билан кислота қолдиғи ионларига диссоциланади, масалан:

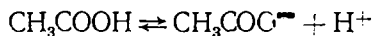


Сувдаги эритмаларида ионларга тўлиқ диссоциланидиган электролитлар *кучли электролитлар* дейилади; булар жумласига масалан,  $\text{HClO}_4$  — перхлорат,  $\text{HCl}$  — хлорид кислота,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  каби асослар ва деярлик барча тузлар киради.

Сувдаги эритмаларда қисман диссоциланиб, жуда оз миқдорда ионлар ҳосил қилувчи электролитлар *кучсиз электролитлар* дейилади: булар жумласига кучсиз кислоталар ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), қийин эрувчи асослар ва баъзи тузлар киради.

### 3-§. ЭЛЕКТРОЛИТЛАРНИНГ ДИССОЦИЛАНИШ ДАРАЖАСИ

Кучсиз электролитнинг диссоциланиши натижасида ҳосил бўлган катион ва анионлар бир-бири билан тўқнашиб, қайтадан эриган модда молекуласини ҳосил қила олади. Демак, кучсиз электролитнинг электролитик диссоциланиши қайтар жараёнدير. Кучсиз электролитнинг диссоциланиш тенгламасида, кучли электролитларнинг диссоциланиши тенгламасидан фарқли ўлароқ, тенглик аломати ўрнига қайтар белгиси ёзилади, масалан:



Эритманг модданинг ёки эритмадаги электролит миқдорининг қанча қисми ионларга ажралганлигини кўрсатувчи катталиқ электролитик диссоциланиш даражаси дейилади. У  $\alpha$  билан ишораланади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\alpha = \frac{\text{модданинг ионларга ажралган моль сонлари}}{\text{эритманг модданинг моль сонлари}}$$

Масалан, 1 л 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  эритмасида кислотанинг фақат 0,00136 моли ионларга диссоциланган. Демак,

$$\alpha = \frac{0,00136}{0,1} = 0,0136.$$

*Handwritten note:*  
 $\alpha = K \cdot C$

Электролитнинг диссоциланиш даражасини фоизларда ифодалаш учун  $\alpha$  ни 100 га кўпайтирилади; аини мисолимизда:  $\alpha = 0,0136 \cdot 100 = 1,36\%$ .

$\alpha$  ни турли усуллар билан аниқлаш мумкин. Бу усулларнинг бири эритманинг электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган. Бунда Ар-

реннус формуласи  $\alpha = \frac{\lambda_V}{\lambda_\infty}$  дан фойдаланилади.

Формуладаги  $\lambda_V$  аини концентрациядаги эритманинг;  $\lambda_\infty$  ўша модда эритмасининг чексиз кўп суюлтирилган ҳолатидаги электр ўтказувчанлиги.

Агар диссоциланиш даражаси  $\alpha$  — 3% бўлса, кучсиз электролит; 3 — 30% бўлса, ўртача кучли электролит, 30% дан ошиқ бўлса, кучли электролит дейилади.

Электролитнинг диссоциланиш константаси ва диссоциланиш даражаси орасида маълум боғланиш мавжуд. Уни қуйидагича тушуниб олиш мумкин.

Кучсиз электролитнинг  $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A}^+ + \text{B}^-$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  мувозанат нуқтасидаги константаси массалар таъсири қонунига биноан:

$$K_g = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$$

яъни

$$K_\alpha = \frac{[\text{H}^+] C[\text{H}_2\text{COO}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \text{ бўлади.}$$

бу ерда  $K_g$  — мувозанат константаси, диссоциланиш константаси деб аталади.  $K_g$  — қанча катта бўлса, аини электролит шунча кучли диссоциланади.

$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$  (кучсиз электролит).

«К» билан  $\alpha$  орасидаги ўзаро боғланиш Оствальднинг суюлтириш қонунини номли қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$K = \frac{C \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Агар бу формула махражидаги  $\alpha$  ни 1 га нисбатан жуда кичик эканлигини назарда тутсак ( $1 - \alpha$ ) ни 1 деб олиш мумкин. У ҳолда Оствальднинг суюлтириш қонунидан  $K_g$  топилади:

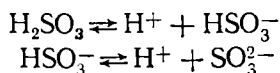
$$K_g = C \cdot \alpha^2; \quad \alpha = \sqrt{\frac{K}{S}}; \quad C = \frac{n}{V}; \quad \alpha = \sqrt{K \frac{n}{V}}$$

Мисолимизда  $n = 1$ ; шунинг учун  $\alpha = \sqrt{\frac{K}{V}}$  га эга бўламиз.

Кучсиз электролитларнинг диссоциланиш даражаси электролитнинг диссоциланиш константаси қийматининг квадрат илдизига тескари пропорционал, яъни эритма суюлтирилган сари унинг диссоциланиш даражаси ортади.

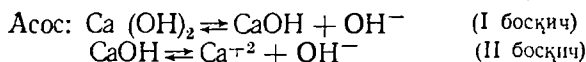
#### 4-§. БОСҚИЧЛИ ДИССОЦИЛАНИШ

Нормал тузлардан ташқари, молекуласида кўп валентли анион ёки кўп валентли катиони бор электролитлар ҳам босқичли диссоциланади, масалан:

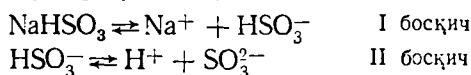


Диссоциланишнинг ҳар бир босқичини ўзига хос мувозанат константаси мавжуд. Мисолимизда

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,7 \cdot 10^{-2} \\ K_2 &= \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8} \end{aligned} \right\} K_1 \gg K_2$$



Нордон тузлар ҳам босқичли диссоциланади; масалан:



#### 5-§. ИОНЛАРНИНГ АКТИВЛИГИ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Кучли электролит ионнинг актив концентрацияси *активлик* деб аталади:  $a = f \cdot c$  пропорционаллик коэффициентини  $f$  эса активлик коэффициенти дейилади.

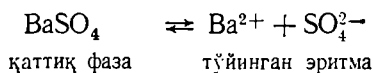
Айни ионнинг активлиги эритмадаги барча ионларнинг концентрацияси билан валентлигига боғлиқ.

Активлик коэффициенти одатда, бирдан кичик бўлади ва эритма жуда суюлтирилиб, ионлар орасидаги масофа анча узайганида ҳамда ионлараро куч ионларнинг ҳаракатланишига таъсир қилмаганда активлик коэффициенти бирга яқинлашади. Бундай ҳолда  $a_{\text{ион}} \approx C_{\text{ион}}$ , яъни эритмадаги ионларнинг активлиги эритма концентрациясига тенг бўлади.

Кучли электролитлар эритмасида активлик коэффициенти  $f_{\text{ион}} < 1$  бўлганлиги сабабли, ионларнинг активлиги уларнинг концентрациясидан кичик ( $a_{\text{ион}} < C_{\text{ион}}$ ) бўлади.

### 6-§. ЭРУВЧАНЛИК КЎПАЙТМАСИ

Қийин эрувчан электролитларнинг, масалан, барий сульфатнинг диссоциланиш жараёнини



шаклда ёзиб, бу мувозанатга массалар таъсири қонунини татбиқ этсак уни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$K[\text{BaSO}_4] = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

Қийин эрувчан электролитнинг тўйинган эритмасида унинг ионлари, концентрацияси кўпайтмаси айни температурада ўзгармас катталиқдир. Уни ЭК — эрувчанлик кўпайтмаси дейилади.

$$\text{BaSO}_4 \text{ нинг тўйинган эритмаси учун } 25^\circ\text{C да } [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = \text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = 1 \cdot 10^{-10}$$

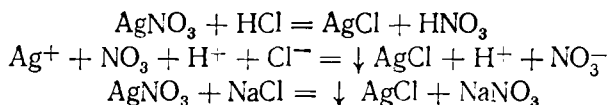
Агар  $[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] < 1 \cdot 10^{-10}$  бўлса, эритма тўйинмаган бўлади ва унда яна маълум миқдор  $\text{BaSO}_4$  эриши мумкин. Агар  $\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} > 1 \cdot 10^{-10}$  дан катта бўлса, эритма ўта тўйинган бўлади ва эриган модданинг ортиқчаси чўкмага туша бошлайди. Эритмадаги  $\text{Ba}^{2+}$  ва  $\text{SO}_4^{2-}$  — ионлари концентрацияси кўпайтмаси яна  $\text{BaSO}_4$  нинг «ЭК» га тенглашгунча чўкма ҳосил бўлади.

Қийин эрувчан электролитнинг тўйинган эритмасидаги ионлар концентрацияси ўзгармас катталиқдир, шунинг учун ионлардан биттасининг концентрациясини ортиши системани мувозанатдан чиқаради ва мувозанатни чўкма ҳосил бўлиш томонига силжитади. Агар  $\text{BaCl}_2$  ни қўшиш йўли билан  $\text{BaSO}_4$  нинг тўйинган эритмасидаги  $\text{Ba}^{2+}$  ионларининг концентрацияси ортирилса,  $[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$  кўпайтма  $\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4}$  дан ортади. Натижада тезда қўшимча  $\text{BaSO}_4$  чўкмага тушади. Эритмадаги  $\text{BaSO}_4$  миқдори эса камаяди, ионлар концентрацияси кўпайтмаси  $[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$  яна  $\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4}$  га тенг бўлиб қолади. Демак, қийин эрувчан электролит эритмасига электролит ионлари билан бир хил ионларга эга бўлган модда қўшилса, электролитнинг эрувчанлиги камаяди.

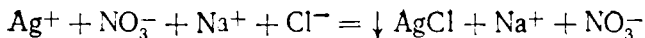
Агар модда учун ЭК маълум бўлса, унинг эрувчанлигини ҳисоблаб топиш мумкин:  $[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = \text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = 1 \cdot 10^{-10}$ . Эрувчанлик  $\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{1 \cdot 10^{-10}} = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

### 7-§. ЭЛЕКТРОЛИТ ЭРИТМАСИДАГИ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ ЙУНАЛИШИ

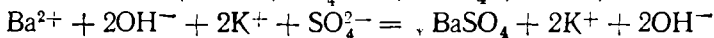
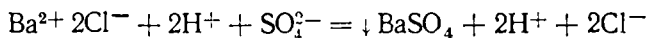
Электролит эритмаларида эриган модда ионлари орасида турли реакциялар боради, масалан







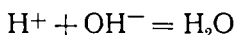
Бу реакцияларнинг моҳияти шундаки, эритмадаги  $\text{Ag}^+$  ва  $\text{Cl}^-$  ионлари ўзаро таъсирлашиб  $\text{AgCl}$  чўкмасни ҳосил қилади.  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$  ва  $\text{NO}_3^-$  ионлари ушбу алмашиниш реакцияларида ўзгармайди, шунинг учун бу ионларни реакция тенгламасини тузишда ёзиш шарт эмас. Юқоридаги жараён битта умумий формула билан ифодаланади:  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \downarrow \text{AgCl}$



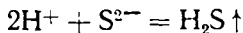
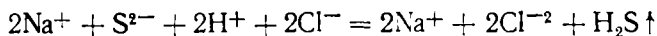
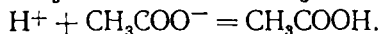
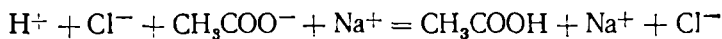
Бу реакцияларни  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \downarrow \text{BaSO}_4$  деб ифодаласак бўлади.

Электролитлар эритмаларида содир бўладиган реакцияларнинг моҳиятини кўрсатиб берувчи бундай қисқартирилган тенгламалар *ионли тенгламалар* дейилади.

Қийин эрувчан моддалар, кам диссоциланадиган электролитлар, осон учувчан моддалар ионли тенгламада ҳамма вақт молекулалар ҳолида ёзилади:  $\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{K}^+ + \text{OH}^- = \text{K}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$



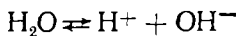
демак,  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  деб ифодаланади.



Юқоридаги мисоллардан кўриниб турибдики, химиявий реакциялар электролитлар эритмаларида эркин ионларнинг боғланиш томонига йўналади. Агар эритмада кучли электролитлар масалан,  $\text{KCl}$  ва  $\text{NaNO}_3$  бўлса, улар орасида реакция содир бўлмайди, чунки бу ионлар ўзаро таъсирланмайди.

### 8-§. СУВНИНГ ИОН КЎПАЙТМАСИ

Сув молекулалари гарчи оз бўлса-да, диссоциланади:



Сувнинг кучсиз электролит сифатида диссоциланиш масаласи тажрибада синалиб, унинг учун:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

эканлиги топилган. Бундан сув молекулаларининг концентрацияси деярли ўзгармаслиги эътиборга олинса:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{H}_2\text{O}] \text{ ёки } \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000}{18,016} = K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 55,56 \text{ моль}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1,10 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ г·моль/л}$$

Агар эритма учун  $[H^+] = [OH^-]$  бўлса, бундай эритма нейтрал эритма дейилади.  $[H^+] > 10^{-7}$  бўлса кислотали муҳит,  $[H^+] < 10^{-7}$  бўлса, ишқорий муҳит дейилади.

Сувнинг ион кўпайтмаси қийматидан фойдаланиб,  $OH^-$  ионларининг концентрацияси маълум бўлганда,  $H^+$  ионларининг концентрациясини,  $H^+$  ионларининг концентрацияси маълум бўлганда эса  $OH^-$  ионларининг концентрациясини ҳисоблай оламиз:

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}; \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]};$$

Эритманинг кислотали ёки ишқорийлигини манфий даражаля сочлар билан ифодалаш жуда ноқулай. Шунинг учун эритманинг кислоталилиги ёки (асослилиги) ишқорийлигини  $H^+$  ионларининг концентрацияси билан эмас, балки унинг манфий ишора билан олинган концентрациясининг ўнли логарифми билан ифодалаш қабул қилинган. Бу қиймат *водород кўрсаткичи* дейилади ва  $pH$  белги билан ишораланади:

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

нейтрал муҳитда  $[H^+] = 10^{-7}$  моль/л.  $pH = -\lg (H^+) = 7$ .

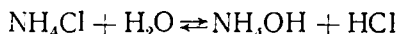
Кислотали муҳит учун  $pH < 7$ , ишқорий муҳит учун  $pH > 7$ .

### 9-§. ТУЗЛАРНИНГ ГИДРОЛИЗЛАНИШИ

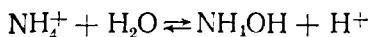
Эриган туз ионларининг сувнинг  $H^+$  ва  $OH^-$  ионлари билан химиявий ўзаро таъсир этиб, муҳитнинг  $pH$  ни ўзгартириши тузларнинг гидролизланиши дейилади. Бунда сувнинг диссоциланишидаги ион мувозанати бир томонга қараб силжийди.

Тузларнинг гидролизланишидаги типик ҳолларни кўриб чиқамиз:

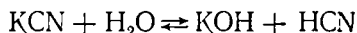
а) Кучсиз асос билан кучли кислотадан ҳосил бўлган туз



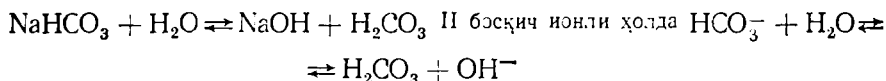
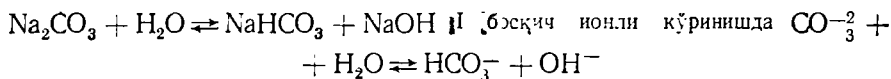
ёки ионли кўринишда



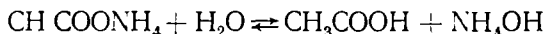
б) Кучсиз кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган туз



ионли ҳолда  $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$  — ишқорий муҳит



в) Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз

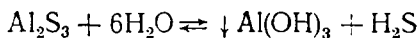


ионли ҳолда  $CH_3COO^- + NH_4^+ + H_2O = CH_3COOH + NH_4OH$  бундан

$K_{CH_3COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_{NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$  бўлгани учун муҳит нейтрал



гидролиз тўлиқ кетади. Масалан:



$\text{Al}_2\text{S}_3$  тўлиқ гидролизланади, чунки гидролиз натижасида қийин эрийдиган  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ва қийин диссоциланувчи ва учувчан  $\text{H}_2\text{S}$  ҳосил бўлади.

Агар кучли асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган туз кучсиз диссоциланувчи бирикма ҳосил қилмаса, диссоциланган молекулалар билан сув ионлари орасидаги мувозанат бузилмайди. Бундай тузларнинг эритмалари нейтраллигича қолади. Демак, бундай тузлар гидролизга учрамайди.

Гидролиз кўпгина тузлар учун қайтар жараёндир. Тузнинг гидролизини миқдор жиҳатдан гидролизланиш даражаси билан характерлаш мумкин.

$$\text{Гидролизланиш даражаси } h = \frac{\text{тузнинг гидролизланган моль сони}}{\text{тузнинг умуман эриган моль сони}}$$

Демак, гидролиз даражаси эриган тузнинг қандай қисми гидролизланганини кўрсатади.

Эритма суюлтирилса тузнинг гидролизланиш даражаси ортади. Туз эритмасининг ҳароратини ошириб ёки унинг концентрациясини камайтириб, гидролиз реакциясини тезлатиш ва, аксинча, ҳароратни пасайтириб ва концентрацияни ошириб, гидролизни секинлатиш мумкин.

### **9- лаборатория иши. Эритмалар ва эрувчанлик**

Эрувчанлик диаграммасини ҳосил қилиш

Техник тарозида аниқлиги 0,01 г гача чинни косача тортиб олинади, уни сим чамбаракка қўйиб, сувли стаканга туширилади. Стаканни совиштиш ёки иситиш билан берилган температурага келтириб, лампа алангасини стакандаги сувнинг температураси ўзгармайдиган ҳолатга келтириб қўйилади. Стаканга майдаланган калий нитрат ( $\text{KNO}_3$ ) дан 1—2 грамм солиб, шиша таёқча билан аралаштириб эритилади. Агар ҳамма туз эриб кетса, яна шунча миқдор туз солиб эритилади. Бу ҳол тузнинг маълум миқдори эримай қолгунча давом эттирилади.

Эритманинг температурасини доимий кузатиб туриб, эритма аралаштирилаверади. Тўйинган эритманинг температураси ёзиб қўйилади ва эритма тиндирилади.

Термометрни тезда олиб, эритмани кристалл билан тортиб, аниқлаб қўйилган чинни косачага солинади ва эритмаси билан тортилади. Чинни косачани асбест сеткада қуригунча буглатилади. Буглатиш охирида қолганда аланга пастроқ бўлиши шарт, чунки эритма сачраб кетиши натижасида туз йўқолиши мумкин. Сўнгра чинни косача қуригич шкаф ( $115^\circ$ ) га 20—25 минут қўйилади. Тегишли диаграммани чизинг.

## 10- лаборатория иши

Юқори концентрацияли эритмадан маълум концентрацияли эритма тайёрлаш

250 мл 6% ли ош тузи эритмасини тайёрланг.

а) Ареометр ёрдамида тайёрланган ош тузи эритмасини солиштирма оғирлигини аниқлаб, жадралдан шунга мос келган унинг фоиз таркибини топинг;

б) 250 мл 6% ли ош тузи эритмасини тайёрлашга керак бўлган туз миқдорини ҳисобланг;

в) илгари тайёрланган концентрланган эритмадан ва сувдан неча мл олинишини ҳисобланг.

Қуруқ тузли чинни косача қурутгич шкафдан олиниб, эксикаторда совитилади ва тортилади. Яна бир марта қуришиб тортилади. Беришган тажрибадан косачадаги эритма ва қуруқ туз миқдорини аниқланг.

### Натижаларни ишлаб чиқиш

а) буғлатиш учун олинган эритманинг оғирлигини;

б) эритмада бўлган қуруқ тузнинг оғирлигини;

в) эритмада бўлган сувнинг оғирлигини;

г) белгиланган температурада калий нитратнинг 100 г сувдаги ва 100 г эритмадаги эрувчанлигини ҳисоблаб топинг.

Эрувчанлик жадвалидаги (иловага қаранг) маълумотлардан фойдаланиб, шу тузнинг тажриба температурасидаги эрувчанлигини аниқланг ва уни жадвалда келтирилган эрувчанлик билан солиштиринг.

### Титрлаш йўли билан хлорид кислота эритмасининг концентрациясини аниқлаш

150 мл ли конуссимон колбага пипетка ёрдамида 10 мл хлорид кислота (0,1N) қўйинг ва устига икки томчи фенолфталеин қўшинг. Колбани бюретка тагига қўйиб, ишқор билан титрланг. Титрлаш охирида бюреткадаги ишқор эритмасидан аста-секин томчилатиб, пушти ранг ҳосил бўлгунча қўшинг.

Кислотани нейтраллаш учун сарф бўлган ишқорнинг ҳажмини ҳисобланг ва топилган қийматни ёзиб қўйинг. Титрлашни яна икки марта такрорланг. Ҳар бир титрлашда сарф бўлган ишқорнинг ҳажми 0,1 мл дан кўп фарқ қилмаслиги керак. Ҳисоблаш учун сарф бўлган ишқорнинг ўртача қийматини чиқаринг.

Титрлаш маълумотларини ёзинг.

10 мл HCl га сарф бўлган:

биринчи титрлашда

.мл NaOH

иккинчи титрлашда

.мл NaOH

учинчи титрлашда

.мл NaOH

Кислотанинг нормаллиги қўйилаги тенглама бўйича топилади.

$$N_{\text{кисл.}} = \frac{V_{\text{ишқ.}} \cdot N_{\text{ишқ.}}}{V_{\text{кисл.}}}$$

1. Зичлиги  $1,1 \text{ г/м}^3$  бўлган 500 мл 20% ли HCl эритмасига 500 мл сув қўшилган. Ҳосил бўлган эритма неча процентли бўлади (Жавоби 10,5)?

2. Зичлиги 1,217 бўлган 2%ли КОН эритмасининг нормаллиги ва молярлигини топинг (Жавоби: 7,2М ва 7,2N).

3. 200 мл 0,25 М эритма тайёрлаш учун қанча грамм сода олиш керак. (Жавоби: 5,3 г)?

4. 0,5 н  $\text{MgCl}_2$  эритмасининг молярлигини аниқланг. (Жавоби: 0,25 М).

5. 300 мл 0,1 М эритма тайёрлаш учун  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг 3% эритмасидан неча мл олиш керак? (Жавоби: 10 мл)

### II- лаборатория иши. Гидролиз

Гидролиз натижасида муҳитнинг ўзгариши

а) Пробиркага натрий карбонатнинг кукунидан озроқ олиб, сувда эритинг. Эритмага фенолфталеин томизинг ёки лакмус тушириб, муҳит қандай ўзгарганини кузатинг. Гидролиз натижасида нордон туз ва ишқор ҳосил бўлишини эътиборга олиб, гидролиз реакция тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг; б) Пробиркага алюминийнинг бирор тузи кристалдан озгина олиб эритинг, унга метилоранж ёки лакмус томизинг. Гидролиз реакцияси натижасида кислота ва асосли туз ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишида ёзинг.

3. Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизи

Иккита пробиркага хромнинг бирорта тузининг суюлтирилган эритмасидан қўйинг. Биринчи пробиркага натрий карбонат эритмаси, иккинчисига аммоний сульфид қўшинг. Биринчи пробиркадаги хром карбонатнинг ва иккинчи пробиркадаги хром сульфиднинг тўла гидролизланиши натижасида иккала пробиркада ҳам бир хил миқдорда хром гидроксид чўкиши кузатилади.

Реакциялар тенгламасини молекуляр ва ионли шаклларда ёзинг.

3. Иситишнинг гидролизга таъсири

Битта пробиркага озгина уч валентли темир тузи эритмасидан қўйинг ва унга натрий ацетат эритмасидан қўшинг. Пробиркада қизил ранг пайдо бўлиши темир ацетат ҳосил бўлганлигини билдиради. Кейин шу пробирка тубида асос тузи чўкишини кузатинг.

Реакциялар тенгламасини молекуляр ва ионли шаклларда ёзинг.

4. Суюлтиришнинг гидролизга таъсири

Пробиркага солинган озгина висмут (III)-нитрат эритмасига сув қўшиб суюлтиринг. Чўкма пайдо бўлишини кузатинг ва сабабини тушунтиринг. Гидролизланиш реакциясининг тенгламасини ёзинг.

107. Электрolitik диссоциланиш назариясининг моҳияти нимада?

108. Вант-Гоффнинг изотопик коэффициентини нимани билдиради?

109. Электролитлар эритмаларида алмашишиш реакциялари қандай моддалар ҳосил бўлиши томонига қараб боради?

110. Арсенат кислота  $H_3AsO_4$  ва темир (III)-гидроксиднинг босқичли диссоциланиш генгламаларини ёзинг.

111. Сирка кислотанинг 0,01 М эритмасининг осмотик босими  $0^\circ C$  да 0,227 атм га тенг. Унинг диссоциланиш даражасини ҳисобланг.

112. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасидан фойдаланиб,  $Mg(OH)_2$  ва  $S_2(OH)_2$  дан қайси бири кучлироқ диссоциланишини айтиб беринг. Бунинг сабабини тушунтиринг.

113. Сувнинг ион кўпайтмаси нимадан иборат?

114. Водород кўрсаткичи нима?

115.  $BaSO_4$  нинг эрувчанлик кўпайтмаси  $1 \cdot 10^{-10}$  га тенг.  $BaSO_4$  нинг сувдаги эрувчанлигини ҳисоблаб топинг.

116. Эритмада водород ионларининг концентрацияси  $2,3 \cdot 10^{-5}$  моль (ион)/л бўлса, рН нечага тенг бўлади?

117. 0,033 М  $H_3PO_4$  эритмасида  $\alpha = 0,27$ . Эритманинг рН ни топинг.

118. Тузнинг гидролизланиши нимадан иборат? Қандай тузлар гидролизланади?

119.  $NaCl$ ,  $CH_3COONa$ ,  $ZnCl_2$ ,  $As_2S_3$  тузларнинг гидролизланишига оид ионли тенгламаларини тузинг. Шу эритмалардан қайси бирида рН-7, рН > 7 ва рН < 7 бўлади?

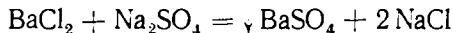
120. Кислотанинг диссоциланиш константаси  $K = 5 \cdot 10^{-6}$  бўлса, унинг 0,2 М эритмасида бўлган водород ионлари концентрациясини ва эритманинг рН ни топинг.

121.  $Ca(OH)_2$  нинг 0,01 М эритмасидари водород ионлари концентрациясини ва рН ни топинг.

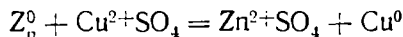
## XI БОБ. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

### 1- §. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ МОҲИАТИ

Кўпчилик реакцияларда реакцияга киришувчи моддалар таркибидаги элементларнинг валентлиги реакция натижасида ўзгармайди. Бундай реакциялар ўрин олиш реакциялар дейлади:



Бошқа турдаги реакцияларда элементларнинг валентлиги ўзгаради:



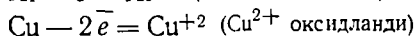
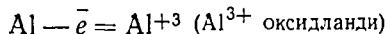
Электронларнинг бир атомдан бошқа атомга ўтиши натижасида элементларнинг валентлиги ўзгарадиган реакциялар о к с и д л а н и ш - қ а й т а р и л и ш р е а к ц и я л а р и д а й д и л а д и .

Оддий моддаларда атомлар электронейтрал бўлгани учун уларнинг валентлиги шартли равишда нолга тенг деб қабул қилинган. Нейтрал атомлар электрон йўқотиши натижасида мусбат зарядланган ионга ай-

ланади ва нечта электрон берган бўлса, ўшанча мусбат валентлик намоён қилади.

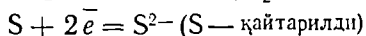
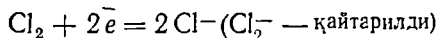
Атомларнинг электрон йўқотиш жараёни *оксидланиш* дейилади.

Масалан:

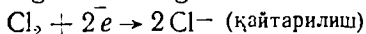
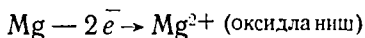
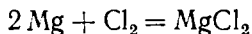


Атомлар электрон бириктириб олса, манфий зарядланган ионга айланади. Бунда атом нечта электрон қабул қилган бўлса, унинг валентлиги ўшанча манфий валентлик томонга ўзгаради.

Атомнинг электрон бириктириб олиш жараёни *қайтариллиш* дейилади. Масалан:



Масалан, Mg билан Cl<sub>2</sub> орасидаги реакцияда электронлар магнийдан Cl<sub>2</sub> га ўтади:



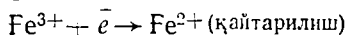
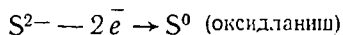
Хлор магнийни оксидлайди, яъни оксидловчи ролини бажаради, ўзи эса қайтарилади. Шундай қилиб, атомлари электрон берадиган элементлар қайтарувчи, атомлари электрон бириктириб оладиган элементлар оксидловчи вазифасини ўтайди.

Қайтарувчи элементлар жумласига металллар ҳам киради. Қўпчилик металллар атомларининг ташқи валент қаватида 1, 2 ва 3 та электрон бўлади; металллар электронларини осон бериб, мусбат зарядланган ионга айланади (чунки металлларнинг ионланиш энергияси анча кам, электронга мойиллиги кичик, электр манфийлиги ҳам кичикдир).

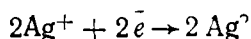
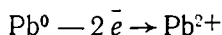
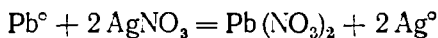
Металлмаслар оксидловчи элементлар жумласига киради. Бу элементлар атомларининг ташқи қаватида тўрттадан еттитагача электрон бўлади (бор элементи бундан мустасно, унинг ташқи қаватида фақат учта электрон бўлади). Металлмаслар атоми электрон қабул қилиб, манфий зарядланган ионга айланади, чунки уларнинг атомларини ионланиш энергияси, электронга мойиллиги ва электрманфийлиги катта.

Водород атомлари электрон йўқотиши ҳам, электрон бириктириб олиши ҳам мумкин. Демак, водород шароитга қараб ҳам қайтарувчи, ҳам оксидловчи хусусиятларини намоён қила олади. Металлмаслар ҳам шундай хусусиятга эга.

Фақат нейтрал атомлар эмас, балки ионлар ҳам электрон бириктириши ёки бериши мумкин:

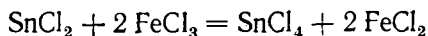


Қайтарувчи электрон берганлиги сабабли, унинг валентлигининг алгебраик қиймати ортади. Оксидловчи электрон бириктириб олиши туфайли валентлигининг алгебраик қиймати камади. Масалан:



$\text{Pb}^0$  — қайтарувчи, ўзи оксидланади.

$\text{Ag}^0$  — оксидловчи, ўзи қайтарилади.

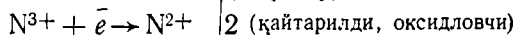
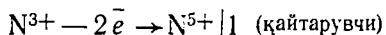
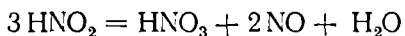


$\text{Sn}^{2+}$  иони қайтарувчи, ўзи оксидланади:  $\text{Sn}^{2+} - 2 \bar{e} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$

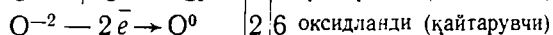
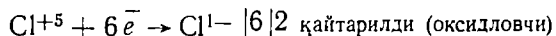
$\text{Fe}^{3+}$  иони оксидловчи, ўзи қайтарилади:  $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \bar{e} \rightarrow 2 \text{Fe}^{2+}$

Демак, оксидланиш-қайтарилиш реакцияси ягона жараёндир. Оксидланиш вақтида қайтарилиш содир бўлади, қайтарилиш билан бир вақтда оксидланиш жараёни ҳам боради.

Булардан ташқари молекуладаги бир атомнинг ўзи оксидланиши ва қайтарилиши мумкин. Бу хилдаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияси *диспропорционланиш* дейилади. Масалан, нитрит кислотанинг парчаланиш реакцияси:



Яна ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш жараёни ҳам мавжуд. Бунда ҳам оксидланиш ва қайтарилишда битта молекуланинг ўзигина иштирок этади. Масалан:  $2 \text{KClO}_3 = 3 \text{O}_2 + 2 \text{KCl}$



Демак, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари уч турда учрайди:

- 1) Молекулалараро (ёки ионлараро) оксидланиш-қайтарилиш;
- 2) ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ва 3) диспропорционланиш реакциялари.

## 2- §. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ ТЕНГЛАМАЛАРИНИ ТУЗИШ

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида электронлар қайтарувчидан оксидловчига ўтади, бунда қайтарувчи берган электронларнинг умумий сони оксидловчи қабул қилган электронларнинг умумий сонига ҳамма вақт тенг бўлади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини икки усул билан тузиш мумкин.

1. Оксидланиш даражаларнинг ўзгаришига асосланган усул.

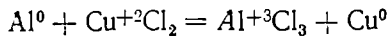
2. Ярим — реакциялар усули. Биринчи усулни  $\text{Al}$  билан  $\text{CuCl}_2$  орасидаги реакция мисолида кўриб чиқамиз.

1. Реакция схемасини (коэффициентларсиз) тузамиз;



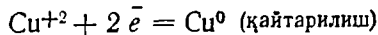
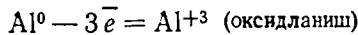


2. Ҳар қайси модда формуласида элементларнинг оксидланиш даражалари ўзгарганини аниқлаймиз, шу йўл билан қайси модда оксидловчи ва қайсиси қайтарувчи эканлигини аниқлаб оламиз, масалан:

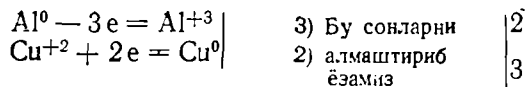


Реакция схемасидан кўриниб турибдики, Al нинг оксидланиш даражаси 0 дан +3 гача ортди, Cu нинг валентлиги эса +2 дан 0 гача камайди. Демак, Al — қайтарувчи,  $\text{CuCl}_2$  — эса оксидловчидир, чунки  $\text{Cu}^{2+}$  иони электрон бириктириб олди.

3. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларини ифодалайдиган электрон тенгламалар тузамиз:



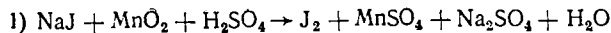
4. Энг кичик кўпайтирувчи қоидасига кўра оксидловчи ҳамда қайтарувчи шу билан бирга реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар учун коэффициент танлаймиз, бунда қайтарувчи йўқотган электронлар сони оксидловчи қабул қилган электронлар сонига тенг бўлиши лозимлигини назарда тутамиз; масалан:



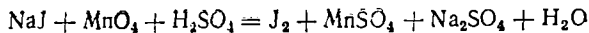
Топилган коэффициентларни тегишли моддалар формулалари [ олдига кўйиб, схемадан реакция тенгламасига ўтамиз:

$2\text{Al} + 3\text{CuCl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Cu}$ . Зарур бўлса, тенгламани ионли кўринишда ҳам ёзиш мумкин:  $2\text{Al} + 3\text{Cu}^{+2} = 2\text{Al}^{+3} + \text{Cu}^0$ . Кўпинча, реакцияда оксидловчи ва қайтарувчидан ташқари, реакцияга киришувчи моддалар учун муҳит вазифасини ўтовчи моддалар — кислота ва ишқор (ҳамда эритувчи — сув) иштирок этади. Бундай ҳолларда қайтарувчи, оксидловчи ҳамда реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг коэффициентларини топилгандан кейин шу реакцияда иштирок этувчи бошқа барча моддалар учун коэффициентлар топилади.

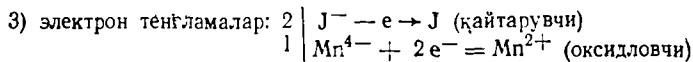
1- мисол.



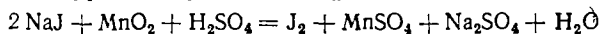
2) йод ва Mn ионининг валентлиги ўзгаради:



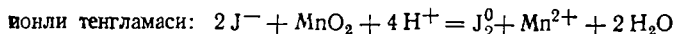
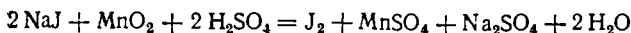
$\text{J}^-$  — қайтарувчи,  $\text{Mn}^{4+}$  — оксидловчи



4) топилган коэффициентларни схемага қўямиз:

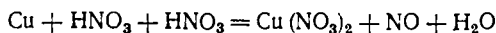


5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  учун коэффициентни схеманинг ўнг томонидаги  $\text{SO}_4^{2-}$  ионларнинг сонидан аниқлаймиз. Реакция натижасида бир молекула  $\text{MnSO}_4$  ва бир молекула  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ҳосил бўлади, демак  $\text{H}_2\text{SO}_4$  учун коэффициент 2 га тенг:



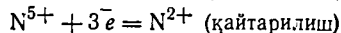
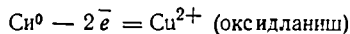
2- мисол. Миснинг суюлтирилган кислота таъсирида оксидланиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

1. Схемани оксидловчи муҳит:

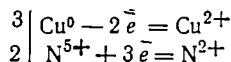


2. Cu ва HNO<sub>3</sub> ни валентлиги ўзгаришини топамиз: Cu — қайтарувчи, HNO<sub>3</sub> — оксидловчи.

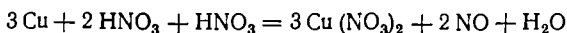
3. Электрон тенгламалар:



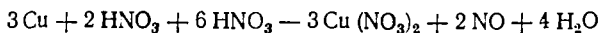
4. Коэффициент топиб



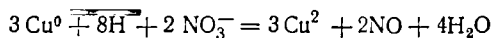
тенгламага қўямиз:



5. Схемадан кўринадики, тенгламанинг чап томонида 3 та, ўнг томонида эса 8 та азот бор. Демак, тенгламани тенглаштириш учун нитрат кислотададан 6 молекула олиш зарур:



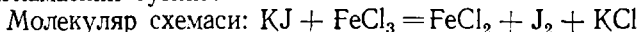
ёки ионли шаклда:



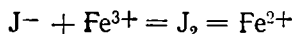
### 3-§. ОКСИДЛАНИШ ВА ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ УЧУН ТЕНГЛАМАЛАР ТУЗИШНИНГ ИОН-ЭЛЕКТРОН (ЯРИМ-РЕАКЦИЯЛАР) УСУЛИ

Бу усулни фақат электролитлар эритмаларида содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига татбиқ этиш мумкин.

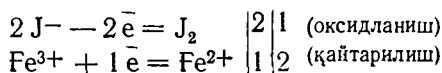
1- мисол. KJ нинг FeCl<sub>3</sub> таъсирида оксидланиш реакциясининг ионли тенгламасини тузинг.



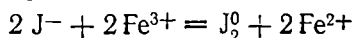
Схемадан кўриниб турибдики, J<sup>-</sup> ва Fe<sup>3+</sup> нинг оксидланиш даражаси ўзгаради, K<sup>+</sup> ва Cl<sup>-</sup> ники эса ўзгармайди. Шунинг учун тенгламани ионли схемасини тузиб, унда оксидланиш даражаси ўзгарадиган ионларнинг ўзини кўрсатамиз:



Электронли тенгламалар ёрдамида оксидловчи ва қайтарувчи учун коэффициентлар топамиз, яъни иккита ярим-реакция тузамиз:



Ярим реакцияларни бир-бирига қўшамиз:



Сўнгра тўлиқ реакция тенгламасини ёзамиз:  $2\text{KJ} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{J}_2 + 2\text{KCl}$

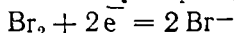
**2- мисол.** Натрий хромит  $\text{NaCrO}_2$  нинг ишқорий муҳитда бром таъсирида оксидланиш реакциясининг тенгламасини тузиш.

Реакциянинг молекуляр схемаси:



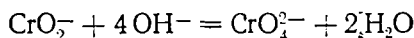
ионли схемаси:  $\text{CrO}_2^- + \text{Br}_2^0 + \text{OH}^- = \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Br}^- + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Br}$  — оксидловчи, у электрон олиб қайтарилади:

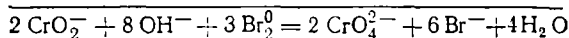
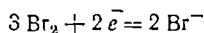
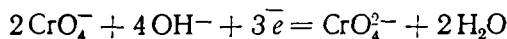


$\text{CrO}_2^-$  эса  $\text{CrO}_4^{2-}$  га айланади:  $\text{CrO}_2^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$

$\text{CrO}_2^-$  иони  $\text{CrO}_4^{2-}$  ионга айланиши учун 4  $\text{OH}^-$  ионидан 2 га кислород олади. Натижада 2  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил бўлади:



Қайтарувчи берган ва оксидловчи бириктириб олган электронлар сонини тенглаштирамиз, бунинг учун оксидланиш тенгламасини 2 га, қайтариллиш тенгламасини эса 3 га кўпайтирамиз ва иккала ярим-реакциялар тенгламаларини бир-бирига қўшамиз:



**3- мисол.**  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  нинг нейтрал муҳитда хлор таъсирида оксидланиш реакцияси тенгламасини тузиш.

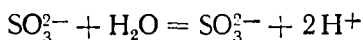
молекуляр схемаси:  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$

ионли схемаси:  $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2^0 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$

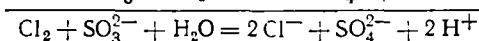
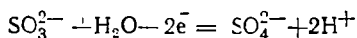
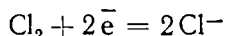
қайтариллиш  $\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{Cl}^-$

оксидланиш  $\text{SO}_3^{2-} - 2\bar{e} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

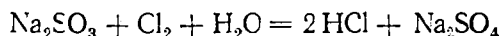
Нейтрал муҳитда етмаган кислород  $\text{H}_2\text{O}$  дан олинади:



Оксидланиш ва қайтариллиш жараёнларининг (ярим-реакциялар) тенгламаларини қўшиб, бутун реакциянинг ионли тенгламасини ҳосил қиламиз:



Реакциянинг молекуляр шаклдаги тенгламаси қуйидагича ёзилади:



Демак, оксидланиш-қайтариллиш реакциясининг ионли тенгламаси қуйидаги тартибда тузилади: 1) реакциянинг молекуляр схемасини ту-

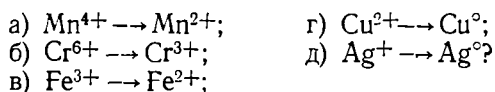
зиш, 2) реакциянинг ионли схемасини тузиш, 3) реакциянинг электрон схемасини тузиш, 4) қайтарилиш ва оксидланиш жараёнининг электрон (иккита ярим-реакция) тенгламасининг схемасини чап ва ўнг қисмидаги зарядларнинг алгебраик йиғиндиси тенг бўладиган қилиб тузиш, 5) оксидловчи ва қайтарувчи учун коэффициентлар танлаш, бунда қайтарувчи йўқотган электронлар сони оксидловчи бириктириб олган сонига тенг бўлиши кераклигини ҳисобга олиш лозим, 6) электрон тенгламаларни аввал топилган коэффициентга кўпайтириб, кейин қўшиб ёзгандан кейин, реакциянинг молекуляр шаклдаги тенгламаси ёзилади.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

122. Алмашиниш реакцияларининг оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан фарқи нимада?

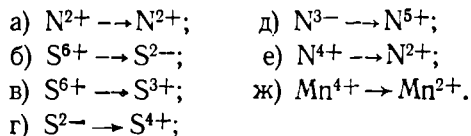
123. Қуйидаги бирикмалардаги элементларнинг оксидланиш даражасини аниқланг:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CaSiO}_3$ .

124. Атомлар қуйидаги ўзгаришларда нечтадан электрон бириктириб олади:



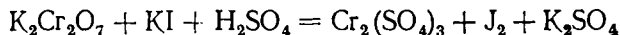
125. Агар хромнинг оксидланиш даражаси  $\text{Cr}^{3+}$  дан  $\text{Cr}^{6+}$  гача ўзгарса, ион оксидланганими ёки қайтариладими?

126. Оксидланиш даражалари қуйидагича ўзгарганда ионлардаги электронлар сони қандай ўзгаради:

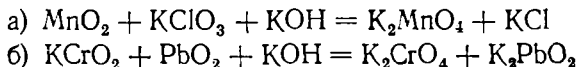


Ушбу мисолнинг қайси бирида оксидланиш, қайси бирида қайтарилиш реакциялари содир бўлади? Нима учун? Жавобингизни изоҳлаб беринг.

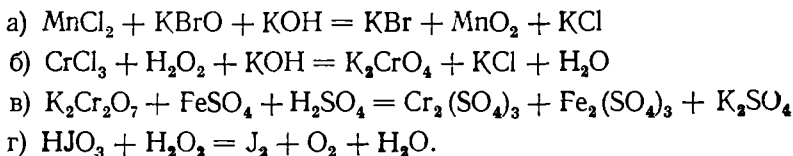
127. Қислотали муҳитда борадиган қуйидаги реакциянинг тенгламаларини ион-электрон усули билан тузинг:



128. Қуйидаги реакцияларнинг электрон баланс усули билан тўлиқ тенгламаларини тузинг:



129. Қуйидаги реакцияларнинг ярим-реакциялар усули билан тўлиқ тенгламаларини тузинг:



# Х БОБ. МЕТАЛЛАР

## 1- §. МЕТАЛЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

Д. И. Менделеев даврий системасидаги элементларнинг 85 тасини металллар ташкил қилади. Металларнинг 12 таси *s*- элементлар, 32 таси *d*- элементлар, 28 таси *f*— элементлар ва қолгани *p*— элементлардир. Симобдан ташқари ҳамма оддий температурада қаттиқ моддалардир. Металларнинг ўзига хос белгилари қуйидагилардан иборат.

1. Металлар ўзига хос ялтироқликка эга, чунки улар ёруғлик нурини спектрнинг кўзга кўринувчи соҳасида қайтариш хусусиятига эга.

2. Металлар иссиқлик на электрни яхши ўтказади. Температура ортиши билан уларнинг электр ўтказувчанлиги пасаяди (қаршилиги температура ошиши билан ортади.)

3. Кўпчилик металллар одатдаги шароитда кристалл ҳолатда бўлиб, чўзилувчан ва ясиланувчан хоссага эга.

4. Металлар электромусбат элементлардир, яъни уларнинг оксидлари сув билан бирикиб, кўпинча асос ҳосил қилади.

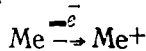
Металлар зичлигига кўра шартли равишда 2 гурпуага бўлинади:  $d < 5 \text{ г/см}^3$  гача бўлгани энгил металллар, зичлиги  $d > 5 \text{ г/см}^3$  дан ортиқлари оғир металллар. Энг энгил металл  $\text{Li}$ ,  $d = 0,53 \text{ г/см}^3$ , энг оғири эса осмий  $\text{Os}$   $d = 22,61 \text{ г/см}^3$ . Энгил металллар осон суюқланади (цецийнинг суюқланиш температураси  $28,5^\circ$ ), оғир металлларнинг кўпчилиги қийин суюқланади (вольфрамнинг суюқланиш температураси  $3395^\circ\text{C}$ ).

Металлар қаттиқлиги жиҳатдан бир-биридан фарқ қилади: вольфрам жуда қаттиқ, натрий, калий жуда юмшоқ, уларни ҳатто пичоқ билан ҳам кесиш мумкин.

Саноатда металлларни шартли равишда *қора* ва *рангли* металлларга бўлиш қабул қилинган. Қора металллар жумласига темир ва унинг қотишмалари (чўян, пўлат) киради. Қолган металлларнинг ҳаммаси рангли металллар ҳисобланади. Металл кристалл панжараларининг тугунларида ўз электронларини йўқотган ионлар туради. Бу ионлардан узилган электронлар кристалл ичида эркин ҳаракатланади. Уларнинг баъзилари ҳаракатланиш натижасида ионларга яқинлашиб, уларга бирикиши ва ионларни нейтрал атомларга айлантириши, бошқа нейтрал атомлардан эса электронлар узилиб ионларга айланиши мумкин. Демак, металл кристалларида атомларнинг ионларга, ионларнинг эса атомларга айланиш жараёни узлуксиз давом этиб туради. Бунда металл боғланиш вужудга келади. Металл кристалларида эркин электронлар мавжудлигидан металллар электр ва иссиқликни яхши ўтказади.

## 2- §. МЕТАЛЛАРНИНГ ҚИМЁВИЙ ҲОССАСИ

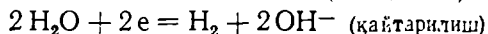
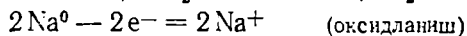
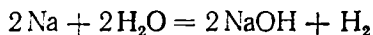
Металлар электронларини осон йўқотиб, ионларга айланади:



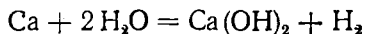
Демак, металллар қайтарувчилардир.

Группаларда атом массасининг, яъни зарядлар сонининг ортиши билан металллик хоссаи ҳам ортади. Даврларда эса зарядлар сонининг

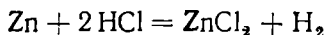
ортиши билан металллик хоссаси сусаяди. Металларнинг муҳим кимёвий хоссаси уларнинг кислород, сув ҳамда тузлар, асослар ва кислоталарнинг сувдаги эритмалари билан ўзаро таъсир этишидир. Ишқорий металллар сув билан шиддатли реакцияга киришади:



Ишқорий-ер металлари ҳам сув билан ўзаро таъсирлашади:



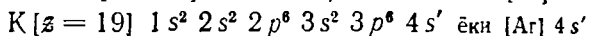
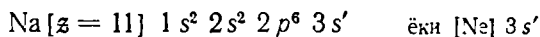
Деярли барча металллар кислоталар таъсирида оксидланади ва тузлар ҳосил қилади:



$\text{Zn} - 2e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$  (оксидланиш):  $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$  (қайтарилтиш)

Металлар кислород билан оксидлар ҳосил қилади. Оксидлари ишқорий ёки амфотер хоссага эга бўлади. Бериллий, рух, алюминий, қалай, қўргошин ва бошқа баъзи металлларнинг оксидлари амфотердир. Металлар икки гурпуага: оралиқ ва нооралиқ металлларга бўлинади.

Нооралиқ металллар вакили ҳисобланган натрий ва калийнинг атом тузилиши қуйидагича:



Натрий атомининг тузилишини ёзишда неон атом структураси ённга 1 та электрон қўшилади. Калийда эса аргон атоми конфигурациясига 1 та электрон қўшилади. Шу сабабли натрий ва калийнинг ионланиш потенциаллари кичик қийматга, уларнинг стандарт электрод потенциаллари манфий зарядга эга. Уларнинг мусбат зарядли ионлари деярли катта ҳажмга эгаллиги билан ажралиб туради. Натрий ва калий ионларида ковалент боғланиш ҳосил қилишга бўлган қобилият ниҳоятда заиф даражада ифодаланган. Текширишлар кўрсатишича, организмда натрий ва калий ионлари йирик ионлар ( $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Te}^+$ ) билан ўрин алмаштира олади. Лекин улар литий ( $\text{Li}$ ) ва мис [ $\text{Cu}^+$ ] ионлари билан ўрин алмаштира олмайди, чунки  $\text{Li}$  ва  $\text{Cu}^+$  ковалент боғланиш ҳосил қилиш қобилиятига эга.

Оралиқ металллар жумласига кирувчи  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Co}$  ва  $\text{N}$ : металлари-нинг ионларини натрий, калий, кальций ва магнийнинг ионларидан ажратадиган асосий фарқ шундаки, оралиқ металлларнинг ионлари таркибда электрон билан батамом тўлмаган (очик) орбиталлар мавжуддир. Шу сабабли оралиқ металлларнинг ионлари ўзинга хос физик ва кимёвий, сифатлар намоён қилади. Бу ҳодисалардан энг муҳимлари шундаки, улар оксидланиш-қайтарилтиш реакцияларида, ковалент боғланишда, айниқса комплекс бирикмалар ҳосил қилишда иштирок этади.

Замонавий кимё адабиётида барча металлларни нооралиқ металллар, (масалан:  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$  в. ҳ.) ва оралиқ металллар (масалан:  $\text{Cu}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Ta}$  ҳоказо) га ажратиш қабул қилинган. Бу икки туркум металлларнинг физик, кимёвий ва айниқса биологик хоссалари бир-бириники-

дан деярли кескин фарқ қилади. Мисол тариқасида қуйидаги икки жадвални кўриб чиқамиз.

Баъзи нооралиқ металлларнинг хоссалари

5-жадвал.

Хоссалари	Na	K	Ca	Mg
Электрон конфигурацияси	$[Ne] 3s^1$	$[Ar] 4s^1$	$[Ar] 4s^2$	$[Ne] 3s^2$
Биринчи ионланиш потенциаллари (ЭВ ҳисобида)	5,138	4,399	6,11	7,64
Иккинчи ионланиш потенциаллари (ЭВ ҳисобида)	47,29	31,81	11,87	15,03
Стандарт электрод потенциаллари ( $Me_{судда}^{2+} \rightleftharpoons Me$ ), вольт ҳисобида	-2,71	-2,92	-2,87	-2,37
Ион радиуси (координатлари 6 бўлган ҳолатда), нанометр ҳисобида	0,098	0,133	0,106	0,078
Гидратланиш энергияси кЖ/моль·ион ҳисобида	422,6	339	1615	1954

6-жадвал

Баъзи оралиқ металлларнинг хоссалари

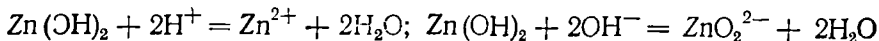
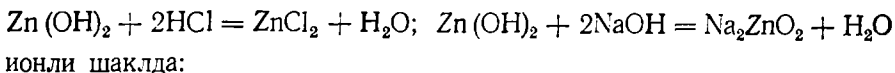
Хоссалари	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Электрон конфигурацияси	$[Ar] 3d^5 \cdot 4s^2$	$[Ar] 3d^6 \cdot 4s^2$	$[Ar] 3d^7 4s^2$	$[Ar] 3d^8 4s^2$	$[Ar] 3d^{10} 4s^1$
Биринчи ионланиш потенциаллари, ЭВ ҳисобида	7,43	7,90	7,86	7,63	7,72
Иккинчи ионланиш потенциаллари, ЭВ ҳисобида	15,64	16,18	17,05	18,15	20,20
Учинчи ионланиш потенциаллари, ЭВ ҳисобида	33,69	30,64	33,49	35,16	36,83
Стандарт электрод потенциаллари ( $Me_{судда}^{2+} \rightleftharpoons Me$ )	-1,05	-0,41	20,277	-0,25	0,344
Ионнинг радиуси, нанометр ҳисобида	0,091	0,083	0,082	0,078	0,082
Гидратланиш энергияси кЖ/моль·ион ҳисобида	1878,6	1953,9	2087,8	2138	2129,7

Нооралиқ металллар ҳар доим ўзгармас оксидланиш даража (валентлик) намоён қилади. Уларнинг ионлари тугалланган электрон қобиққа эга. Сралиқ металллар ўзгарувчан валентлик намоён қилади. Уларнинг ионлари тугалланмаган электрон қобиққа эга. Ионда тугалланмаган (очиқ) қобиқнинг мавжудлиги туфайли айни металл бирикмаларнинг хоссаларини ўрганиш осонлашади.

Ўзгарувчан валентли металллар ҳар хил оксидлар ҳосил қилади. Масалан, хром (II)-оксид CrO (асос оксид), хром (III)-оксид  $Cr_2O_3$  — амфотер, хром (VI)-оксид ёки  $CrO_3$  хромат ангидрид кислотали оксид ҳосил қилади.

Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг оксидлари сув билан бирикиб, гидроксидлар ҳосил қилади. Бошқа металлларнинг асос ёки амфотер хоссага эга бўлган оксидлари сув билан бевосита бирикмайди.

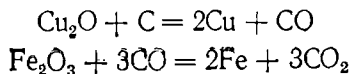
Асос хоссасига ёки кислота хоссасига эга бўлган металл гидроксидлари билан бирга ҳам асос, ҳам кислота хоссаларини намоён қилувчи амфотер гидроксидлар ҳам бор:



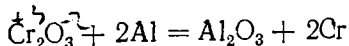
### 3-§. МЕТАЛЛАРНИНГ ОЛИНИШИ

Барча кимёвий элементларнинг 80 дан ортигини металллар ташкил қилади. Улардан баъзилари, масалан олтин, платина табиатда соф ҳолда учрайди. Кўпчилик металллар табиатда бирикмалар ҳолида бўлади. Саноатда соф металллар олиш учун яроқли табиий хомашёнинг ҳар хил турлари рудалар дейилади. Рудалардан металлларни ажратиб олишнинг бир неча усуллари мавжуд. Улардан энг муҳимлари қуйидагилардир.

1. Металл оксидларини кўмир ёки углерод (II-оксид) билан қайтариш:

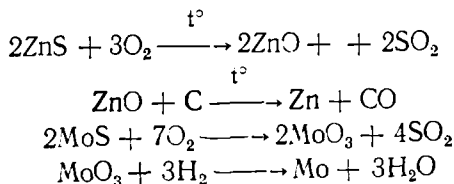


2. Металл оксидларини активроқ металллар таъсирида қайтариш:



Бу усул *алюминотермия* дейилади.

3. Сульфидли рудаларни куйдириб, ҳосил бўлган металл оксидларини кўмир ёки водород таъсирида қайтариш:



4. Гидрометаллургия бирор тузнинг сувдаги эритмаси таъсирида рудадан бирикма ҳолида металл ажратиб олинади. Шундай усул билан ҳосил қилинган эритмани электролиз қилиб ёки активроқ металл билан қайтариб эркин ҳолда металл олинади, масалан  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ .



#### 4-§. МЕТАЛЛ ҚОТИШМАЛАР

Суюқ ҳолатдаги икки металл бир-бирига қўшилса, ўзаро эриб суюқ фаза ҳосил қилади. Икки ёки бир неча металлдан иборат суюқ аралашмадан анча мураккаб тузилишга эга бўлган қаттиқ қотишма ҳосил бўлади. Барча қотишмаларни қуйидаги уч синфга бўлиш мумкин:

1. Металлар ўзаро қаттиқ ҳолатда эримайди, суюқ ҳолатда эрийди, буларни эвтектик қотишмага эга системалар дейилади.

2. Металлар ўзаро кимёвий бирикмалар ҳосил қилади.

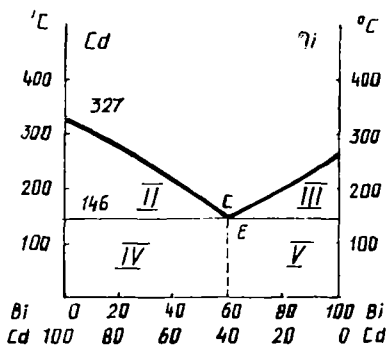
3. Металлар бир-бирида суюқ ҳолатда ҳам, қаттиқ ҳолатда ҳам эрийди.

#### 5-§. ҚОТИШМАЛАРНИНГ ҲОЛАТ ДИАГРАММАСИ

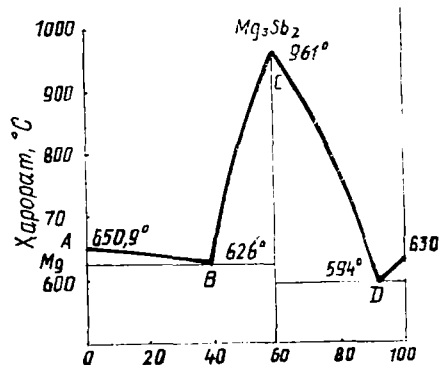
Қотишмаларни ўрганишда физик-кимёвий анализ усулларидан кўп фойдаланилади. Бу усулларнинг моҳияти системанинг таркиби ўзгариши билан унинг бирор физик хоссаси (суюқланиш температураси, буғ босими, электр ўтказувчанлиги ва ҳоказо) қандай ўзгаришини текширишдан иборат. Олинган маълумотлар ёрдамида таркиб — хосса диаграммаси тузилади. Абсциссалар ўқига система компонентларининг фоиз миқдори, ординаталар ўқига эса тегишли сон қийматларда ифодаланган текширилаётган физик хосса қийматлари қўйилади.

Бу методлардан термик анализ номли метод кенг қўлланилади. Бунда диаграмма қотишманинг суюқланиш температураси компонентларнинг процент миқдорига боғлиқлигини ифодалайди ва ҳолат диаграммаси дейилади. 19-расмда бир-бири билан қаттиқ эритма ҳам, кимёвий бирикма ҳам ҳосил қилмайдиган Cd ва Bi молекулаларидан иборат қотишманинг ҳолат диаграммаси тасвирланган. A нуқта тоза Cd нинг суюқланиш температурасига, B нуқта эса тоза Bi нинг суюқланиш температурасига тўғри келади. Агар Cd га секин-аста Bi қўшилса, ҳосил бўлган қотишманинг суюқланиш температураси C нуқтагача пасаяди.

Системада Bi миқдори яна оширилганда қотишманинг суюқланиш температураси B нуқтагача кўтарилади Bi ва Cd қўшилса, қуйидагича



19-расм. Кадмий-висмут системасининг ҳолат диаграммаси.



20-расм. Магний-сурма системасининг ҳолат диаграммаси.

бўлади: АС ва ВС чизиқлар С нуқтада кесишади. Бу нуқта шу молекулалар ҳосил қилган энг осон суюқланадиган қотишмага тўғри келади. С — нуқта *эвтектик нуқта*, таркиби жиҳатдан шу нуқтага тўғри келувчи қотишма эса *эвтектик қотишма* дейилади. Диаграммада бир неча соҳалар мавжуд:

- I. суюқ қотишмалар соҳаси
- II.  $Cd_{крст.}$  + суюқ эвтектик қотишма соҳаси
- III.  $Bi$  « — » « — » қотишма соҳаси
- IV.  $Cd_{крст.}$  + қаттиқ эвтек. қотишма соҳаси
- V.  $Bi_{крст.}$  + « — » « — »

С нуқта — қаттиқ эвтектик қотишма. 40% Cd ва 60% Bi дан иборат, бу қотишма + 146°C да суюқланади.

Агар қотишма ўзаро кимёвий бирикма (интерметалл бирикма) ҳосил қилувчи иккита металлдан иборат бўлса, унинг ҳолат диаграммаси 20-расмда кўрсатилган шаклга эга бўлади. АВСДЕ эгри чизиқдаги максимум С нуқта кимёвий бирикма  $Mg_3Sb_2$  нинг суюқланиш температурасига тўғри келади. Диаграммада иккига эвтектик нуқта В ва Д бор. Суюқланма қотиши натижасида бир вақтнинг ўзида ҳам магний кристаллари, ҳам  $Mg_3Sb_2$  кристаллари ҳосил бўладиган қотишма В нуқтага тўғри келади. Таркиби жиҳатдан Д нуқтага тўғри келувчи суюқланманинг қотиши натижасида ҳам  $Mg_3Sb_2$  ҳам сурьма кристаллари ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, АВС эгри чизиқдаги нуқталар таркибида магний ҳамда  $Mg_3Sb_2$  мавжуд бўлган қотишманинг суюқланиш температурасига тўғри келади. Битта максимумга эга бўлган АВСДЕ эгри чизиғи магний ҳамда сурьмадан иборат қотишма таркибида фақат битта кимёвий бирикма борлигини кўрсатади.

Демак, қотишмаларнинг таркиби билан физик хоссалари орасидаги боғланишни ифодалайдиган таркиб-хосса диаграммаларини текшириш йўли билан уларнинг тузилиши, хоссалари, таркиби, компонентлари орасида ҳосил бўладиган бирикмаларни аниқлаш мумкин.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

130. Металл боғланиш қандай вужудга келади? Металл боғланишнинг ковалент боғланишдан фарқи нимада?

131. Қотишмаларни структуралари асосида қандай турларга ажратиш мумкин?

132. Қотишмаларни термик анализ қилишнинг моҳияти нимадан иборат?

133. Ҳолат диаграммасидан (19-расмга қаранг) таркибида 40% Cd ва 60% Bi бор 3 кг қотишмадаги эвтектика миқдорини аниқланг.

134. Mg — Sb системасининг ҳолат диаграммасидан (20-расмга қаранг) фойдаланиб таркибида 20% ли сурьма бўлган суюқ қотишмани совитиш натижасида қайси компонент биринчи бўлиб ажралиб чиқишини аниқланг.

# XI БОБ. ЭЛЕКТРОХИМИЯ АСОСЛАРИ

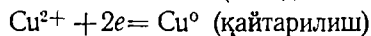
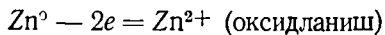
## 1-§ ГАЛЬВАНИК ЭЛЕМЕНТЛАР

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида электронлар бир атом ёки ионлардан бошқа атом ёки ионларга ўтади. Бунда кимёвий реакция энергияси бошқа тур энергияга айланади. Шунга ўхшаш оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари гальваник элемент деб аталадиган асбобларда ҳам содир бўлади. Бу асбобларда кимёвий энергия электр энергияга айланади. Гальваник элементдаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида реакцияга киришувчи моддалар бир-бирига бевосита тегиб турмайди ҳамда электронлар оксидловчи билан қайтарувчини туташтириб турадиган металл ўтказгич ёрдамида ўтади.

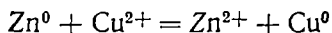
Гальваник элементларнинг таъсирлашув механизми металлларнинг кристалл тузилиш хусусияти билан чамбарчас боғлиқ. Маълумки, металлларнинг кристалл панжаралари тугунчаларида ионлар бўлади. Металл сувга ботирилганда сиртқи қаватидаги ионлар сувнинг қутбли молекулалари таъсирида металлдан узилади ва гидратланган ҳолатда сувга ўтади. Бунинг натижасида металлнинг сирти яқинидаги эритма мусбат зарядланади (21-расм). Ионларнинг сувга ўтиши натижасида металлда ортиқча эркин электронлар пайдо бўлиб, металл манфий зарядланиб қолади (22-расм). Маълум вақтдан сўнг металлдан эритмага ўтаётган ионлар сони металлга айланаётган ионлар сонига тенглашиб, мувозанат қарор топади.

Металл билан уни қуршаб олган сув муҳити орасида маълум даражада потенциаллар айирмаси юзага келади; бу потенциаллар айирмаси металлнинг электрод мувозанат потенциалли дейилади. Металл қанча актив бўлса, металл пластинкада пайдо бўладиган манфий потенциал қиймати шунча юқори бўлади.

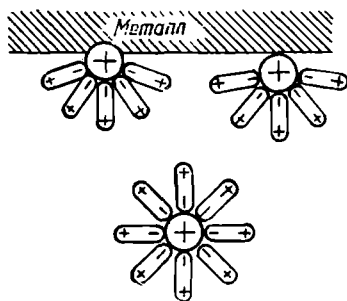
Электронларни металлдан йўқотиш йўли билан мувозанатни  $Me \rightleftharpoons ne + Me^{n+1}$  ўнгга силжитиш мумкин. Гальваник элементларда ана шундай шароит вужудга келади. Рух ва мис тузлари эритмаларига солинган рух ва мис гальваник элементнинг электродлари дейилади. Ҳар иккала туз эритмаси бир-бирдан ғовак тўсиқ П — орқали ажратиб қўйилган (23-расм). Жараёнлар қуйидаги тенгламалар билан ифодаланади:



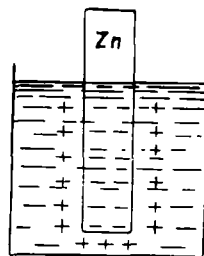
Айни гальваник элементда қуйидаги реакция содир бўлади:



Электр токининг пайдо бўлиши, яъни электронларнинг ташқи занжир бўйлаб рух электроддан мис электродга ўтишининг сабаби рух ва мисда вужудга келадиган потенциаллар айирмасидир. Олинган металлларнинг кимёвий активлиги орасида фарқ қанча катта бўлса, гальваник элементда оксидланиш-қайтарилиш реакцияси шунча шиддат билан болади (потенциаллар орасидаги айирма шунча катта бўлади).

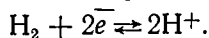


21- расм. Металлнинг сирт қатламидаги ионларнинг сув молекулалари билан таъсирлашув схемаси.



22- расм. Металлнинг сирт қаватидаги ионларнинг ўзаро таъсири.

Металлларнинг кимёвий активлигини таққослаш учун стандарт водород электроддан фойдаланилади. У платина кукунидан иборат ғовак қатлам билан қопланган ва сульфат кислотанинг икки нормал эритмасига ботириб қўйилган платина пластинкадан иборат бўлиб, эритма орқали платинага водород юзориб турилади. Водород ионлари активлиги (концентрацияси) эритмада  $1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$  га тенг. Шу эритма орқали нормал босим остида  $25^\circ\text{C}$  да ўтаётган водород кўп миқдорда платинага адсорбланади. Электродда қуйидагича жараён боради:

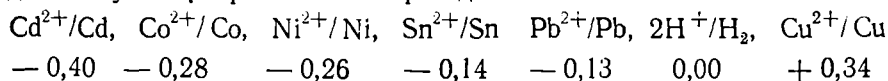


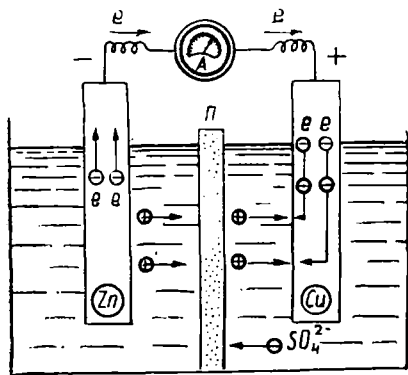
Водород ионлари водород электроддан эритмага ўтади. Натихада водородга тўйинган платина пластинка билан  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эритмаси орасида потенциаллар айирмаси вужудга келади. Уни шартли равишда нолга тенг деб қабул қилинган (24-расм). Стандарт водород электрод билан ўз тури эритмасига ботирилган эритмада металл ионларининг активлиги (концентрацияси)  $1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$  тенг бўлса, металл билан эритма орасидаги потенциаллар айирмаси металлнинг стандарт электрод потенциалига тенг бўлади, уни ( $E^\circ$ ) билан ишораланади:

$$E^\circ z_n / z_n^{2+} = -0,76\text{В}$$

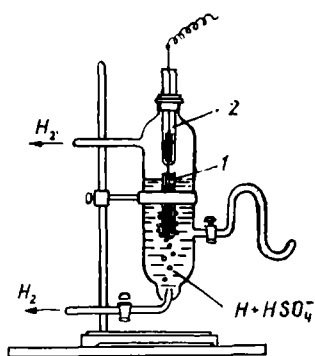
Металл потенциалнинг мусбат ёки манфий қийматга эга бўлиши ҳақида қуйидаги таъриф қабул қилинган: агар металл—стандарт водород электроди жуфтида металлда оксидланиш жараёни кетса, стандарт электрод потенциали манфий; агар металлда қайтарилиш жараёни содир бўлса, потенциал мусбат ҳисобланади.

Металл кимёвий активлигига кўра стандарт электрод потенциаллар қатори ёки бошқача айтганда *металлларнинг кучланишлари қатори* деб аталувчи қаторга жойлаштирилади:





23- расм. Мис-рух гальваник элементнинг ишлаш схемаси.



24- расм. Стандарт водород электрод.

Электрод потенциаллар қаторидаги металларнинг кимёвий хоссаларига оид қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин:

1. Ҳар бир металл стандарт электрод потенциаллар қаторида ўздан кейинда турувчи бошқа барча металларни уларнинг тузлари эритмасидан сиқиб чиқара олади.

2. Суюлтирилган кислоталардан водородни фақат стандарт электрод-потенциали водородникига қараганда манфийроқ бўлган металлар таъсирида сиқиб чиқариши мумкин.

3. Стандарт электрод потенциалнинг алгебраик қиймати қанча кичик бўлса, шу металлнинг қайтарувчилик хусусияти шунча кучли ва аксинча, унинг ионининг оксидлаш хусусияти шунча кучсиз бўлади. Қайтарувчилик хусусият ишқорий ва ишқорий-ер металларда кучли ифодаланган.

4. Гальваник элементда активроқ металл, яъни стандарт электрод потенциалнинг алгебраик қиймати кичик бўлган металл манфий қутб анод вазифасини ўтайди.

Металлнинг стандарт электрод потенциалларини билган ҳолда гальваник элементнинг электр юритувчи кучини (э. ю. к.) ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан,  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}/\text{KCl}/\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  дан иборат Якобининг гальваник элементининг э. ю. к.  $E^\circ\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} - E^\circ\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ В.}$  (оксидланиш).

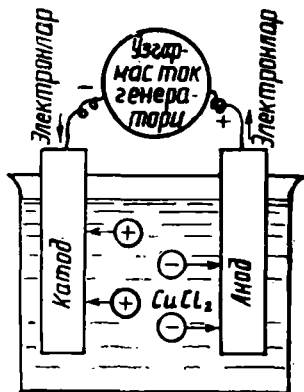
Гальваник элементларни схемалар тарзида тасвирлаш қабул қилинган: мис-рух гальваник элементининг схемаси:  $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4//\text{CuSO}_4/\text{Cu}^{(+)}$

Гальваник элементлар электр токи манбаи<sup>1</sup> сифатида техникада кенг қўлланилади. Биринчи гальваник элементни 1799 йилда италиялик физик А. Вольта яратган. Металл ўзининг металл ионлари активлиги  $1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}$  дан ортиқ ёки кам бўлган тузи эритмасига туширилса, металлнинг потенциали  $E$  стандарт потенциалдан фарқ қилди. Бу ҳолда унинг қиймати қуйида келтирилган  $V$ . Нернст формуласидан ҳисоблаб топи-

лади:  $E = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg a$ , бунда  $E^0$  — металлнинг стандарт электрод потенциали;  $n$  — металл ионининг валентлиги,  $a$  — эритмадаги металл ионларини активлиги (концентрацияси).

## 2-§. ЭЛЕКТРОЛИЗ ВА ЭЛЕКТРОЛИЗ ҚОНУНЛАРИ

Электролиз деганда электролит эритмасидан ёки суюлтирилган электролитдан ўзгармас электр токи ўтиши натижасида содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш жараёни тушунилади (25-расм). Масалан,  $\text{CuCl}_2$  эритмаси электролиз қилинса, катодда  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}$  қайтарилиш, анодда  $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2$  оксидланиш содир бўлади.



25- расм. Электролиз схемаси.

Катодда қайтарилган ҳамда анодда оксидланган ҳар қайси модданинг миқдори эритмадан ўтган электр миқдорига ва модданинг кимёвий эквивалентига пропорционалдир (Фарадей қонуни).

Бир моль (эквивалент) модданинг катодда қайтарилиши ва анодда оксидланиши учун электролит орқали 96500 кулон электр ўтиши керак. Халқаро системада Фарадей сони  $96,4846 \cdot 10^4$  Кл/моль га тенг чегараланган қиймати 96500 кулон·моль/экв. Бу константа Фарадей сони дейилади. Фарадей қонунларининг математик ифодаси:

$$m = \frac{\mathcal{E}}{96500} \cdot Q$$

бунда  $m$  — қайтарилган ёки оксидланган модданинг миқдори (г);  $\mathcal{E}$  — модданинг эквивалент массаси;  $Q$  — электр миқдори (кулон).

**Мисол.**  $\text{CuSO}_4$  эритмасидан кучи  $10^A$  бўлган электр оқими 2 соат ўтказилган. Реакция натижасида қанча металл ажралиб чиқади?

$$\text{Ечиш: } m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{96500} = \frac{31,77}{96500} \cdot 10 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 60 = 23,71 \text{ г.}$$

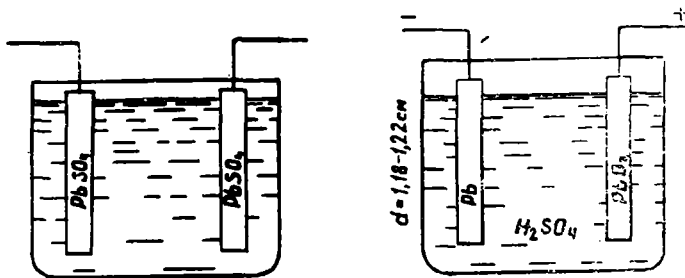
(бу ерда  $i \cdot t = Q$ )

Демак, катодда 23,71 г Си ажралиб чиқади.

## 3-§. АККУМУЛЯТОРЛАР

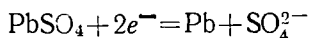
Керак бўлганда электр энергиясига айлантириладиган кимёвий энергияни тўплаш мақсадида ишлатиладиган асбоблар *аккумуляторлар* дейилади. Амалда кислотали (қўрғошинли) аккумуляторлар энг кўп ишлатилади.

Қўрғошинли аккумулятор қўрғошин (II)-оксид  $\text{PbO}$  пастаси тўлдирилган панжара шаклидаги қўрғошин пластинкадан тузилади. Пластин-



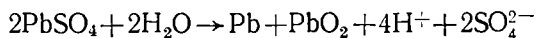
26.27- расм. Зарядланган ва зарядланмаган қўрғошинли аккумуляторнинг схемаси.

калар сульфат кислотанинг зичлиги  $1,18 - 1,22 \text{ г/см}^3$  бўлган  $25 - 30\%$  ли эритмасига ботирилган бўлади (26-расм). Бунда қуйидагича реакция кетади:  $\text{PbO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Қўрғошин сульфат кислотатада қийин эрийди, шунинг учун пластинка устига қопланиб қолади. Кимёвий энергияни аккумуляторга тўплаш учун уни зарядлаш керак. Бунинг учун қўрғошин пластинкалар доимий электр манбанинг (—) ва (+) қутбга уланиб аккумулятордан доимий ток ўтказилади (26, 27-расм). Бунда қуйидаги реакция содир бўлади: манфий электродда



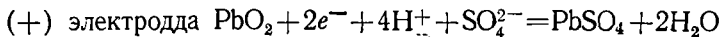
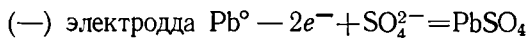
мусбат электродда  $\text{PbSO}_4 - 2e^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  Натижада аккумуляторнинг манфий пластинкаси ғовак қўрғошин қавати билан, мусбат пластинкаси эса  $\text{PbO}_2$  қавати билан қолланади.

Иккала тенгламани қўшиб, аккумуляторни зарядланиш жараёнини тўлиқ ифодаловчи умумий тенгламани ёза оламиз:



Аккумуляторни зарядлаш натижасида битта электродда қайтарувчи хоссасига эга бўлган металл ҳолда қўрғошин, иккинчи электродда эса оксидловчи хоссасига эга бўлган  $\text{PbO}_2$  ҳосил бўлади. Демак, электродлар оксидланиш-қайтарилиш хусусиятига кўра ҳар хил бўлиб қолади. Бошқача айтганда, аккумулятор зарядланганда гальваник элемент каби ишлайди, унда қўрғошин манфий,  $\text{PbO}_2$  эса мусбат электрод вазифасини ўтайди: (—)  $\text{Pb}(\text{H}_2\text{SO}_4)$   $\text{PbO}_2$  (+)

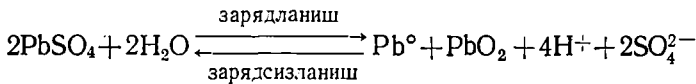
Зарядланган аккумуляторнинг электродлари ўтказгич орқали туташтирилса, электронлар (—) электроддан (+) электродга томон ҳаракатланади, яъни электр токи ҳосил бўлади ва химиявий энергия электр энергияга айланади. Электродда қуйидаги жараёнлар боради:



Агар иккала тенгламани бир-бирига қўшсак, аккумуляторнинг зарядсизланиш жараёнини ифодаловчи умумий тенглама келиб чиқади:



Аккумуляторнинг зарядсизланиши ва зарядланиш тенгламалари бир-бирига қарама-қарши жараён бўлгани учун бу жараёнларни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



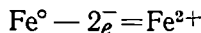
#### 4- §. МЕТАЛЛАРНИНГ КОРРОЗИЯГА УЧРАШИ

Металлнинг теварак-атрофдаги муҳит билан кимёвий ёки электро-кимёвий таъсирланиши натижасида емирилиши коррозия дейилади.

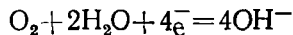
Металлга қуруқ газлар, масалан, кислород, сульфит ангидрид, водород хлорид, водород сульфид ва бошқа газлар таъсир этганда у коррозияга учрайди. Кўпинча металлнинг коррозияланишига электр кимёвий жараёнлар сабаб бўлади. Бундай коррозия металлларга нам ҳаво ёки электролит эритмаси таъсир этиши натижасида содир бўлади ва бунда шу жойнинг ўзида микрогальваник элемент вужудга келади.

Техникада ишлатиладиган металлларга қисман бўлса-да бошқа металл аралашган бўлади. Шунинг учун металллар электролит эритмасига текканда узлуксиз ишлайдиган гальваник элемент ҳосил бўлади, бунда активроқ металл емирилади. Металл ҳавода айниқса кўп коррозияланади.

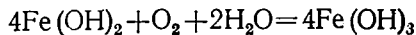
Нам ҳаводаги темир билан мис бир-бирига тегиб турганда гальваник элемент вужудга келади (бунда темир анод, мис эса катод вазифасини ўтайди). Бундай гальваник элементда қуйидаги реакция боради:



Катод сиргига келаётган электронлар электролит эритмасидаги кислородни қайтаради:

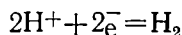


натижада  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$  ҳосил бўлади ва  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ҳаво кислороди ва нам таъсирида  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ни ҳосил қилади:



Кислороднинг қайтарилиши билан борадиган коррозия сувда, ҳавода ва тупроқда содир бўлади.

Водород ионларининг концентрацияси нисбатан катта бўлган муҳитда кислород молекулалари эмас, балки водород ионлари оксидловчи вазифасини ўтайди:



Оксидланиш-қайтарилуш жараёни фақат бир-бирига тегиб турадиган турли металлларда эмас, балки бир металлнинг ҳар хил қисмида ҳам содир бўлади. Масалан, пўлат асосан цементит деб аталадиган темир карбид  $\text{Fe}_3\text{C}$  билан углерод дончалари аралашган темирнинг жуда майда кристалларидан иборат. Шунинг учун пўлат электролитга



тушганда унинг сиртида кўпгина микрогальваник элементлари ҳосил бўлади. Бунда анод-темир, катод эса цементит.

Металлар дайди ток таъсирида ҳам коррозияга учрайди. Дайди ток манбаи сифатида электр транспорт турларини (трамвай, метро) кўрсатиш мумкин. Бундай токларнинг кучи баъзан бир неча ўн амперга етади ва иншоотларни кескин емириб юбориши мумкин. Масалан, кучи 1 а бўлган ток бир йил давомида 10 кг га яқин темирни ёки 37 кг кўрғошинни емиради.

Кўпчилик металл қотишмаларнинг муҳит таъсирига бардошлиги коррозия маҳсулотининг, яъни металл сиртида ҳосил бўладиган зич оксид парданинг ҳимоя хоссаси туфайли кучаяди. Бунга алюминий мисол бўла олади. Алюминий сиртида металлни ташқи муҳит таъсиридан сақловчи юққа, зич қалин оксид парда ҳосил бўлиши туфайли у деярли коррозияланмайди.

Кўпчилик металлларга оксидловчилар, масалан, нитрат кислота билан ишлов бериш натижасида металлларнинг коррозияланиши хусусияти анча камаяди. Металл сиртида уни агрессив муҳит таъсиридан сақловчи юққа, зич оксид парда ҳосил бўлиши натижасида металл пассивлашади. Металл сиртида ҳимоя пардаси ҳосил бўлишига ёрдам берадиган моддалар *пассивловчи моддалар* дейилади.

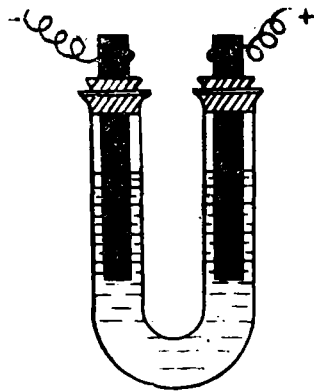
**Металларни коррозиядан сақлаш.** Металларни коррозиядан сақлаш усуллари жуда хилма-хилдир. Булардан муҳимлари қуйидагилар:

1. *Муҳит таркибини ўзгартириш*, яъни коррозияни тезлатувчи моддаларни муҳитдан чиқариб ташлаш. Масалан, буғ қозонларига бериладиган сувнинг эриган кислородини чиқариб ташлаш. Бунда коррозия анча сусаяди.

2. *Ҳимоя қаватлар* — металлни турли қопламалар ёрдамида агрессив муҳитдан ажратиш (рухлаш, никеллаш). Рухланган темирда рух темирдан актив бўлгани учун рух анод дейилади (бундай қоплама анод қоплама дейилади). Ҳимоя қилувчи металлга қараганда активлиги камроқ бўлган металл қопламалар катод қоплама ҳосил қилади. Ҳозирда металлларни коррозиядан сақлаш учун бўялади, полимер моддалар билан қопланади. Коррозияга қарши чидамли қотишмалардан фойдаланилади.

## 12- лаборатория иши. Гальваник элементлар

28-расмдагидек асбоб тайёрланг. Мис сульфат ( $\text{CuSO}_4$ ) нинг 1,0 моляр эритмасига мис пластинка, рух сульфат ( $\text{ZnSO}_4$ ) нинг 0,1 моляр эритмасига эса рух пластинка туширинг. Иккала металл пластинкага мис сим уланг ва уларнинг иккинчи учини натрий сульфат эритмаси қуйилган U-симон найчага туширинг; натрий сульфат эритмасига бир неча томчи фенолфталеин эритмаси қўшилган бўлиши керак. Рух пластинкасига



28- расм. Эритмаларнинг электролизи.

бириктирилган сим яқинида эритманинг пушти рангга киришини кузатинг. Гальваник элементнинг аноди ва католида қандай оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари боради? Натрий сульфат эритмаси қуйилган стакандаги электродларда қандай жараёнлар боради? Реакция тенгламасини ёзинг.

Тузилган гальваник элементнинг электр юритувчи кучини ҳисоблаб-топинг.

### **13- лаборатория иши. Электролиз**

1. Натрий сульфат эритмасининг электролизи. 28-расмдагидек асбоб тайёрланг. U-симон найнинг ярмисигача лакмус эритмаси аралаштирилган натрий сульфат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  нинг эритмасидан солинг. Катодда эритманинг ранги кўк тусга, анодда эса пушти рангга келгунча эритмадан электр ўтказинг. Катод ва анодда газлар (қандай?) ажралиб чиқишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳланг. Эритманинг электролизини схема шаклида ифодаланг.

2. U-симон найнинг ярмисигача бир неча томчи крахмал клейсте-ри қўшилган калий йодид эритмасидан қуйинг ва 2—4 томчи фенол-фталеин эритмаси қўшинг. Катод ва анод туширилган эритма рангининг ўзгаришини кузатинг. Калий йодиднинг сувли эритмаси электролизини схема шаклида ифодаланг. Катод ва анод туширилган эритманинг реакция муҳити қандай?

3. Мис сульфат ( $\text{CuSO}_4$ ) эритмасининг электролизи. U-симон найга мис сульфат эритмасидан қуйинг. Ундан 4—5 минут давомида электр токи ўтказинг. Электродда нима ажралади? Мис сульфат эритмасининг электролизини схема шаклида ифодаланг.

### **14- лаборатория иши. Коррозия**

1. Эритмада гальваник жуфт ҳосил бўлишининг, таъсири.

2—3 мл мис сульфат ( $\text{CuSO}_4$ ) эритмаси қуйилган пробиркага рух бўлакчасини солинг. 4—5 минутдан сўнг эритмани совитинг ва усти мис билан қопланган рухни эҳтиётлик билан бир неча марта сувда ювинг. Иккита пробирканинг ҳар бирига 3—4 мл дан хлорид кислота эритмаси қуйинг.

Пробиркалардан бирига мис қопланган рух бўлагини, иккинчисига эса мис сульфат ( $\text{CuSO}_4$ ) эритмаси таъсир эттирилмаган рух бўлакчасини туширинг. Пробиркаларнинг қайси бирида водород кучли ажралиб чиқади? Нима сабабдан? Жавобингизни изоҳланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Металл қопламаларининг ҳимоя хоссалари. Пробиркага 2—3 мл темир (II)-сульфат эритмасидан қуйинг ва бир неча томчи қизил қон тузи ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) эритмасидан қўшинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

Икки пробиркага 4—5 мл дан сульфат кислота эритмасидан ва бир-икки томчидан қизил қон тузи эритмасидан қуйинг. Пробиркаларнинг бирига қалай қопланган темир пластинкани туширинг, иккинчисига эса темир пластинка солинг. Пробиркаларнинг қайси бирида (бир неча минутдан кейин) эритманинг ранги тўқ қизил бўлиб қолади?

Содир бўлган жараёнларни изоҳланг.

3. Протектор ҳимоя. Иккита стаканга сульфат кислотанинг 0,2 н эритмасидан 15—20 мл дан қуйиб, ҳар бирига 2—3 томчидан қизил қон тузи  $K_3[Fe(CN)_6]$  эритмасидан қўшинг. Биринчи стаканга ўзаро бирлаштирилган қалайланган темир пластинка билан рух пластинкани, иккинчисига эса ташқи занжир (сим) орқали боғланган худди шундай пластинкаларни туширинг.

Қайси стакандаги темир коррозияланади? Иккинчи стакандаги темирнинг коррозияга учрамаслигини изоҳланг. Қайси модда катод ва қайси модда анод вазифасини бажаришини тушунтириб беринг.

4. Ингибиторнинг таъсири. Учта стаканда бир вақтда учта тажриба ўтказинг. Биринчи стаканга сульфат кислотанинг 0,2 н эритмасидан 15—20 мл қуйинг, унга 1—2 томчи қизил қон тузи эритмасидан қўшиб, ичига олдиндан хлорид кислота билан ишлов берилган темир пластинкани туширинг. Иккинчи стаканга сульфат кислотанинг 0,2 н эритмасидан 15—20 мл қуйинг, унга қизил қон тузи эритмасидан икки томчи ва ингибитор эритмасидан икки томчи қўшинг. Аввалгидек ишланган темир пластинкани туширинг. Иккинчи стаканга нима солган бўлсангиз, учинчи стаканга ҳам ўшани солинг, лекин ишлов берилган темир пластинка ўрнига занглаган темир пластинка олинг. Ҳар бир стаканда ранг пайдо бўлиши вақтини ва унинг оч ёки тўқлигини аниқланг.

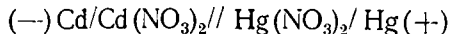
Содир бўлган реакция тенгламаларини ёзинг. Жараёнларни изоҳланг.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

135. Рух ионининг концентрацияси 1 моль ион/л бўлган  $ZnSO_4$  эритмасига ботирилган рух электроди ва никель ионининг концентрацияси 1 моль ион/л  $NiSO_4$  эритмасига ботирилган никель электродидан ҳосил қилинган гальваник элементнинг э.ю.к. ни ҳисобланг.

136. Мис ионининг концентрацияси 0,01 моль ион/л га тенг бўлган  $CuSO_4$  эритмасига мис пластинка ботирилган, миснинг электрод потенциалини ҳисобланг.

137.  $[Cd^{2+}]$  нинг концентрацияси 1,0 моль — ион/л,  $[Hg^{2+}]$  ионининг концентрацияси 0,01 моль-ион/л. Биринчи эритмага кадмий, иккинчи эритмага симоб туширилган, улардан қуйидаги гальваник занжир яратилган:



Гальваник элементининг э.ю.к. ни ҳисобланг (схемадаги II кўприкни тасвирлайди).

138. Металлнинг стандарт электрод потенциали деб нимага айтилади?

139. Фарадей қонунининг моҳияти нимадан иборат?

140.  $CuSO_4$  эритмасидан 1 соат давомида 4 А кучга эга бўлган ток ўтказилса, катодда неча грамм мис ажралиб чиқади?

141. 5,3935 г кумушни ажратиб чиқариш учун кучга эга бўлган токни  $AgNO_3$  эритмасидан қанча вақт ўтказиш керак?

142. Бирор металл хлориди эритмасидан 3880 кулон электр токи ўтказилганда катодда 11,742 г металл ажралиб чиққан, шу металлнинг эквивалентини ҳисобланг.

143. Катодда 7,74 г мис ажратиб олиш учун I соат давомида  $\text{CuSO}_4$  эритмасидан кучи неча амперга тенг бўлган ток ўтказиш керак?

144. Кимёвий коррозия билан электрокимёвий коррозия орасида қандай фарқ бор? Жавобингизни асослаб беринг.

145. Металлни коррозиядан сақлаш усули қандай танланади?

146. Ингибитор нима? Ингибитор катализатордан нима билан фарқ қилади?

147. Таркибида 80% темир (II, III) оксиди  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  бўлган 2 т магнитли темиртошдан 1,008 т темир олинган. Амалда темирнинг неча фоизи ажратиб олинганлигини ҳисоблаб топинг.

148. Таркибида 13% қўшимчалари бор 3 т магнитли темиртош қайтарилганда олинган темирдан таркибида 4% углерод бор қотишма тайёрланган. Қанча қотишма олинганлигини ҳисобланг.

149. Таркибида 24% ортиқча жинс бўлган 242,5 т рух алдамасидан қанча миқдор тоза рух ва қанча сульфат кислота олиш мумкин?

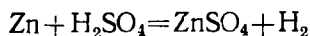
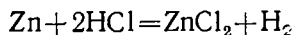
## XII БОБ. ЭЛЕМЕНТЛАР КИМЁСИ

### 1-§. ВОДОРОД. ОЛИНИШИ, ХОССАЛАРИ

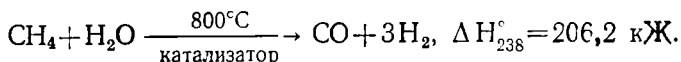
Маълумки, водород атомининг сиртқи қаватида битта электрони бор. Водород атоми ана шу ягона электронини бошқа элементларга бериб,  $\text{H}^+$  ионига (протонга) айланади. Шу сабабли водород, биринчи гурпуадаги ишқорий металлар сингари кучли қайтарувчидир. Водород баъзи хоссалари жиҳатидан еттинчи гурпуадаги элементларга ҳам ўхшаб кетади. Масалан, галогенидлар сингари электронга мойил, ўз бирикмаларида заряди бирга тенг ( $\text{NaH}^-$ ,  $\text{CaH}_2^-$ ) бўлади. Шу сабабли унинг белгиси еттинчи гурпуага ҳам қўйилади.

Водород табиатда кўп тарқалган элемент. Сув, нефть, табиий газлар, ўсимлик ва ҳайвонлар таркибида учрайди. Водороднинг умумий миқдори ер қобиғи массасининг 1% ни ташкил қилади.

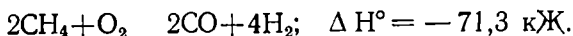
**Олиниши.** Лабораторияда водород олиш учун рух металига хлорид ёки сульфат кислота таъсир эттирилади:



Саноатда табиий газлардан, сув газидан, сувни электролиз қилиш, кокс газини, нефтни қайта ишлашда ҳосил бўладиган газлардан олинади. Масалан:



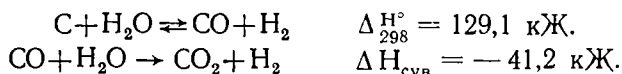
Метаннинг чала оксидланишидан  $\text{CO}$  билан  $\text{H}_2$  аралашмаси ҳосил бўлади:



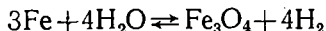
Техникада водород асосан метаннинг кислород ва сув буғига таъсир этиш реакциясидан олинади:



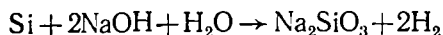
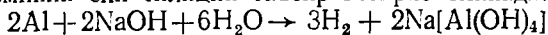
Конверсия усули билан 1000°C да кокс билан сув буғи орасидаги реакциядан:



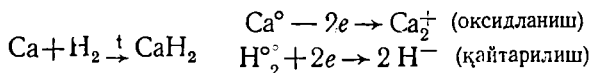
Чўғланган темирга сув буғи таъсир этириб:



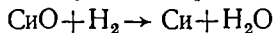
ишқорга алюминий ёки силиций таъсир этириб олинади:



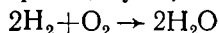
**Водороднинг хоссалари.** Водород кимёвий реакцияларда ўзининг ягона электронини бериб, мусбат зарядли ионга айланади. Унинг кимёвий хоссалари ана шу хусусияти билан боғлиқ. Бироқ водород энг актив металлмаслар билан кимёвий реакцияга киришганда ионли боғланишлар эмас, балки қутбли ковалент боғланиш ҳосил қилади. Шунинг учун водороднинг атоми мусбат зарядли ион ҳолатига батамом ўта олмайди. Баъзан водород атомлари электрон бириктириб олиб, манфий зарядли ионга ҳам айланади:



Эркин водород яхши қайтарувчидир. Юқори ҳароратда водород кўпгина металлларнинг оксидларидан шу металлларни қайтаради, масалан:



Водород кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади:

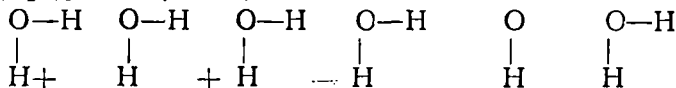


Водород билан металлларнинг кимёвий бирикмаси *гидридлар* деб аталади. Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг гидридлари жуда кучли қайтарувчи:  $\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2$ . Водороднинг ионланиш энергияси 435 кж/моль га тенг.

## 2- §. СУВ.

Сув водороднинг энг кўп тарқалган бирикмаси ҳисобланади. Табиатда мутлақо тоза сув бўлмайди. Табиатдаги сувда муаллақ ҳолда кўпгина моддалар, шунингдек, хилма-хил бактериялар учрайди. Ичишга мўлжалланган сувни тозалаш учун унга алюминий гидроксид ҳосил қилувчи пермутит —  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  алюмосиликат қўшилади. Булар сувдаги муаллақ заррачаларни илаштириб ўзи билан бирга чўкмага олиб тушади. Сув тиндирилгандан сўнг қум билан филтрланади, сўнгра хлор билан зарарсизлантирилади.

Сувни эриган моддалардан батамом тозалаш учун у ҳайдалади (дистилланган сув). Сув молекулалари ўзаро таъсирлашиб, ассоциатлар  $(\text{H}_2\text{O})_2$ ,  $(\text{H}_2\text{O})_3$  ҳосил қилади:

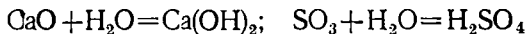


Тоза сув электр токини деярли ўтказмайди.

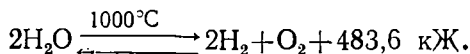
4°C да сувнинг зичлиги энг катга бўлади ( $d=1 \text{ г/см}^3$ ). Сув бошқа суюқликлардан фарқ қилиб 4° дан 0°C гача совитилганда кенгаяди. Шу сабабли муз сувдан енгил бўлади. Музнинг зичлиги 0,92 г/см<sup>3</sup> га тенг.

Сувнинг иссиқлик сизими барча қаттиқ ва суюқ моддаларникига қараганда юқори. Шунинг учун, океан ва денгиз сувларининг ҳарорати анча секин ўзгаради ва шу билан атрофдаги ҳавонинг ҳароратини тартибга солиб туради.

Сув кимёвий жиҳатдан актив модда: у кўпгина металллар, металмаслар, тузлар ва оксидлар билан осон реакцияга киришади. Масалан:



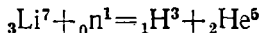
Сув термик диссоциланади:



Ҳарорат кўтарилганда мувозанат ўннга силжийди, 2000° да сувнинг термик парчаланиши 1,8%, 3092°C да 13%, 5000°C да 100% га етади.

### 3-§. ВОДОРОД ИЗОТОПЛАРИ

Табиятда учрайдиган водород азосан икки изотопдан, яъни  $\text{H}_1$  — протий (1 e ва 1 протон) ва  $\text{H}^2$  — дейтерий (1e, 1n, 1p) дан иборат. Одатдаги водородда 0,02% га яқин дейтерий бўлади. Водороднинг учинчи изотопи  $\text{H}^3$  — тритий (Т) (1e<sup>-</sup>, 2n, 1p) жуда кам миқдорда учрайди. Литийни нейтронлар билан бомбардимон қилиб, сунъий равишда тритий олинади:

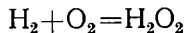


Протий  $\text{H}^1$  ва дейтерий  $\text{H}^2$  — барқарор изотоплар, тритий  $\text{H}^3$  — радиоактив изотопдир, улар физикавий ва химиявий хоссалари билан бир-биридан фарқ қилади.

$\text{H}_2\text{O}$  — енгил сув,  $\text{D}_2\text{O}$  — оғир сув. Оғир сув билан бўладиган химиявий реакциялар одатдаги сув билан бўладиган химиявий реакцияларга қараганда анча секин ўтади.

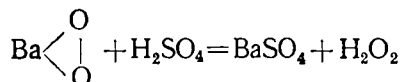
### 4-§. ВОДОРОД ПЕРОКСИД

Атомлар водород кислород билан реакцияга киришиб, водород пероксид ҳосил қилади:

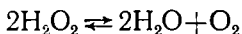


Водород пероксид молекуласида кислород атомлари ўзаро ковалент боғлар билан боғланган, кислород билан водород атомлари орасида қутбли ковалент боғланиш ҳосил бўлади:  $\text{H} : \ddot{\text{O}} : : \ddot{\text{O}} : \text{H}$ . Водород пероксид молекуласи  $\text{H}_2\text{O}_2$  нинг диполь момент  $\mu = 2,13$  дебайга тенг.

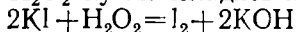
Водород пероксид — кучсиз кислота. Уни барий пероксидга сульфат кислотага таъсир этгириш йўли билан олинади:



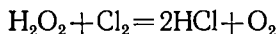
Водород пероксид — рангсиз, қиёмга ўхшаш сукқлик, зичлиги 1,46 г/см<sup>3</sup>. У одатдаги шароитда парчаланеди:



$\text{H}_2\text{O}_2$  кучли оксидловчи:



$\text{H}_2\text{O}_2$  қайтарувчи хоссаларга ҳам эга. Масалан, эркин ҳолатдаги хлор водород пероксид таъсирида қайтарилиб, хлор ионига айланади:



Водород пероксид ракета техникасида, парфисмерияда, табобатда, шунингдек жун, ипак, мўйналарни оқартиришда ишлатилади. Одатда  $\text{H}_2\text{O}_2$  нинг 3% эритмаларидан фойдаланилади. У 30% ли эритма ҳолида сотилади.

### 15-лаборатория иши, Водород

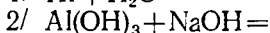
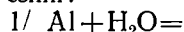
#### 1. Кислотага металл таъсир эттириш йўли билан водород олиш

Пробиркага 3—4 бўлак тозаланган рух метали солиб, унга 5 мл 20% ли сульфат кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) дан қуйинг. Пробиркани найли тикин билан бекитиб штативга жойланг. Водород чиқишини кузатиш учун қуруқ пробиркага тўплаб, уни ёқиб кўринг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

#### 2. Ишқорга металл таъсир эттириш йўли билан $\text{H}_2$ ҳосил қилиш.

Пробиркага алюминий қириндисидан озгина солиниг, устига 20% ли ўювчи натрий эритмасидан 2—3 мл қуйинг. Газ ажралиб чиқишини кузатинг. Асбобдаги ҳаво батамом сиқиб чиқарилганлигини билиш учун чиқаётган газни ёқиб кўринг. Алюминий билан  $\text{NaOH}$  эритмаси орасида бўладиган реакция икки босқичда боради. Шу реакция тенгламасини ёзинг:



Алюминийнинг қандай тузи ҳосил бўлади?

#### 3. Сувга металл таъсир эттириш билан водород ҳосил қилиш.

Фенолфталеин томизилган идишдаги сувга бир кичик бўлак натрий метали ташланг (29-расм). Бўлаётган ҳодисани кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

#### 4. Водородни бир идишдан бошқа идишга «қуйиш».

Тўнкарилган цилиндрни (ёки пробиркани) Кипп аппаратидан чиқаётган водород билан тўлдириг. Сўнгга водородни тўнкарилган (бир оз кичикроқ) бошқа цилиндрга оҳиста «қуйинг».



29- расм. Металлнинг сувга таъсири.

Цилиндрларни галма-гал алангага яқинлаштириб, водороднинг пастдан юқорига «қуйилганини» кузатинг.

5. Сульфат кислотанинг суолтирилган эритмасига калий перманганат ( $KMnO_4$ ) эритмасидан бир-икки томчи томизинг. Рангли эритмани икки пробиркага бўлиб, биридан Кипп аппаратида ажралиб чиқаётган водородни ўтказинг. Иккинчисига рух бўлакчаси ташланг. Реакция қайси пробиркада шиддатли кетади? Пробиркалардаги эритманинг рангини ўзгаришини кузатинг ва изоҳланг.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

1. Водороднинг оксидловчилик ва қайтарувчилик хоссасига реакциялар билан мисоллар келтиринг.

2. Қуйидаги металлларнинг қайси бирини хлорид кислотага таъсир эттириб водород ҳосил қилиш мумкин: мис, алюминий, темир, магний, симоб?

3. Гидридлар ҳосил қилинг: а) кальций гидриди; б) барий гидриди; в) калий гидриди.

4. Аэростатларни водород билан тўлдиришда кальций гидридни сувага таъсир эттиришдан фойдаланилади.  $560 \text{ м}^3$  ҳажмдаги аэростатни водород билан тўлдириш учун қанча кальций гидрид талаб этилади?

5. 6 л. қалдироқ газнинг портлашадан (нормал шароитда) неча грамм сув ҳосил бўлади?

#### 16- лаборатория иши. Водород пероксид

1. Водород пероксиднинг ҳосил қилиниши. Пробиркага озгина барий пероксид солиб, уни водопровод крани остида совитиб турган ҳолда суолтирилган сульфат кислота эритмаси қўшилади. Ҳосил бўлган эритмани чўкмасидан ажратинг. Эритмада водород пероксид борлигини аниқланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Водород пероксидни парчалаш. Пробиркага водород пероксид қуйиб, устига озгина манган (IV)-оксид солинади. Ажралаётган газни чўғланган чўп билан синанг. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Водород пероксиднинг оксидловчилик хоссалари. Пробиркага қўрғошин нитрат эригмасидан қуйинг, устига водород сульфид эритмасидан озгина қуйинг. Қўра чўкма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Чўкмани филтрлаб олинг, сув билан юзинг, сўнгра унга филтрда водород пероксиднинг 3%ли эригмаси билан то оқаргунча ишлов беринг.

Қўрғошин нитрат водород пероксид билан водород сульфид иштирокида таъсир этганда қўрғошин сульфатга айланишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

4. Водород пероксиднинг қайтарувчанлик хоссаси. Пробиркага 2—3 мл водород пероксид қуйиб, унга суолтирилган сульфат кислота эритмаси қўшиб, кислотали шаронгга келтирилади. Эритма устига бир неча томчи калий перманганат эритмаси томизилади. Нима кузатилади?

Реакция тенгламасини ёзинг.



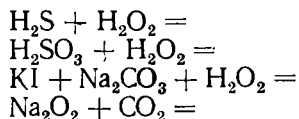
5. Водород пероксид тузини олиш. Барий гидроксид ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ )нинг тўйинган эритмаси устига 30% ли водород пероксиддан томизинг. Барий пероксид ( $\text{BaO}_2$ ) нинг ялтироқ кристаллари чўкишини кузатинг.

#### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

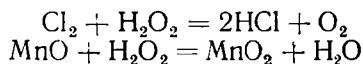
150. Нима учун водород пероксидда кислота хоссалари намоён бўлади?

151. Натрий пероксид, хром пероксид ва барий пероксиднинг структура формулаларини ёзинг.

152. Қуйидаги реакцияларни охирига етказинг:



153. Қуйидаги реакцияларда водород пероксид оксидловчи вазифасини бажарадими, қайтарувчими?



154. Водород пероксиднинг 4% ли эритмасидан 1000 грами парчаланганда нормал шароитда неча литр кислород ажралиб чиқади?

### XIII боб. I ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

#### 1-§. I ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ — S- ЭЛЕМЕНТЛАР

Биринчи группанинг асосий группачаси элементлари Li, Na, K, Rb Cs ва Fg ишқорий металллар деб аталади. Бу элементларнинг ташқи электрон қаватида биттадан s-электронлар мавжуд. Шунинг учун бу элементлар кимёвий реакция жараёнида электронини осонгина йўқотиб, кучли қайтарувчи хоссаларини намоён қилади ва доимо + I га тенг оксидланиш даражасига эга бўлади. Бу элементларда литий Li дан франций Fg га томон атом радиуслар катталашади, аммо ион зарядлари ўзгармайди. Шунинг учун Li дан Fg га ўтганда элементларнинг (ишқорий металлларнинг) металллик ва қайтарувчилик хоссалари ортиб боради. Бу элементлар ишқорий металллар деб аталишига сабаб шуки, улар сув билан шиддатли реакцияга киришиб, асос ва водород ҳосил қилади. Ҳосил бўлган асослари эса кучли ишқорлардир. Бу группачанинг асосий физик-кимёвий хоссалари 7-жадвалда берилган.

**Олиниши, хоссалари ва ишлатилиши.** Ишқорий металллар табиатда соф ҳолда учрамайди. Натрий билан калий кўп тарқалган элементлар жумласига киради. Ер пўстлогига 2,64% натрий ва 2,6% калий бор.

Натрий табиатда натрий хлорид  $\text{NaCl}$  ва  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (Қорабўғоз Гол), калий эса калий хлорид  $\text{KCl}$ , поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Соликамск—юқори Урал) кўринишида учрайди.

Рубидий ва цезий табиатда кам учрайди. Франций актинийнинг радиоактив емирилиши натижасида ҳосил бўлади.

I группанинг асосий группачаси элементларининг  
энг муҳим хссалари

Хссалари	Li	Na	K	Rb	Cs
Ер шарида тарқалиши мас, % миқдориди	$3,4 \cdot 10^{-3}$	2,64	2,6	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$
Валент электрон конфигура- цияси	[He] 2S'	[Ne] 3 S'	[Ar] 4s'	[Kr] 5s'	[Xe] 6s'
Атом радиуси, нм да	0,155	0,189	0,236	0,248	0,267
Ион радиуси, нм да	0,068	0,098	0,133	0,149	0,165
Ионланиш потенциалли, $Me \rightarrow Me^+ + e^-$	5,39	5,14	4,34	4,18	3,84
НЭМ	0,95	0,90	0,80	0,80	0,75
Суюқланиш температураси, °C	180,0	97,8	63,5	38,7	28,5
Қайнаш температураси, °C	1340,0	882,5	758,5	696,0	706,0
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	0,53	0,97	0,86	1,52	1,89
$E^0/Me_{э-ма}^+/Me/V$	-3,045	-2,714	-2,924	-2,925	-2,923

Натрий хлорид кимё саноатида сода, хлор, водород хлорид олишда ишлатилади. Қиздириб суви йўқотилган сода  $Na_2CO_3$  — энг муҳим кимёвий маҳсулот ҳисобланади. У шиша ишлаб чиқаришда, тўқимачилик саноатида, қоғоз саноатида, совун ишлаб чиқариш саноатида, сувни юмшатишда ишлатилади (кристаллик сода  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  таркибга эга).

$NaHCO_3$  — натрий гидрокарбонат ичимлик сода деб аталади ва тиббиётда, қандолатчилик корхоналарида ишлатилади.

$K_2CO_3$  — поташ махсус шишалар ишлаб чиқаришда,  $KNO_3$  ва  $KCl$  қишлоқ хўжалигида минерал ўғит сифатида ишлатилади.

Литий ва натрий  $LiCl$  ва  $NaCl$  ни суюлтириб электролиз қилиш йўли билан олинади. Литий қотиқмалар тайёрлашда ишлатилади. Калий эса суюлтирилган  $KOH$  ни электролиз қилиб олинади.

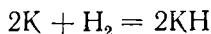
Бу металлларнинг қайнаш, суюқланиш температураси анча паст,  $Li$ ,  $Na$ ,  $K$  юмшоқ бўлгани учун пичоқ билан кесиш мумкин. Бу учала металл сувдан енгил.

$K$ ,  $Rb$ ,  $Cs$  — фотоэлементларда — ёруғлик энергиясини электр энергиясига бевосита айлантирувчи асбобларда ишлатилади.

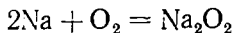
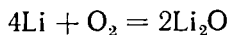
Ишқорий металллар жуда актив қайтарувчилардир:



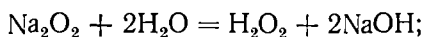
Улар водород билан реакцияга киришиб гидрид ҳосил қилади:



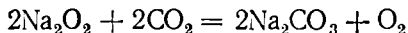
Бу металллар ҳавода тез оксидланади, шунинг учун керосин [остида сақланади:



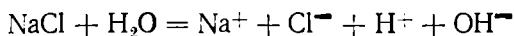
$\text{Na}_2\text{O}_2$  — тұқимачилик саноатида матоларни оқартиришда ишлатилади, чунки сувдаги мухитда  $\text{Na}_2\text{O}_2$  гидролизланади:



$\text{Na}_2\text{O}_2$  сув ости кемаларида ишлатилади, чунки унда қуйидаги реакция натижасида кислород ажралиб чиқади:



Энг аҳамиятли гидроксидлардан  $\text{NaOH}$  — каустик сода ва ўювчи калий  $\text{KOH}$   $\text{NaCl}$  ва  $\text{KCl}$  нинг сувдаги эритмаларини электролиз қилиб олинади:



катодда  $4\text{H}_2\text{O} + 4e = 2\text{H}_2 + 4\text{OH}^-$

анодда  $4\text{Cl}^- - 4e = 2\text{Cl}_2$

### 17- лаборатория иши. Ишқори й металллар

**1. Натрийнинг ҳавода ёниши.** Натрийнинг бир бўлагини пинцет билан олиб, фильтр қоғозга қўйинг. Яхшилаб артилгач, пичоқ билан мошдек бўлакчасини кесиб олиб, тигелга солинг; тигелни махсус тайёрланган штативдаги чинни учбурчакликка қуйиб, секин қиздириг (*Қиздириши мўрили шкафда олиб борилиши шарт!*). Натрий суюлиб алангалангандан сўнг қиздиришни тўхтатиб, сарғиш рангли натрий пероксид ҳосил бўлишини кузатинг. Натрий металининг ёниши натижасида пероксидга айланиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

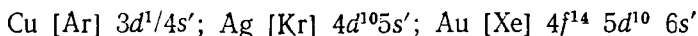
**2. Натрий металини сувга таъсири.** (*Бу тажриба мўрили шкафда олиб борилади*). Юқоридаги тартибда натрий металининг мошдек катталикдаги бўлагини кесиб олиб, тайёрлаб қўйилган чинни қосадаги сувга солинг ва тезда мўрили шкафнинг ойнасини бекитиб, натрий металининг сув билан реакцияга кириш жараёнини кузатинг (29- расм). Натрий литийга нисбатан, калий эса уларга нисбатан сув билан шиддатли реакцияга киришади. Реакция тугаганидан сўнг, ҳосил бўлган эритмани лакмус ёки фенолфталеин билан синаб кўриб, реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Натрий пароксиднинг сувга таъсири.** Пробирканинг ярмигача сув солиб, устига озгина натрий пероксид солинг. Газ чиқишини кузатинг. Реакция натижасида кислород ажралиб чиқаётганини исботланг. Бунинг учун пробирка оғзига учи чўғлантирилган чўпни тутсангиз, алангаланиб ёнишини кўрасиз. Реакция тамом бўлгандан сўнг эритмани лакмус қоғози билан синаб кўринг. Мухит қандайлигини аниқланг ва реакция тенгламасини ёзиб, изоҳланг.

### 2- §. I ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

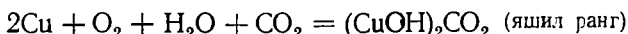
**Мис группачаси. d-элементлар.** d-поғоначадаги электронлар муайян шароитда бир-бирдан ажралиши ва кимёвий боғ ҳосил қилишда иштирок этиши мумкин. Шу сабабли мис группачасидаги элементлар, кў-

пинча бирдан ортиқ валентлик намоён қилади (8-жадвал). Бу элементлар атомларининг сиртқи қавати батамом тугалланган  $(n-1)d^{10}$  ва тугалланмаган  $ns^1$  орбиталларга эга; электрон конфигурациялари қуйида кўрсатилган:

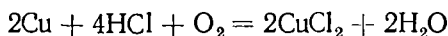


Мис табиатда мис колчедани —  $\text{CuFeS}_2$ , мис ялтироғи —  $\text{CuS}$ , куприт —  $\text{Cu}_2\text{O}$ , малахит —  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  ҳолида учрайди. Ер пўстлоғида миснинг миқдори  $3 \cdot 10^{-2}\%$  га тенг. Унинг конлари Урал, Қозоғистон, Олтой, Арманистон ва бошқа жойларда учрайди.

Мис — қизил тусли, чўзилувчан ва болгаланувчи металлдир, мисни прокатка қилиб (яссилаб) юпқа тахталар ва чўзиб сим ҳосил қилиш мумкин. Мис иссиқликни, электр токини яхши ўтказади. У оғир металлар жумласига киради. Қуруқ ҳавода мис оксидланмайди, аммо нам ҳавода оксидланади:



$\text{HCl}$  да, суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да мис оксидловчилар иштирокида эрийди:



Мис нам  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}$  билан осон реакцияга киришади. У концентрланган сульфат ва нитрат кислотата эрийди:

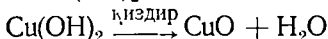


Мис халқ хўжалигида кенг ишлатилади. Ундан кабеллар ва қотишмалар: бронза —  $\text{Cu} + \text{Zn}$ , жез, томпақ —  $\text{Cu} + \text{Zn}$ , мельхиор —  $\text{Cu} + \text{Ni}$  тайёрлашда фойдаланилади.

Мис ҳавода қора рангли мис (II) оксид  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{CuO}$  ва қизил рангли мис (II) оксид  $4\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$  ҳосил қилади. Бир валентли мис бирикмалари қуйидагича олинади:

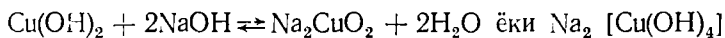
$\text{CuCl}_2 + \text{Cu}$  (қиринди)  $+ \text{HCl} \xrightarrow{\text{қайтарувчи}} 2\text{H} [\text{CuCl}_2]$ . Бу модда суюлтирилганда  $\text{HCl}$  ва  $\text{CuCl}$  га ажралади. Шу йўлда  $\text{CuCl}$  олинади.

Икки валентли мис бирикмалари олиғишига оид мисоллар келтирамиз.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  ни олиш:  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

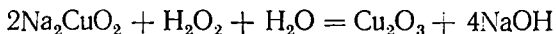


$\text{CuCl}$  ишқорий металлларнинг хлоридлари билан бир валентли мис купратлари ҳосил қилади:  $\text{CuCl} + \text{KCl} \rightarrow \text{K} [\text{CuCl}_2]$

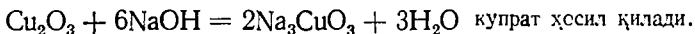
$\text{Cu}(\text{OH})_2$  — сувда кам эрийдиган, ҳаво рангли модда, жуда кучсиз асос. Аммо  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  концентрланган қайноқ ишқорда эриб купрат кислотата тузлари ҳосил қилади, масалан:



Мис (II) нинг сувда эрувчан тузларига кучли ишқорий муҳитда  $\text{H}_2\text{O}_2$  таъсир эттириб мис (III)-оксид  $\text{Cu}_2\text{O}_3$  ҳосил қилинади:

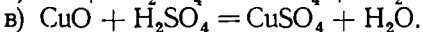
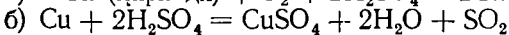
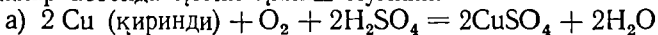


$\text{Cu}_2\text{O}_3$  — анор рангли кукун, у кучли оксидловчи. Ишқор билан реакцияга киришиб

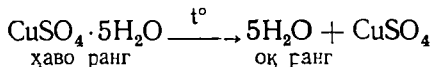


(купрат кислота тузи, беқарор модда).

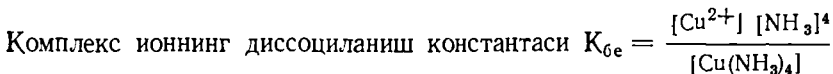
Демак мис, ўз бирикмаларида +1, +2, +3 га тенг оксидланиш даражалар намоён қилиши мумкин. Амалий жиҳатдан олганда 2 валентлик мис бирикмалари муҳим аҳамиятга эга. Уларни қуйидаги тенгламалар асосида ҳосил қилиш мумкин:



Мис купороси  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  қиздирилса, рангсизланади:

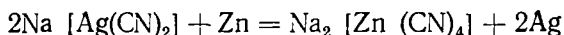
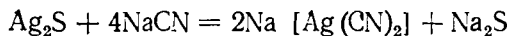


Миснинг барча тузлари заҳарли. 1 ва 2 валентлик мис ионлари комплекс бирикмалар ҳосил қилади, масалан:



$K_{\text{сe}}$  беқарорлик константаси деб аталади;  $\frac{1}{K_{\text{сe}}}$  эса комплекснинг барқарорлик константаси дейилади.  $K_{\text{сe}}$  қанча кичик бўлса, комплекс ион шунчалик барқарор бўлади.

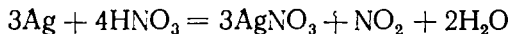
**Кумуш.** Табиатда эркин ҳолатда ҳам, бирикма ҳолида ҳам учрайди. Энг муҳим минерали кумуш сульфид  $\text{Ag}_2\text{S}$  дир. Кумушнинг олиниши:



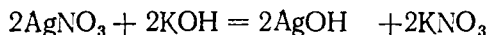
Кумуш — оқ, ялтироқ металл, электр ўтказувчанлиги бўйича барча металллардан устун туради. У анча юшмоқ металл бўлгани учун, асосан унинг қотишмалари ишлатилади (87,5%  $\text{Ag}$  + 12,5%  $\text{Cu}$ , яъни 875 проба).

Кислород кумушни ҳатто қиздирилганда ҳам оксидламайди, аммо  $\text{H}_2\text{S}$  да кумуш оксидланади:  $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

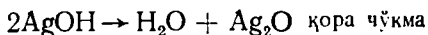
Кумуш  $\text{HNO}_3$  да ва концентранган қайноқ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эрийди:



Кумуш ўз бирикмаларида одатда 1 валентли бўлади.

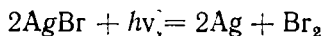


Лекин  $\text{AgOH}$  беқарор модда, у тезда парчаланади:

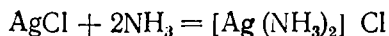
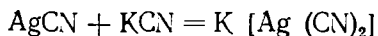
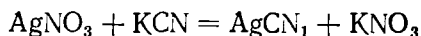


Ионли тенгламаси  $2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Кумушнинг энг аҳамиятли бирикмаси  $\text{AgNO}_3$ , у кўзгу ишлаб чиқаришда кумушнинг бошқа бирикмаларини олишда ишлатилади. Кумуш бромид сураткашлиқда ишлатилади, чунки у ёруғлик таъсирида парчаланди:

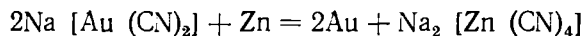
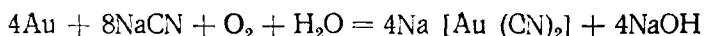
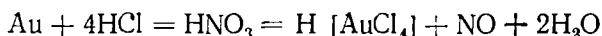


Кумушнинг комплекс ҳосил қилишга мойиллиги кучли:



**Олтин.** Табиатда олтин асосан эркин (туғма) ҳолатда учрайди. У сариқ тусли, юмшоқ, ялтироқ металл. Олтиндан жуда юлқа зар қоғоз тайёрлаш мумкин.

Олтин мис, кумуш ва платина билан қотиштирилган ҳолда ишлатилади. Олтин буюмлар одатда олтин билан мис қотишмасидан тайёрланади. Олтин фаоллиги энг паст металллардан биридир. У юқори температурада ҳам кислород билан бирикмайди. Фақат зар сувида ва  $\text{KCN}$  эритмасида эрийди:



Саноатда бу реакциялардан фойдаланиб, олтинни рудадан ажратиб олинади.

### 18- лаборатория иши. Мис гурпчаси

**1. Актив металллар ёрдамида мисни бирикмасидан сиқиб чиқариш.** Чинни идишда 4—5 мл мис сульфат тузининг ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) тўйинган эритмасидан олинг. Эквивалент миқдорда рух ёки темир кукунидан мис сульфат тузи эритмасига солинг. Яхшилаб аралаштириб, аралашмани 80—90°C ли сув ҳаммомида металл эригунча иситинг. Сўнг эритманинг суюқ қисмини тўкиб ташласангиз, мис чўкма ҳолида қолади. Мисни олдин суюлтирилган хлорид кислота билан, сўнг сув билан 2—3 марта ювинг. Фильтр қоғозида қуритинг, ҳосил бўлган миснинг рангига эътибор бериб, кейинги реакцияларга сақлаб қўйинг. Реакция тенг-ламасини ёзинг.

**2. Мис (II)-оксидни кўмир билан қайтариб мис олиш.** Бунинг учун пробирка олиб, унинг оғзига тикинли най ўрнатилади. Найнинг учига резинка най киритиб, унинг учини бошқа газ йиғичга етарли узунликда қирқилади. Сўнг мис (II)-оксид ва пистга кўмрдан тенг ҳажмда олиб, яхшилаб аралаштирилади ва пробирка ичига солиб шгатибга ўрнатган ҳолда аралашмани қиздирилади, натижада газ ажрала бошлайди. Ажралиб чиқётган газ ҳақиқатда углерод (IV)-оксид эканини билиш учун най учигаги резина найчанинг учини оҳакли сув солинган иккинчи пробирка ёки идишга йўналтирилади. Бунда эритма лойқаланади.

Реакция тамом бўлгач, қиздирилган аралашмани қозоғга олиб со-  
внинг. Ҳосил бўлган миснинг рангини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

**3. Миснинг кислоталарга таъсири.** (*Тажриба мўрили шкафда ўт-  
казилади*). Миснинг кислоталарга таъсирини билиш учун мис қирин-  
дисини суюлтирилган ва концентранган хлорид, сульфат ва нитрат  
кислотага таъсир эттиринг. Реакцияни кузатинг. Ушбу тажрибани ўт-  
казиш учун пробиркага оз миқдорда мис қириндисидан солиб, устига  
аввал суюлтирилган (масалан, хлорид кислота), сўнг концентранган кис-  
лота қуйинг. Реакцияни дастлаб уй шароитида ўтказинг. Натижани  
кузатинг. Сўнг аралашмани қиздиринг. Садир бўлган ўзгаришларни ку-  
затиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**4. Мис гидроксид олиш.** Мис гидроксидини, унинг оксидини сувда  
эритиб олиб бўлмайди. Шунинг учун унинг бирор тузи эритмасига  
ўювчи натрий ёки ўювчи калий эритмасидан қўшиш йўли билан мис  
гидроксид олинади.

а) Бир пробирканинг учдан бир қисмига миснинг бирор тузи эрит-  
масидан олиб, унинг устига натрий ишқоридан қуйинг, ҳаво рангли  
чўкма ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Мис гидроксидининг хоссасини ўрганиш учун чўкмани эритмаси  
билан бирга чайқатиб, учта пробиркага баробар қилиб бўлинг. Улар-  
нинг биринчисига суюлтирилган хлорид кислота, иккинчисига кучли  
ишқор ва учинчи пробиркага эса кучли аммиак таъсир эттиринг. Ҳо-  
сил бўлаётган эритмалар рангига эътибор бериб, реакция тенгламала-  
рини ёзинг.

**5. Мис (II)-гидроксидининг хоссаси.** Миснинг икки валентли бирор  
тузи эритмасини олиб, натрий ишқори эритмасидан мис (II)-гидроксид  
чўкмасини батамом чўккунча қуйинг. Чўкмани сув билан ювиб, сўнг  
Бюхнер воронкасида филтрлаб олинг. Мис (II) — гидроксиднинг хос-  
сасини қуйидаги реакциялар билан текширинг.

1. Қиздиришга муносабати. Бунинг учун реактивдан қуруқ пробир-  
кага озроқ олиб, қиздириб кўринг.

2. 30% ли натрий ишқори эритмасини таъсир этинг.

3. 25% ли аммиак эритмасини таъсир этинг.

4. 2% ли хлорид кислотасини таъсир этинг.

Ҳамма реакцияларни кузатиб, реакция тенгламаларини ёзиб, изоҳ-  
ланг.

**6. Миснинг ёмсон эрийдиган бирикмасини олиш.** Иккита пробирка-  
га мис сульфат эритмасидан тенг ҳажмда қуйинг. Биринчи пробиркага  
1—2 мл сода эритмаси, иккинчи пробиркага эса 2—3 мл натрий  
сульфид эритмаси ёки водород сульфидли сувдан қуйинг. Реакция-  
нинг боришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзиб, изоҳлаб беринг.

**7. Мис (II) хлориднинг олиниши** (*Тажрибада мўрили шкафда  
олиб борилади*). Химиявий стаканда 36% ли 15 мл хлорид кислота  
билан 15 мл сув ва 65% ли 5 мл нитрат кислотасини қўшиб, ара-  
лаштиринг. Аралашмага 2 г мис қириндисидан солинг. Эритманинг 1/3  
қисми қолгунча чинни идишда ёки пробиркада буғлатинг. Эритма со-  
втилса, мис (II) хлорид чўкмага тушади. Чўкмани Бюхнер воронкаси-

да фильтрлаб олинг. Мис (II)-хлорид сувга жуда ўч. Шунинг учун уни оғзи яхши беркитилган идишда сақланг. Унинг кичкина кристаллини соат ойнасига солиб, очиқ ҳавода қолдиринг ва ўзгаришни кузатинг.

Бошқа иккинчи пробиркага ҳосил қилинган туздан озроқ олиб қиздиринг. Кристаллгидрат суви йўқолган тузнинг ранги ўзгаришини кузатинг.

**8. Мис тузлари алангани бўяши.** Нихром симини қисқич билан ушлаб, хлорид кислотада яхшилаб тозаланг. Симнинг учини горелка ёки спирт лампасида яхшилаб чўғлатиб, мис тузларига ёки унинг эритмасига ботириб яна алангага тутинг. Аланганинг ранги ўзгаришини кузатинг.

**1. Кумуш билан ўтказиладиган тажрибалар. 1. Кумуш оксид олиш.** Пробиркада кумуш нитрат эритмасидан олиб, устига калий ёки натрий ишқоридан қуйинг. Бир оз қиздиринг, қорамтир чўкма ҳосил бўлганини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Кумуш тузи эритмасига металллар таъсири.** Иккита пробиркага 2 мл дан кумуш нитрат тузининг концентрланган эритмасидан қуйинг. Сўнг биринчи пробиркага мис пластинқаси, иккинчи пробиркага бир томчи симобдан солиб, иккала пробиркани штативга қуйинг. Ҳар иккала пластинқадаги реакцияни кузатинг. 1-пробиркада кумуш ажралиб чиқади. 2-пробиркада эса симобнинг шохсимон бирикмаси ҳосил бўла бошлайди. Реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Кумуш сульфид олиш.** Пробирканинг 1/4 қисмига  $\text{AgNO}_3$  эритмасидан қуйиб, устига натрий сульфид, аммоний сульфид ёки водород сульфиднинг сувдаги эритмасидан қуйинг. Кумуш сульфид ҳосил бўлишини кузатинг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**4. Кумуш хлорид олиш.** Кумуш нитрат эритмасидан олиб, унга тегишли моддалардан таъсир эттириб, кумушнинг хлорли, бромли ва йодли бирикмасини ҳосил қилинг. Ҳар қайси чўкмани алоҳида ҳосил қилиб, сув билан ювинг ва қуйидаги хоссаларини ўрганинг:

1) қуёш нури таъсирини;

2) аммиак эритмасининг таъсирини;

3) натрий тиосульфат эритмасининг таъсирини кузатинг. Реакциялар тенгламасини ёзинг.

**5. Кумуш кўзгу ҳосил қилиш.** Бунинг учун қуйидаги ишлар қилинади.

а) Кумушнинг аммиакли эритмасини тайёрлаш. 5 мл 10 % ли кумуш нитрат эритмасига конц. аммоний гидроксид эритмасидан аста-секин қўшинг. Аввал чўкма ҳосил бўлади. Эритма қўшишни давом эттириб, чўкмани батамом эритинг. Сўнг эритмани ўлчов цилиндрига солиб, ҳажмини 50—55 мл га етгунча сув қўшинг. Эритмани қуёш нури тушмайдиган жойда сақланг.

б) Глюкоза эритмасини тайёрлаш.

Глюкоза эритмасини тайёрлаш учун 1,3 г глюкозани 25 мл сувда эритинг. Эритмага 1—2 томчи конц. нитрат кислота томизинг. Аралашмани 2 минут давомида қайнатинг. Эритма совигач унга тенг ҳажмда спирт қўшинг.

в) Кўзгу ҳосил қилиш.



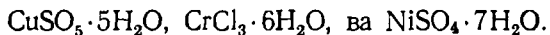
Бунинг учун идиш ёки ойнанинг юзаси хромли аралашма билан яхшилаб ювилади ва сув билан чайилади. Сўнг кумушнинг аммиакли эритмаси глюкоза эритмаси билан (10:1) аралаштирилади. Аралашмани стаканда қайнаб турган сув устида ушлаб турунг, сўнг эритмани тўкинг. Эритма тегиб турган юзада нима ҳосил бўлганини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

### 19- Лаборатория иши. Комплекс бирикмалар

1. **Аммиакли комплекс бирикмалар.**  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$  тузи эритмаларидан алоҳида-алоҳида пробиркада озгинадан олиб, ҳар қайсисига томчилаб аммоний гидроксид  $[\text{NH}_4\text{OH}]$  дан қуйинг. Агар аммоний гидроксиддан ортиқча қуйилса, аввал ҳосил бўлган чўкмалар эриганини кўрасиз. Бу эритмалар  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  ва  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  ионлари тутган комплекс бирикмалар бўлиб, ҳар қайсисига ишқор эритмаси таъсир эттириб, уларнинг барқарорлигини аниқланг.

Комплекс аммиакатлар ҳосил бўлиши реакциясини ёзинг. Ҳар қайси пробиркадаги комплекс аммиакатга натрий ишқор таъсир этгандаги ўзгаришларни изоҳланг.

2. **Кристаллгидратларнинг комплекс ҳолатга ўтиши.** Чинни тигельчаларда қуйидаги кристаллгидратларни олинг:  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,

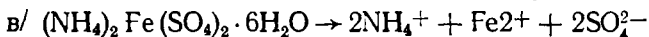
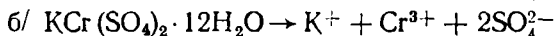
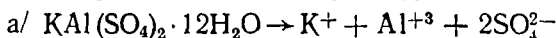


Уларни яхшилаб қиздириг, натижада улар сувни йўқотиб, сувсиз тузлар ҳосил бўлади. Сўнгра ҳар қайсисини совитиб, озроқ сув томизсангиз, тузларнинг ранги ўзгаради. Янгидан ҳосил бўлган кристаллгидрат комплекс ионларга айланади. Тузларнинг ранги ўзгаришини кузатиб, кристаллгидратларни комплекс туз шаклида ёзинг.

3. **Кумушнинг тиосульфат комплекс бирикмасини олиш.** Пробиркага кумуш нитратнинг эритмасидан озроқ олинг ва устига 2 — 3 томчи калий хлорид эритмасидан қуйинг. Чўкма ҳосил бўлади. Шу чўкмали эритма устига натрий тиосульфат ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) эритмасидан қуйинг. Нима кузатилади? Ҳосил бўлган комплекс бирикма  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$  формулага эга. Реакция тенгламасини ёзинг.

4. **Симобнинг йодли комплекс бирикмасини олиш.** Пробиркада 2 — 3 томчи симобнинг бирор (II) валентли тузи эритмасидан олиб, унинг устига калий йодид эритмасидан чўкма ҳосил бўлгунча томчилаб қўшинг. Сўнг чўкмали эритмага мўл миқдордаги калий йодид эритмасидан чўкма батамом эриб кетгунча қуйинг. Реакция натижасида  $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$  ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

5. **Қўш тузларнинг характерли реакциялари.** Қўш тузлар эритмада ионларга парчаланади. Буни қуйидаги алюминий, хром аччиқ тоши ва мор тузи эритмаларида текшириб кўринг:



$K^+$  — иони борлигини  $Na[Co(NO_2)_6]$ ,  $Al^{3+}$  ва  $Cr^{3+}$  — ионини эса  $NaOH$ ,  $Fe^{+2}$  — ионини эса қизил қон тузи  $K_3[Fe(CN)_6]$  эритмаси билан синаб кўринг. Бу реакциялар натижасида қўш тузларнинг комплекс бирикмалардан фарқи кўринади. Реакциялар тенгламасини ёзиб, изоҳлаб беринг.

6. Эритма концентрациясининг комплекс бирикма ҳосил бўлишига таъсири. Эритма концентрациясининг ҳар хил бўлиши комплекс бирикма ҳосил бўлишига турлича таъсир кўрсатади. Буни қуйидаги тажрибада кузатиш мумкин.

Пробиркага 1 мл кумуш нитрат эритмасидан олиб, калий йодиднинг концентранган эритмасидан чўкма эригунча қуйинг.  $K[AgJ_2]$  комплекс бирикма ҳосил бўлади. Агар эритмага сув қўшиб суюлтирилса, комплекс бирикма ўрнига кумуш йодид чўкмаси ҳосил бўлади.

Реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

7. Темирнинг уч валентли комплекс ионларига характерли реакциялар. а) Темирнинг бирор уч валентли тузи эритмасидан 1-2 мл олиб, унга калий роданид  $KCNS$  дан озгина қўшинг. Эритма тўқ қизил рангга киради. Бу эса темир роданид  $[Fe(CNS)_3]$  ҳосил бўлганини кўрсатади. Бу бирикманинг ҳосил бўлиши  $Fe^{+3}$  ионига хосдир. Реакция тенгламасини ёзинг ва изоҳланг.

б) Шу тажрибани темир (III) валентли ионга қатнашган комплекс бирикма — қизил қон тузи эритмасида олиб бѳринг.  $K_3[Fe(CN)_6]$  эритмасида темирнинг (III) валентли иони эркин ҳолатда бўлмаслигига ишонч ҳосил қилинг. Реакция тенгламасини изоҳлаб беринг.

в) Эркин темир (III) валентли иони билан комплекс бирикма таркибидаги темир иони хоссаларини солиштириб кўринг. Бунинг учун бир пробиркада темир (III) валентли иони бѳр тузи эритмасидан, иккинчи пробиркада эса қизил қон тузи  $K_3[Fe(CN)_6]$  эритмасидан олинг. Ҳар қайси пробиркага  $FeSO_4$  эритмасидан оз-оздан қўшинг. I пробиркада ҳеч қандай ўзгариш бўлмайди. II пробиркада эса кўк рангли турнбул кўки деб аталувчи  $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$  модда ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг. Демак, бу модданинг ҳосил бўлиши ( $Fe^{+2}$ ) иони учун характерли ҳисобланади.

г) Агарда шу реакцияни  $FeCl_3$  эритмасидан олиб, қизил қон тузи  $K_3[Fe(CN)_6]$  ўрнига сариқ қон тузи  $K_4[Fe(CN)_6]$  дан қўшсангиз, у вақтда оддий темир ( $Fe^{3+}$ ) билан комплекс бирикма таркибидаги ( $Fe^{+2}$ ) иони қандай характерда эканини кўрасиз. Бунда бѳрлин зангориси  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  деб аталувчи комплекс бирикма ҳосил бўлади. Бу бирикманинг ҳосил бўлган ёки бўлмаганини унга ишқор таъсир эттириб билиш мумкин. Чунки  $Fe(OH)_3$  билан  $Fe(OH)_2$  чўкмасининг ранги бир-биридан фарқ қилади. Реакция тенгламасини ёзиб изоҳлаб беринг.

8. Комплекс бирикманинг парчаланиши. Пробиркада озроқ мис хлорид тузидан олиб, устига концентранган хлорид кислота эритмасидан қуйинг ва яхшилаб чайқатинг. Реакция натижасида қўнғир эритма  $H[SuCl_2]$  ҳосил бўлади. Бу комплекс бирикмани стакандаги сувга қуйилса парчланади. Вақг ўтиши билан оқ рангли мис (I) хлорид тузи ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

## XIV БОБ. II ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. II ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ, S- ЭЛЕМЕНТЛАР

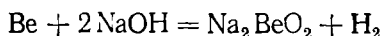
Иккинчи группанинг асосий группачасида бериллий (Be), магний (Mg), кальций (Ca), стронций (Sr), барий (Ba) жойлашган. Бу элементларнинг ташқи электрон қаватида s-электронлар мавжуд. Шунинг учун улар кимёвий реакция пайтида иккита электронини бериб + 2 га тенг оксидланиш даража намоён қилади.

Уларнинг қайтарувчилик хоссалари ишқорий металларникига қараганда кучсизроқ ифодаланган. Иккинчи группа асосий группачаси элементларининг ион радиуси ишқорий металлларнинг ион радиусидан кичик. Шунинг учун бу элементлар ишқорий металлларнинг гидроксидларига қараганда кучсизроқ асослик хосса намоён қилади. Бу элементларнинг гидроксидларини ишқорий хоссалари группа бўйича бериллий (Be) дан Ba га томон ортиб боради, чунки элементларнинг ион радиуслари ортиб боради. Be (OH)<sub>2</sub> амфотер, Mg (OH)<sub>2</sub> кучсиз асос, Ca (OH)<sub>2</sub>, Sr (OH)<sub>2</sub>, Ba (OH)<sub>2</sub> лар кучли асос хоссасига эга.

**Бериллий ва магний.** Энг муҳим минераллари: берил BeAl<sub>2</sub>·(SiO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>, доломит — MgCO<sub>3</sub>·CaCO<sub>3</sub>, магнезит — MgCO<sub>3</sub>·MgCl<sub>2</sub>, карналлит — KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (бу минерал Соликамскда учрайди).

Бериллий оч кул ранг, жуда қаттиқ металл. Магний — кумуш ранг оқ металл. Бу иккала металл ҳам коррозияга чидамли, чунки уларнинг сирти оксиддан иборат ҳимоя парда билан қопланган.

Магний қиздирилганда равшан аланга ҳосил қилиб ёнади ва MgO ҳосил қилади. У қайнаб турган сувдан водородни сиқиб чиқаради. Бериллий ва магний кислоталарга эрийди. Бериллий ишқорда ҳам эриб, *бериллатлар* деб аталадиган тузлар ҳосил қилади:



8-жадвал

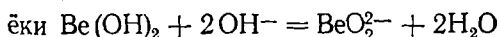
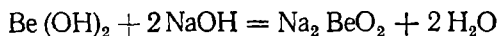
### II ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ЭНГ МУҲИМ ХОССАЛАРИ

Ер шарда тарқалиши: мас. % микдорда	Be 3,8·10 <sup>-4</sup>	Mg 1,9	Ca 3,3	Sr 3,3·10 <sup>-2</sup>	Ba 6,5·10 <sup>-2</sup>
Валент электрон конфигурацияси	[He] 2s <sup>2</sup>	[Ne] 3s <sup>2</sup>	[Ar] 4s <sup>2</sup>	[Kr] 5s <sup>2</sup>	[Xe] 6s <sup>2</sup>
Атом радиуси, нм	0,113	0,160	0,167	0,215	0,221
Ион радиуси, Э <sup>2-</sup> , нм	0,034	0,074	0,104	0,120	0,138
Ионланиш потенциали, В Z: Э → Э <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	9,323	7,645	6,133	5,695	5,212
НЭМ	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
Суюқланиш температураси, °С	1283	650	847	770	718
Қайнаш температураси, °С	2970	1104	1470	1375	1687
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	1,85	1,74	1,54	2,63	3,76
E <sup>0</sup> (Э <sup>2+</sup> Э <sup>-</sup> эма) В	-1,847	-2,363	-2,866	-2,888	-8,906

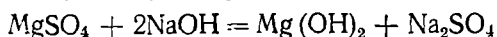
Бериллий, магний асосан, хилма-хил қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Бериллийли қотирма бронза (98 % Cu + 2 % Be) — жуда пишиқ ва эластик. Шунинг учун бундан сифатли пружиналар тайёрланади.

Магний — енгил қотишмалар таркибига киради (Al + Mg). Шунинг учун улар авиацияда ва автомобиль саноатида ишлатилади.

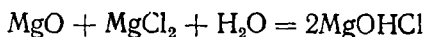
Бериллий ва магний F<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, S ва N<sub>2</sub> билан реакцияга киришади. Иккала металл оксидлари ҳам оқ тусли, қийин суюқланувчан. Бериллий оксид сув билан реакцияга киришиб BeO + H<sub>2</sub>O = Be(OH)<sub>2</sub> ни ҳосил қилади. У сувда ёмон эрийди. Be(OH)<sub>2</sub> амфотер хоссага эга:



Mg(OH)<sub>2</sub> нинг ҳосил бўлиш реакцияси қуйидагидан иборат:



Халқ хўжалигида магний гидроксо-хлорид MgOHCl дан кўп фойдаланилади. MgOHCl магнизиал цемент номи билан машҳур. Унинг олиниш усули қуйидагича:

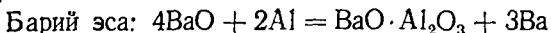


Магнизиал цемент, қурилиш материаллари — ксилолит ва фибролит ишлаб чиқаришда, чархтошлар, тегирмон тошлари тайёрлашда ишлатилади.

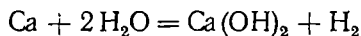
**Кальций группача элементлари** — кальций, стронций, барий *ишқорий-ер металлари* деб аталади. Кальций табиатда CaCO<sub>3</sub>, гипс — CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, фосфорит, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, оғир шпат — BaSO<sub>4</sub> кўринишида учрайди.

Кальций, барий ҳавода тез оксидланадиган кумуш ранг енгил металллардир.

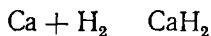
Кальций суюлтирилган CaCl<sub>2</sub> ни электролиз қилиш орқали олинади.



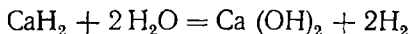
Бу металллар кучли қайтарувчилар жумласига киради. Сувдан водородни сиқиб чиқаради:



Бу металллар H<sub>2</sub> билан қиздирилганида гидридлар ҳосил қилади, масалан:

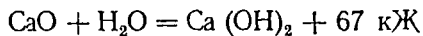


бу гидридлар сув билан шиддатли реакцияга киришади:



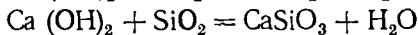
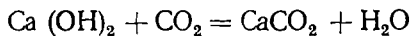
Кальций оксид CaO — оқ рангли модда, сув билан шиддатли бирикиб Ca(OH)<sub>2</sub> ҳосил қилади. Ca(OH)<sub>2</sub> эса кучли асос.

Техникада сўндирилмаган оҳак (CaO) катта аҳамиятга эга. Уни олиш учун CaCO<sub>3</sub> ни 1000° — 1200°C да қиздирилади: CaCO<sub>3</sub> → CaO + CO<sub>2</sub> — 180,2 кЖ. CaO сув билан аралаштирилганда иссиқлик ажралиб чиқади:



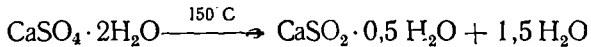
CaO ва Ca(OH)<sub>2</sub> сувни тозалашда, силикат материаллар, қурилиш деталлари ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Оҳакни ёпиштириш хоссалари қуйидаги реакцияларга асосланган:



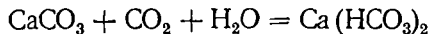
Бу реакция суст боради.

Қурилишда ишлатиладиган гипсни қуйидагича олинади:



Ишқорий-ер материалларининг хлоридлари ва нитратлари сувда яхши эрийди. Бу тузлар алангани ўзига хос рангга, масалан: кальций тузлари тўқ қизил, стронций ва барий тузлари зарғалдоқ-қизил, радий тузлари сарғиш яшил тусга бўйи. Бу металлларнинг фосфатлари, силикатлари, сульфатлари, карбонатлари ва бошқа тузлари сувда қийин эрийди.

Қийин эрийдиган карбонатлар CO<sub>2</sub> ва H<sub>2</sub>O билан ўзаро таъсир этганда эрийдиган гидрокарбонатлар ҳосил қилади:



Шунинг учун табиий сувда металлларнинг гидрокарбонатлари деярли ҳамма вақт учрайди.

### СУВНИНГ ҚАТТИҚЛИГИ

Таркибида кўп миқдорда кальций ва магний (қисман темир) тузлари эриган табиий сув *қаттиқ сув* деб аталади. Сувнинг қаттиқлиги 2 хил бўлади — *карбонатли* (муваққат) қаттиқлик ва *карбонатсиз* (доимий) қаттиқлик. Сувнинг карбонатли қаттиқлиги—сувда асосан Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ва Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (қисман Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) бўлишидан, карбонатсиз қаттиқлиги эса кальций ва магнийнинг хлоридлари, сульфатлари борлигидан келиб чиқади. Сувнинг карбонатли қаттиқлиги билан карбонатсиз қаттиқлиги биргаликда сувнинг умумий қаттиқлигини ташкил этади.

СССР да сувнинг қаттиқлиги 1 л сувдаги Ca<sup>2+</sup> ва Mg<sup>2+</sup> ионларнинг миллиэквивалентлари сони билан ифодаланади:

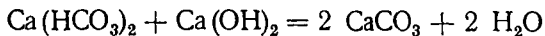
Юмшоқ сув	4 млн экв/л гача
Ўртача қаттиқликдаги сув	4 — 9 млн экв/л гача
Қаттиқ сув	8 — 12 млн экв/л гача
Жуда қаттиқ сув	12 млн экв/л дан ортиқ.

Сувнинг қаттиқлигини йўқотиш усуллари кўп ва улар катта аҳамиятга эга.

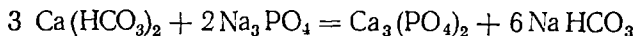
Сувни қайнатганда:



2. Сувга ишқор таъсир этганда ҳам:

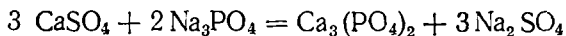


3. Сувга натрий фосфат қўшилганда ҳам:



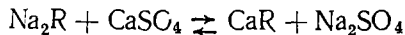
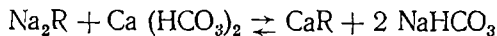
унинг муваққат қаттиқлиги йўқолади.

4. Сувнинг доимий қаттиқлиги фақат кимёвий йўллар билан йўқотилади, масалан:



5. Сувни катионитлар ёрдамида тозалаш.

Алюмосиликатлар, масалан,  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O}$  катионитлар сувдаги катионларни ўзига бириктириб олиш қобилиятига эга, масалан:



Бу ерда R — алюмосиликат аниони, яъни  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O}]^{2-}$  дир.

### 3-§. ИККИНЧИ ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ГРУППАЧАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ (d- ЭЛЕМЕНТЛАР)

Атомларининг сиртки қаватида батамом тугалланган  $(n-1)d^{10}$  ва  $ns^2$  орбиталларга эга бўлган элементлар (рух Zn, кадмий Cd, симоб Hg) иккинчи группанинг ёнаки группачасини ташкил қилади.

Бу металллар асосий группачадаги металлларга қараганда актив эмас. Улар қийин оксидланади, одатдаги температурада сув билан реакцияга киришмайди. Бу элементлар табиатда асосан сульфидлар ҳолида учрайди, баъзан симоб соф ҳолда ҳам учрайди (10-жадвалга қаранг).

**Рух ва кадмий.** ZnS ни куйдириш, сўнггра ҳосил бўлган ZnO ни кўмир билан қайтариш реакцияси асосида, ёки ZnO ни сульфат кислотада эритиб, ҳосил бўлган  $\text{ZnSO}_4$  эритмасини электролиз қилиб рух олинади. Кадмий рух корхоналарининг чиқиндисидан олинади.

Рух — кўкиш — оқ тусли металл ( $d = 7,14 \text{ г/см}^3$ ).

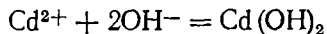
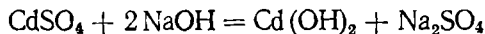
Ҳавода рух ва кадмийнинг сирти оксид парда билан қопланади, бу парда металлни коррозиядан сақлайди. Рух ва кадмий кислоталарда (масалан, HCl ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) яхши эрийди. Рух эса ишқорда ҳам эрийди ва натижада цинкат кислотанинг тузи ҳосил бўлади.

Рух металларни (масалан, темирда) коррозиядан сақлаш учун қоплашда, гальваник элементларда, полиграфия санъатида (клише тайёрлаш учун), металлургияда эритмалардан олтин, кумуш ажратиш олиш учун ишлатилади.

Рух ва кадмий мусбат 2 га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Улар юқори температурада ёниб, сувда деярли эримайдиган оксидлар ҳосил қилади.

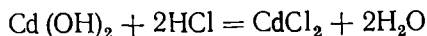
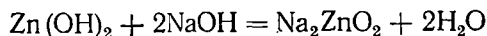
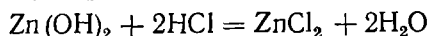
Рух оксид оқ бўёқ ва резина санъатида тўлдиргич сифатида ишлатилади.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  сувда кам эрийдиган моддалардир. Қуйида уларнинг олиниш реакциялари келтирилган.

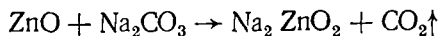


ёки

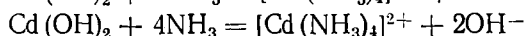
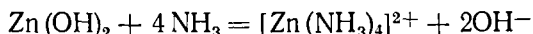
$\text{Cd}(\text{OH})_2, \text{Zn}(\text{OH})_2$  амфотер хоссага эга:



Лекин  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$  ни рух оксидни сода билан қиздириш натижасида ҳосил қилиш ҳам мумкин:



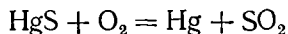
Рух ва кадмий — комплекс бирикмалар ҳосил қилишга мойил элементлардир. Масалан:



Рухнинг тузи  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  тўқимачилик саноатида,  $\text{ZnCl}_2$  эса ёғочни чиришдан сақлаш мақсадида ёғочга шимдирилади.

Рух сульфид барий сульфат билан биргаликда литопон деб аталиб, оқ бўёқ сифатида ишлатилади.

Симоб табиатда  $\text{HgS}$  — киноварь таркибида соф ҳолда ҳам учрайди. Уни асосан шу бирикмасидан олинади:

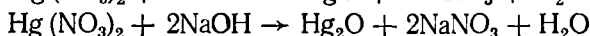
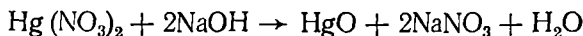


$\text{Hg}$  —  $38,7^\circ\text{C}$  да музлайди,  $+356,8^\circ\text{C}$  да қайнайди ( $d = 13,55 \text{ г/см}^3$ ). Симоб одатдаги температурада ҳавода оксидланмайди. У  $\text{HCl}$  да ва суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да, ишқор эритмаларида эримайди. Нитрат кислотада осон эрийди. Концентрланган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да қиздирилганда эрийди. Симоб ўзида металлارни осон эритиб, амальгамалар — суюқ ёки қаттиқ қотишмалар ҳосил қилади.

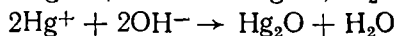
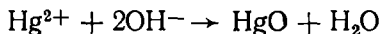
Симоб — термометр, барометр каби асбобларни тўлдиришда, тоғ жинсларидан олтинни ажратиш олишда ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Симоб ўз бирикмаларида 2 валентли, баъзан эса 1 валентли ҳам бўлади, масалан,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  (каломель) да. Аммо текширишлар шуни кўрсатадики, симоб  $\text{Cl} - \text{Hg} - \text{Hg} - \text{Cl}$  бирикмасида ҳам 2 валентликни намоён қилар экан.

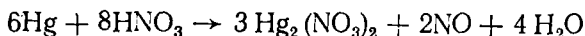
Симоб икки хил оксид: қизил тусли симоб (II) оксид  $\text{HgO}$  ва қора тусли симоб (I) оксид  $\text{Hg}_2\text{O}$  ҳосил қилади. Симобнинг айна оксидларига тегишли гидроксидлари  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  ва  $\text{HgOH}$  жуда беқарор моддалардир. Симоб бирикмаларини олишда  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  дан фойдаланилади.



ионли ҳолда:



Симоб нитрат кислотата эриб туз ҳосил қилади:



Симобнинг ҳамма тузлари заҳарли.

9-жадвал

II группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

	Zn	Cd	Hg
Ер шарида тарқалиши, мас. % миқдорда	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-6}$
Валент электрон конфигурацияси	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	[Xe]f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>
Атом радиуси, нм	0,139	0,156	0,160
Ион радиуси $\text{Э}^{2-}$ нм	0,83	0,039	0,112
Ионланиш потенциали, В			
$z_1: \text{Э} \rightarrow \text{Э}^+ + e^-$	9,394	8,994	10,438
$X_2: \text{Э}^+ \text{Э} + e^-$	17,964	16,908	18,756
НЭМ	1,5	1,7	1,8
Суюқланиш температураси, С°	419,7	321,3	-38,7
Қайнаш температураси, С°	906,4	766,7	356,8
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	7,14	8,65	15,55
$E'(\text{Э}_{\text{ма}}^{2+}/\text{Э}), \text{В}$	-0,763	-0,403	0,854

## 20-лаборатория иши. Магний ва ишқорий ер металлари.

1. Магний металлини сувга таъсири. 3 та пробирка олиб, 1—2 мл дан сув солинг ва ҳар бирига магний кукунидан қўшинг. Биринчи пробиркадаги аралашмани қиздирманг. Иккинчи пробиркадаги аралашмани қиздиринг. Учинчи пробиркага эса аммоний хлорид эритмасидан қўшинг. Учала пробиркада қандай ўзгариш кузатилади? Кузатиш натижаларини изоҳлаб беринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

2. Магний гидроксид олиш. Икки пробиркага 1/3 қисмдан магнийнинг бирор тузи эритмасидан олинг. Биринчи пробиркага ўювчи натрий, иккинчи пробиркага эса аммоний гидроксид қўйинг. Чўкма рангига эътибор беринг. Чўкма эриб кетгунча аммоний хлорид эритмасидан қўйинг, биринчи ва иккинчи пробиркадаги ўзгариш сабабини изоҳланг. Ушбу реакция тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг.

3. Магний металлининг қайтарувчанлик хоссасини аниқлаш. Пробиркага кальций карбонат тузи ва тенг миқдордаги магний қириндидан иборат аралашма олиб, мўрили шкафтаги штативда ўрнатиб, аста-секин қиздиринг. Аралашмани соғитинг ва уни чинни идишга олиб, суюлтирилган хлорид кислота таъсир эттиринг. Реакция натижасида кўмир заррачаларнинг ҳосил бўлишига эътибор беринг. Кислотали муҳит ҳосил қилинганда кальций карбонатнинг парчаланиб, оксид ҳосил қилишини эътиборга олиб қилинган ишнинг реакция тенгламасини ёзинг.

4. Магний гидрокарбонат ҳосил қилиш. Магнийнинг тузи эритмасидан олиб, унга сода эритмасидан қўшинг. Оқ рангли чўкма ҳосил бўлади. Бу чўкма асос тузи бўлиб, у  $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  кўринишдаги формулага эга эканлигини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.



Чўкма устига аммоний хлорид эритмасидан қўшинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг ва чўкмани эриш сабабини тушунтиринг.

**5. Магний тузининг гидрелизи.** Магнийнинг бирор тузи эритмасидан пробиркада олиб, қизил ва кўк лакмусли қоғоз билан синаб кўринг. Сўнг пробиркага озрқ сув қўшиб, яна синаб кўринг, унинг асослиги ҳақида ҳулоса чиқариб, реакция тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг.

### Ишқорий-ер металлар

**1. Ишқорий-ер металларининг гидроксидларини олиш.** Пробиркада бирор ишқорий металлнинг тузи эритмасидан олиб, устига ўювчи натрийнинг суюлтирилган эритмасидан солинг. Ҳосил бўлган чўкманинг рангига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

Худди шу тартибда ўювчи натрий ўрнига аммоний гидроксид олиб, тажрибани такрорланг. Олдинги реакция билан кейинги реакция ўртасида қандай фарқ борлигини солиштириб кўринг.

**2. Ишқорий-ер металлар карбонатларини олиш.** Учта пробиркага кальций, стронций ва барий тузи эритмасидан олиб, натрий карбонат (сода) эритмасидан оз-оздан қўшинг. Пробиркаларни иситинг ва ҳосил бўлган чўкмалардаги ўзгаришни кузатинг (карбонатлар кристалл ҳолатига ўтади). Ҳар қайси пробиркани совитиб, чўкмага суюлтирилган хлорид кислота таъсир эттиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Ишқорий-ер металлар сульфатларини олиш.** а) Учта пробиркага кальций, стронций ва барийнинг бирор тузи эритмасидан олинг ва суюлтирилган сульфат кислота ёки сульфат иони тутган туз эритмасидан қўйинг. Ишқорий-ер металларининг сульфатлари ҳосил бўлади. Чўкмаларнинг рангига эътибор бериб, уларни сульфат ва нитрат кислотада эришни кузатинг, реакция тенгламасини ёзиб, изоҳланг.

б) Шу тажрибани 96% ли сульфат кислота билан совуқ эритмада такрорланг. Реакция тенгламасини ёзиб, изоҳлаб беринг.

в)  $\text{CaSO}_4$  чўкмасини ҳосил қилиб, унга аммоний сульфатнинг концентранган эритмасини қўшиб, қиздириш билан реакция олиб боринг. Реакция комплекс бирикма ҳосил бўлиши билан боради. Реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

**4. Ишқорий-ер металлари сульфатларининг эрувчанлигини текшириш.** а) учта пробирка олиб кальций, стронций ва барий хлорид тузи эритмасидан қўйинг. Сўнг кальций сульфатнинг тўйинган эритмасидан (гипсли сув) оз-оздан қўшинг. Стронций ва барий ионлари бор эритма лойқаланади. Лекин бу лойқаланиш барий иони бор пробиркада ўша заҳотиёқ, стронций иони бор эритмада бир оздан сўнг ҳосил бўлади. Кальций иони тутган эритма эса тиниқлигича қолаверади. Ўзгаришларни изоҳлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Шу тажрибани стронций сульфатнинг эритмаси билан такрорланг. Чўкма тушиши дарров содир бўлмай, балки аралашма бир оз қиздириб совитилгандан сўнг содир бўлади (барий иони тутган эритмада). Буни изоҳлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

**5. Ишқорий ер металлари тузларининг алангани бўяши.** Нихром симини аввал хлорид кислотага тиқиб, газ горелкасида тозаланг. Сўнг

яна қиздириб, бирорта туз эритмасига ботириб, аланганинг рангсиз қисмига тутиб, қайси металл тузи қандай рангга бўялганини кузатинг.

## 21-лаборатория иши. Рух группачаси

**Рух металининг кислоталарга таъсири** (Тажриба мўрили шкафта олиб борилиши керак).

а) Иккита пробиркада суюлтирилган хлорид ва сульфат кислота олиб, уларга рух бўлакчаси солинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Рух метали билан концентрланган сульфат кислота ўртасидаги реакцияни совуқда ва қиздириш билан олиб бориб, реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

в) Рух метали билан суюлтирилган нитрат кислота ўртасидаги реакцияни кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

г) Худди шу реакцияни концентрланган нитрат кислота билан олиб бориб. Қандай модда ҳосил бўлишини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Рухнинг олтингугуртли бирикмаси.** Рух қириндисидан 0,5 г олиб, 0,5 г олтингугурт куқуни билан аралаштиринг. Аралашмани темир қошиқчага солиб, секин қиздириб. Кузатишларингизни изоҳланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Рух ва кадмийнинг ишқорларга таъсири.** а) Пробиркада концентрланган ўювчи ишқор эритмасидан олиб, устига рух қириндисидан солиб ва оҳиста қиздириб. Газ ажралиб чиқишини кузатинг. Ажралиб чиқаётган газнинг водород эканини текширинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Шу ишни кадмий метали билан такрорланг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**4. Рух гидроксидининг амфотер хоссаси.** а) Пробирканинг 1/3 қисмига рух сульфат эритмасидан солиб. Сўнг оз-оздан натрий гидроксид қўйинг. Қандай кўринишдаги чўкма ҳосил бўлади? Рух гидроксид ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳосил бўлган чўкмани эритмаси билан икки пробиркага тенг миқдорда ажратинг. Биринчи пробиркага суюлтирилган хлорид кислота, иккинчисига чўкма эриб кетгунча мўл миқдордаги ўювчи натрий қўшинг. Реакция тенгламаларини молекуляр ва йонли кўринишда ёзинг.

в) Рух гидроксиддан оз миқдорда ажратиб (фильтраб) олиб, тигелга солиб ва 1—2 томчи суюлтирилган кобальт нитрат эритмаси билан ҳўлланг. Тигелни аввал сув бугланиб кетгунча секин ва кейин эса кучли алангада қиздириб. Яшил рангли кобальт цинкат ( $\text{CoZnO}_2$ ) тузи ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

**5. Кадмийни рух билан унинг бирикмасидан сиқиб чиқариш.**

Пробирканинг 1/3 қисмига кадмийнинг эрувчан тузи эритмасидан олинг ва унга рух метали доначасидан солиб. Бир оздан сўнг рух метални сиртида кадмий метали ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

**6. Нитратларни рух билан қайтарилиши.** Пробиркага озроқ рух қириндисидан солиб, калий нитрат эритмасидан қўйинг. Сўнг концен-

трланган ўювчи ишқор эритмасидан солиб, қайнатинг. Пробирка оғзига ҳўлланган лакмус қоғози тутсангиз, у кўкарганини кўрасиз. Тегишли реакция тенгламасини ёзинг.

7. Кадмийнинг қўш тузини олиш. 5 г аммоний хлорид билан 23 г кристалл ҳолдаги кадмий хлоридни аралаштириб, 25 мл сувда эритинг. Эритмани чинни идишга солиб, яхшилаб аралаштиринг ва сув ҳаммомида кристалллар ажралиб чиққунча буглатинг. Аралашмани совитиб, қоғоз филтър ёрдамида филтърланг. Чўкмадан озроқ олиб, сувда эритинг. Кузатишларингизни изоҳланг. Тажрибанинг реакция тенгламасини ёзинг.

8. Симобнинг йодли бирикмасини олиш. Симобнинг йодли бирикмасини олиш учун бир томчи симобга йод кристалларидан солиб, қиздирилади. Пробирканинг совуқ ерида қизил рангли симоб кристаллари ҳосил бўлади. Баъзан симоб тузининг сариқ рангли модификацияси ҳам ҳосил бўлади. Лекин унинг таркибий қисми ҳам  $HgJ$  дан иборат. Реакция тенгламасини ёзинг.

9. Симоб (II)-оксид олиш. Пробиркада оз миқдорда  $HgCl_2$  олиб, устига етарли миқдорда аммиак эритмасидан қўшинг. Реакция натижасида оқ сарғиш рангли чўкма ( $HgO$ ) ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

## 22-лаборатория иши. Сувнинг қаттиқлиги

1. Сувнинг карбонатли қаттиқлигини аниқлаш. 200 мл ли стаканга текшириляётган сувдан пипетка ёрдамида 50 мл олиб, устига индикатордан (метилоранж) 2—3 томчи томизинг. Бошқа бюреткада хлорид кислотанинг 0,2% ли эритмасини тайёрланг ва у билан стакандаги текшириляётган сувнинг сариқ ранги сариқ пушти рангга киргунча титрланг. Титрлаш ишини бир неча марта такрорланг. Қайта титрлаш натижасида қийматларнинг ўзаро фарқи 0,05 мл дан ортмаслиги керак.

Олинган маълумотларга асосан сувнинг мг-экв/л билан ифодаланган қаттиқлигини ҳисоблаб топинг. Тажриба натижаларини қуйида келтирилган жадвал шаклида ёзинг.

10-жадвал

Иш тартиби	Сув ҳажми, мл	Титрлаш бўлган кислота ҳажми, мл	Ўртача қиймат, мл
1-титрлаш			
2-титрлаш			
3-титрлаш			
4-титрлаш			

Тажриба натижаларини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$100\% \cdot x = NV \text{ ёки } x = \frac{N \cdot V}{100}$$

Бу ерда 100 — олинган сувнинг ҳажми, мл ҳисобида;  $N$  — хлорид кислотани нормаллиги;  $V$  — титрлашда сарфланган кислотанинг ҳажми мл ҳисобида;  $x$  — реакцияга киришган туз эритмасининг аниқланаётган

нормаллиги, яъни текширилаётган сувнинг 1 литридаги тузнинг г-эквлар сони.

Сувнинг карбонатли қаттиқлигини мг-экв да ифодалаш учун «х»нинг қийматини 1000 га кўпайтириш керак.

**2. Қаттиқ сувни юмшатиш.** Оҳакли сув солинган пробиркага Кипп аппаратидан углерод (IV)-оксид юборинг. Натижада пробиркадаги чўкма эриб кетади. Эритмани икки қисмга бўлиб, биринчи қисмига 1 — 2 мл оҳакли сув қуйинг, қандай ўзгариш содир бўлишини кузатинг.

Эритманинг иккинчи қисмига эса ҳеч нарса қўшмасдан оҳиста қиздириб. Қандай ўзгариш бўлишини кузатинг ва реакция тенгламаларини ёзинг.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

**155.** Таркибида  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ва  $\text{SrSO}_4$  бўлган қаттиқ сувга сода қўшилганда борадиган реакция тенгламаларини ёзинг.

**156.** 30 г гипс қуйдирилганда 6,28 г сувини йўқотган. Олинган кристаллгидратнинг формуласини топинг.

**157.** Таркибида кальций гидрокарбонат  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  бўлган 100 мл сувни титрлашда хлорид кислотанинг 0,12% ли эритмасидан 2,5 мл сарфланди. Сувнинг қаттиқлигини ҳисобланг.

**158.** 10 л сувнинг 4,46 мл-экв га тенг бўлган умумий қаттиқлигини йўқотиш учун бу сувга неча грамм сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) қўшиш керак?

**159.** 50 г сувдаги кальций ионларини йўқотиш учун 20,8 г сувсиз танакор (бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) сарф бўлган. Шу сувнинг доимий қаттиқлигини ҳисобланг.

## XV боб. III ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. III ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ.

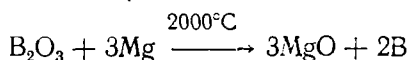
#### Р-ЭЛЕМЕНТЛАР

Даврий системанинг III группасида 37 та элемент бор. Уларнинг 36 таси металл ва фақат биттаси (В) металлмас. Бу элементлар атомларининг сиртқи қаватида учта электрон бўлади. Бу элементларнинг металллик хоссалари II группанинг асосий группачаси элементларига нисбатан кучсиз. Борда эса металлмаслик хоссалар устун туради.

III группанинг асосий группачасидаги элементлар (бор В, алюминий Al, галлий Ga, индий In, теллур) атомларининг сиртқи квант қаватида 3 тадан электрон ( $s^2p^1$ ) бўлганлиги учун улар мусбат 3 га тенг минимал валентлик намоён қилади. Уларнинг энг муҳим хоссалари II-жадвалда келтирилган.

**Бор.** Бу элемент ер пўстлоғининг  $3 \cdot 10^{-4}\%$  ни ташкил қилади. Табиатда асосан борат кислота —  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  шаклида учрайди.

Бор  $\text{B}_2\text{O}_3$  ни магний билан қайтариш орқали олинади:



Бор тўқ қўнғир тусли кукун; у жуда инерт бўлиб, ҳавода оксидланмайди, ярим-ўтказгич хоссаларга [эга. У — диамагнит. Кристаллик

ва аморф В мавжуд. Бор металлургияда пўлатни легирлашда ва баъзи қотишмалар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Бор юқори температурада кўпгина металллар ва металлмаслар билан реакцияга киришади. Лекин одатдаги шароитда В инерт модда. Борнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари боридлар дейилади. масалан,  $Mg_3B_2$  — магний борид. Бор  $1200^\circ$  дан юқори ҳароратда азот билан бирикиб, бор нитрид  $BN$  ҳосил қилади. Борни ёки  $B_2O_3$  ни электр печида  $2500^\circ$  да кўмир билан қиздириб бор карбид  $B_4C_3$  ҳосил қилинади. Бор карбид ядро техникасида реакторлар стерженлари тайёрлаш учун ишлатилади. Бор водород билан бевосита бирикмайди, аммо уни қуйидаги реакция орқали ҳосил қилиш мумкин;  $Mg_3B_2 + 6HCl \rightarrow 3MgCl_2 + B_2H_6$ .

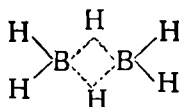
II-жадвал

III группанинг асосий группачаси элементларининг энг муҳим хоссалари

	B	Al	Ga	In	Tl
Ер шарида тарқалиши (мас% миқдорда)	$3 \cdot 10^{-4}$	8,8	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
Валент электрон конфигурацияси	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	[Ar]4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	[Kr]5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	[Xe]5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>
Атом радиуси, нм	0,091	0,143	0,139	0,166	0,171
Ион радиуси, нм					
Э <sup>+</sup>	—	—	—	0,130	0,136
Э <sup>3+</sup>	0,023	0,057	0,062	0,092	0,105
Ионланиш потенциаллари В					
I <sub>1</sub> : Э → Э <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	8,298	5,986	5,998	5,786	6,108
I <sub>2</sub> : Э → Э <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	25,155	18,828	20,514	18,869	20,428
I <sub>3</sub> : Э → Э <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	37,930	28,447	30,71	28,03	20,83
НЭМ	2,0	1,5	1,8	1,7	1,9
Суюқланиш температураси, °C	2040	660,2	25,8	156,2	302,5
Қайнаш температураси, °C	2550	2270	2070	2075	1457
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	2,46	2,70	5,90	7,31	11,83
E <sup>o</sup> (Э <sub>э-ма</sub> <sup>3+</sup> /Э), В	—	-1,622	-0,65	-0,343	0,71
E <sup>o</sup> (Э <sub>э-ма</sub> <sup>+</sup> /Э), В	—	—	—	0,25	-0,336

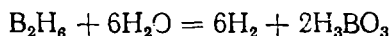
(Бу реакцияда қўшимча маҳсулот сифатида  $B_4H_{10}$  ҳам ҳосил бўлади)

Борнинг водородли бирикмасини  $BH_3$  шаклида ёзиш мумкин эмас чунки бу ҳолда В координацион тўйинган валентлик намоён қилмайди у тезда  $B_2H_6$  га ўтиб кетади.  $B_2H_6$  да В нинг координацион сони 4 га тенг. Унинг структур формуласини

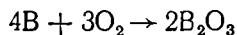


шаклида ёзиш мумкин. Борнинг водородли бирикмалари *боронлар* дег

италади. Уларнинг кўпчилиги ҳавода ўз-ўзидан ёниб кетади, масалан:  $B_2H_6 + 3O_2 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O + 2025 \text{ кЖ/моль}$ . Диборан сув таъсирида ҳсон парчаланаяди:

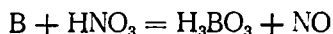


Боранлар заҳарли ва қўланса ҳидли моддалардир. Бор қиздирилганда кислород билан бевосита бирикади:



$B_2O_3$  — рангсиз, шишасимон модда бўлиб, сувда эриганида борат кислота ҳосил қилади:

$B_2O_3 + 3H_2O = 2H_3BO_3 + 29,3 \text{ кЖ}$ . Борга нитрат кислота таъсир эттирилганда ҳам борат кислота ҳосил бўлади:

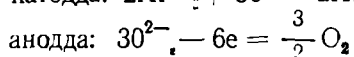
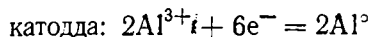


Борат кислота  $H_3BO_3$  — оқ кристалл модда бўлиб, совуқ сувда ҳейрли эримайди. У жуда кучсиз кислота ҳисобланади. Борнинг бешта кислоталари метаборат кислота  $HBO_2$  ва тетраборат кислота —  $H_2B_4O_7$ , жуда беҳарор.

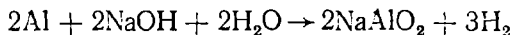
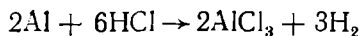
Борат кислота терини ошлашда, бўёқлар тайёрлашда, консерва саюатида, табобатда ишлатилади.

**Алюминий.** Бу элемент ер пўстлоғининг 8,8% ни ташкил қилади. Алюминий табиатда асосан боксит —  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ , ёки криолит  $Na_3[AlF_6]$  ўринишда учрайди.

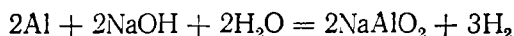
Алюминийни олиш учун  $Al_2O_3$  ни суюқлантирилган криолитда эритилади ва электролиз қилинади;



Алюминий кумуш ранг, оқ ва енгил металл, зичлиги  $2,7 \text{ г/см}^3$ ; уюқланиш температураси  $660^\circ C$ . Алюминийни прокатка қилиб юпқа унука, чўзиб сим олиш мумкин. Алюминий иссиқликни ва электр окини яхши ўтказаяди. Сиртида юпқа ва зич оксид парда ҳосил қилиб, металлни коррозияланишдан сақланади. Алюминий типик амфотер элемент бўлиб, кислотада ҳам, ишқорда ҳам эрийди:



Алюминий — оддий шаронгта  $Cl_2$  ва  $Br_2$  билан, йод билан эса қизирилганда ёки катализатор — сув иштирокида реакцияга киришади. Алюминий юқори температурада S,  $N_2$ , C билан реакцияга киришади. Алюминий сиртида оксид парда бўлганлигидан у сувда эримайди. Ишқорда эриб алюминатлар ҳосил қилади:



Алюминий суюлтирилган хлорид ва сульфат кислотада эрийди. Конентрланган нитрат кислота таъсир эттирилганда алюминий пассив бў-

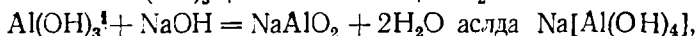
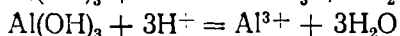
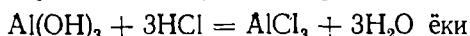
либ қолади ва суюлтирилган кислоталарда эримади, чунки Al сиртида жуда зич оксид парда ҳосил бўлиб қолади.

Алюминий асосида механик хоссалари юқори бўлган енгил қотишмалар олинади. Бу қотишмалар авиация ва автомобиль sanoатида ҳам ишлатилади. Бундан ташқари алюминийдан электр симлари, уй-рўзгор буюмлари тайёрлашда ҳам фойдаланилади.

Алюминий табиатда корунд минерали  $Al_2O_3$  ҳолида ҳам учрайди. Бу минерал қаттиқлиги жиҳатидан фақат олмосдан кейинда туради. Корунддан силлиқлаш тошлари, чархтошлар тайёрланади. Таркибида қўшимчалари кўп бўлган корунд *жилвир* деб аталади ва абразив материал сифатида ишлатилади.

Корунднинг тўқ қизил рангдаги кристаллари қимматбаҳо минерал *ёқут* бўлиб, таркибида  $Cr_2O_3$  нинг қўшимчаси бўлади.

$Al_2O_3$  нинг гидроксиди маълум. У амфотер хоссага эга:

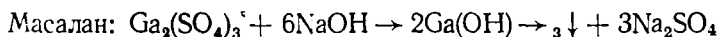


яъни гидроксокомплекс ҳосил қилади.

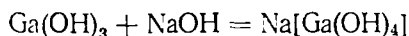
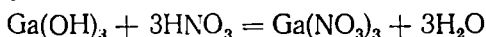
Алюминийнинг энг муҳим тузлари:  $AlCl_3$ ,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ,  $K_2SO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  (аччиқтош).

**Галлий группачаси.** Галлий, индий ва таллий табиатда кам тарқалган. Галлий ер пўстлоғининг  $1 \cdot 10^{-4}\%$  ни, индий билан таллий  $1 \cdot 10^{-6}\%$  ни ташкил қилади.

Галлий, индий кумуш рангли, таллий эса оч ҳаво рангли металл. Бу элементлар оддий шароитда жуда барқарор, нам ҳавода оксидланади. Кислоталарда эрийди. Бу элементлар одатдаги температурада  $Cl_2$ ,  $Br_2$  билан, қиздирилганда эса кислород, олтингугурт ва йод билан реакцияга киришади. Бу металлларнинг учаласи ҳам максимал 3 валентлик намоен қилади. Аммо таллий баъзи бирикмаларида ( $Tl_2O$ ,  $TlOH$ ) 1 валентлик ҳам бўлади.  $TlOH$  кучли ишқор, сувда яхши эрийди. Галлий, индий ва таллийнинг оксидлари:  $Ga_2O_3$ ,  $In_2O_3$ ,  $Tl_2O_3$  сувда эримади. Буларнинг гидроксидлари эрувчан тузларига ишқор таъсир эттириш йўли билан олинади:



$Ga(OH)_3$ ;  $In(OH)_3$  амфотер хоссаларга эга:



$Tl(OH)_3$  фақат асос хоссасига эга, шунинг учун у кислоталарда эрийди.  $Tl$  бирикмалари махсус оптик шишалар, шуълаланувчи моддалар ишлаб чиқаришда, шунингдек фотографияда ишлатилади.

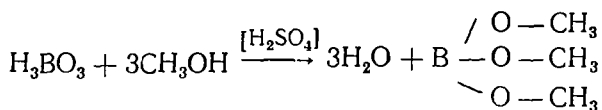
### 23-лаборатория иши. Бор

1. Бурадан борат кислота олиш. Техник тарозиди 5 г бура (танакор) ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) тортиб олинган ва 25 мл дистилланган сув солинган стаканда оҳиста қиздириш билан тузни эритинг. Эритмага

1—2 мл суюлтирилган сульфат кислота солиб, аралашмани водопровод крани тагида ёки муз солинган сувда совитинг. Бир оздан сўнг кристалл ҳолатдаги борат кислота чўкади. Чўкмани филтёрлаб совуқ сувда ювинг ва уни пробиркага солиб, сувда эритинг. Эритишни бир оз қиздириш билан олиб борсангиз, кислота яхши эрийди. Сўнг эритмани лакмус қоғози билан синаб кўринг, реакция тенгламасини ёзинг.

**4. Борат кислотани аниқлаш.** а) Берилган модда ҳақиқатан ҳам борат кислота эканини текшириш учун модда устига 2—3 томчи концентрланган сульфат кислота томизиб қуюқ масса ҳосил бўлгунча метил спирг қўшинг. Сўнг аралашмани ёқинг. Аланга кўк тусга кириб ёнади. Бу эса борат кислота борлигини билдиради.

б) Худди шу тажрибани қиздирилган нихром сими ёрдамида синаб кўринг. Бунда қуйидаги реакция келиб эфир ҳосил бўлади, деб қаралади:



Ушбу реакциядан бор бирикмаларидаги борни аниқлашда фойдаланилади.

в) Чинни идишда танакор кристалларини эритиб, эритмани фенолфталеин билан синаб кўринг. Кузатиш натижаларини изоҳлаб беринг.

**Танакорнинг гидролизи.** Пробиркада танакор эритмасидан олиб, уни лакмус қоғози билан синаб кўринг. Бунда туз сувда гидролизланиб, тегишли кислота ва ўювчи натрий ишқорини ҳосил қилади. Реакция тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг.

## 24-лаборатория иши. Алюминий

**1. Алюминийнинг хоссаси.** а) Пробиркада сув олинг. Унга алюминий метали бўлакчасидан солиб, оҳиста қиздириг. Қандай газ ажралиб чиқишини текшириб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккита пробирка олинг. Уларнинг бирига суюлтирилган хлорид кислота, иккинчисига нитрат кислота солиб, ҳар бир пробиркага алюминий бўлакчаларидан солинг. Бўлаётган ўзгаришни кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

в) Алюминий металининг концентрланган нитрат кислотага таъсирини ўрганиш учун иккита пробирка олиб, биринчисига хлорид кислота, иккинчисига эса концентрланган нитрат кислота солинг. Сўнг алюминий метали пластинкасини олиб, сув билан ювиб тозалаб хлорид кислотали пробиркага туширинг, унда водород газини ажралиб чиқаётганини кўрасиз. Бу ҳолни икки марта такрорланг. Сўнгра пластинкани олиб, сув билан тозалаб ювиб нитрат кислота солинган пробиркага туширинг, сўнг ундан олиб сув билан яхшилаб ювиб, яна хлорид кислотали биринчи пробиркага туширсангиз водород ажралиб чиқмайди. Бунинг сабабини тушунтириб, реакция тенгламасини ёзинг.

г) Пробиркада суюлтирилган сульфат кислота эритмасидан олиб, устига алюминий бўлакчасини солинг ва  $\text{KMnO}_4$  нинг концентрланган



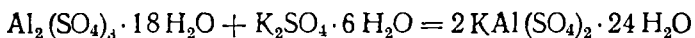
эритмасидан қўшинг. Кузатишларингизни изоҳланг ва реакция тенгламасини ёзинг.

2. **Алюминийнинг кислород билан реакцияси.** Алюминий пластинкаси юзасини жилвир қоғози билан тозалаб, унинг юзасига бир томчи симоб (I) нитрат ёки симоб (II) хлорид эритмасидан томизинг. Алюминий пластинкасининг юзи кул ранг тусга кирганидан сўнг симоб эритмаси томчисини силкиб тушинг. Пластинка ҳавода бир оз қолдирилса, унинг сатҳида оксид парда ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. **Алюминий гидроксидни амфотер хоссаси.** а) Иккита пробиркада  $1/3$  қисм алюминий тузи эритмасидан олиб, ўювчи натрий эритмасидан чўкма ҳосил бўлгунча қуйинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳар иккала пробиркадаги ҳосил қилинган алюминий гидроксидли чўкмани эритмаси билан биргаликда олиб, биринчи пробиркага хлорид кислота, иккинчи пробиркага концентранган ўювчи натрий эритмасидан қуйинг. Реакция боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзиб, ифода этинг.

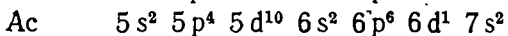
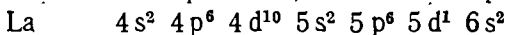
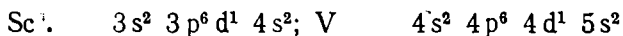
4. **Алюминийнинг калийли аччиқтошини олиш.** Алюминий сульфат тузи эритмасига калий сульфат тузидан қўшиб аралаштиринг. Бунда аралашма лойқалана бошлайди. Бир оздан сўнг майда оқ рангдаги кристаллар идиш тубига йиғилади. Алюминий калийли аччиқтошини ҳосил бўлиши қуйидаги реакцияга асосланган:



Тарозида 7,50 г  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  тортиб олиб, уни 50 мл сувда эритилади. Юқоридаги реакция тенгламасига асосан зарур бўлган калий сульфат тузи ҳисоблаб топилади. Унинг тўйинган эритмасини ҳосил қилиб, юқорида тайёрланган алюминий сульфат эритмасига қўшилади.

## 2-§. III ГРУППАНИНГ ҚЎШИМЧА ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ. d-ЭЛЕМЕНТЛАР

Қўшимча группачани Sc, Y, La, Ac ташкил қилади. Бу элементлар атомларининг электрон конфигурациялари қуйида келтирилган:



III группанинг ёнаки группачасига лантаноидлар билан актиноидлар ҳам киради.

**Скандий группачаси.** Бу группачадаги элементларнинг валентлиги +3 га тенг.

Лантан оқ рангли металл, зичлиги  $d = 6,2 \text{ г/см}^3$ ; сувдан водород сиқиб чиқаради. Лантан қиздирилганда металлоидлар билан реакцияга киришади.

Скандий билан иттрийнинг хоссалари лантаниннг хоссаларига ўхшайди. Sc, Y ва La оксидлари сув билан реакцияга киришиб, сувда эрмайдиган гидроксидлар ҳосил қилади. Бу гидроксидлар асос хоссасига эга бўлиб, кислоталар билан туз ҳосил қилади.

**Лантаноидлар.** Лантаноидларга тартиб номери  $z = 58 - 71$  бўлган 14 та элемент киради. Бош элемент — церийдан ( $z = 58$ ) охири элемент — лютецийга ( $z = 71$ ) ўтишда уларнинг атомларида, одатда, тўртинчи квант қаватнинг  $f$ -поғоначаси электронлар билан тўлиб боради ва 4-квант қаватида электронлар сони 32 тага етади ( $4f^{14}$ ). Лантаноидлар атомларининг электрон конфигурацияси умумий формула  $4f^{0-14} 5s^2 5p^6 5d^{0-1} 6s^2$  билан ифодаланади.

Лантаноидлар химиявий хоссалари жиҳатидан бир-бирига ўхшайди. Зунинг сабаби шундаки, элементнинг химиявий хоссалари асосан, сиртқи ва сиртқидан олдинги квант қаватларнинг тузилишига боғлиқ бўлади. Бу қаватларнинг тузилиши эса деярли ҳамма лантаноидларда бириридан кам фарқ қилади.

Табиятда лантаноидлар бирикма ҳолида ёки лантан ва иттрий билан бирга учрайди. Лантаноидлар ажратиб олинган энг муҳим манба монацит минерали бўлиб, бу минерал ўзининг таркиби жиҳатидан лантаноидларнинг, лантан ва иттрийнинг фосфатларидан иборат.

Монацитни қайта ишлаш натижасида, лантан ва церий билан бошқа лантаноидлар аралашмасидан иборат «аралаш металл» ҳосил бўлади. Лантаноидлар ўзаро ўхшаш бўлганлиги учун уларни бир-биридан ажратиш олиш қийин. Аммо шунга қарамаздан лантаноидларнинг ҳаммаси ўркин ҳолда ажратиш олинган.

Лантаноидлар тўқ кул ранг металллар бўлиб (празеодим ва неодим) жундан мустасно), сарғиш туслидир. Уларнинг зичлиги  $\approx 6,0 - 7,5$  г/см<sup>3</sup>. Лантаноидлар паст температурада ( $165^\circ - 270^\circ\text{C}$ ) алангланади. Церий дукуни ҳавода ўз-ўзидан ўт олиб, равшан ёруғлик билан ёнади. Бу илага кирувчи барча металллар ҳавода тез оксидланиб, сиртида оксид язда ҳосил қилади.

Церий празеодим ва неодим, магний ва алюминий қотишмаларга кўшимча сифатида қўшилади. Бу қотишмалардан авиация ва ракета техникасида фойдаланилади, чунки улар қотишманинг механик хоссаларини яхшилайди ва иссиққа бардошлигини оширади.

Лантаноидлар, одатда, бирикмаларида +3 валентли бўлади (церий, празеодим ва тербий бундан мустасно). Улар бирикмаларида 4 га тенг валентлик ҳам намоён қилади. Европий, самарий ва иттербий баъзи бирикмаларида 2 валентли бўлади.

Лантаноидлар металлоидлар билан шиддатли реакцияга киришади. Лантаноидларнинг гидроксидлари алмашилиш реакциялари натижасида ҳосил бўлади. Оксидлари хлорид ва нитрат кислотада яхши эрийди, лекин қаттиқ қиздирилса, активлигини йўқотади. Гидроксидларнинг асосик хоссалари Се дан Lp га ўтган сари камаяди, чунки бу қаторда лантаноидларнинг ион радиуси кичиклашади.

Лантаноидларнинг тузлари нефтни крекинглашда, полимерлар ишлаб чиқаришда катализатор сифатида ишлатилади.

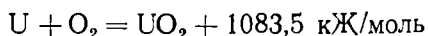
**Актиноидлар.** Актиноидлар туркумига тартиб номери 90 — 103 бўлган 14 та  $f$ -элемент киради. Улар даврий жадвалнинг VII давр элементлари актиний (Ac) билан лоуренций орасига жойлашган. Актиноидлар атомининг электрон конфигурацияси лантаноидларникига ўхшайди.

Актиноидларнинг деярли ҳаммаси ўзгарувчан (3, 4, 5, 6) валентлик намоян қилади. Барча актиноидлар радиоактив элементлардир. Кюрий, протактиний ва уран табиий рудалардан, қолганлари эса сунъий йўл билан олинган.

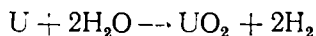
Ер пўстлоғида торийнинг миқдори  $8 \cdot 10^{-4}\%$ , ураннынг миқдори  $3 \cdot 10^{-4}\%$ . Бу элементнинг иккаласи ҳам тарқоқ ҳолда учрайди.

Торий ва уран, нептуний, плутоний кумуш рангли металл бўлиб уларнинг механик хоссалари тозалик даражасига ва қандай ҳароратда таёрланганлигига боғлиқ. Актиноидлар кучли қайтарувчилар жумласига киради. Галогенлар, водород, олтингугурт, азот, углевод билан шиддатли реакцияга киришади. Ҳавода аста-секин оксидланиб, ҳимояловчи оксид парда ҳосил қилади.

Уран суюлтирилган кучли кислоталарда, торий эса концентрланган  $H_2SO_4$  да эрийди. Уран юқори температурада тез оксидланади:



Уран сув билан (айниқса  $150^\circ C$  дан юқорида) реакцияга киришиб, оксид ҳосил қилади:

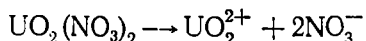


Нептуний, плутоний ва америцийнинг ўз бирикмаларида етти валентли бўлиши совет олимлари томонидан исботланган. Бу элементнинг гидроксидлари асос хоссасига эга бўлиб сувда оз эрийди, кислоталар билан реакцияга киришади.

Уран (VI)-оксид  $UO_3$  сувда қайнатилса, уранил гидроксид  $UO_2(OH)_2$  га айланади. Уранил гидроксид кислоталарда эриб, уранил тузларини ҳосил қилади, масалан:



Уранил тузлари диссоциланиб, икки зарядли уранил ионлари  $UO_2^{2+}$  ни ҳосил қилади, масалан:



U, Pu ва Th атом реакторларида ёқилғи сифатида ишлатилади.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

**160.** Ўювчи натрийни натрий карбонатга сўндирилган оҳак таъси эттириб ҳам олиш мумкин. Бу реакциянинг молекуляр ва ионли тенг ламаларини тузинг, шунингдек, 40 кг ўювчи натрий олиш учун таркибиде 95% карбонати бўлган содадан қанча керак бўлишини ҳисоблаб тс пинг.

**161.** Нима учун барча ишқорий металллар каби калий ҳам s- элементлар оиласига киритилади? Электрон конфигурациясини ёзиб изоҳла беринг.

**162.** Миснинг мис (II)-оксид билан аралашмасига нитрат кислотаининг 30% ли эритмаси билан ишлов берилганида 2,8 л азот (II)-оксид ажралиб чиққан. Аралашмада мис 40% ни ташкил этиши маълум бўлса, нитрат кислота эритмасидан қанча сарф бўлган?

163. Нима учун кумуш билан олтин нодир металллар қаторига кирилади? Изоҳланг.

164. Нима учун II группанинг асосий группачасидаги элементлар оmlарининг ташқи қаватидан олдинги қаватининг *d*-поғоначаси эмас, алки ташқи қаватининг *s*-поғоначаси электронлар билан тўлиб боради?

165. 2,8 г магнетитга кислота таъсиридан ҳосил бўлган карбонат гидрид ўювчи натрий эритмасига юттирилган. Бунда ишқор эритмаининг массаси 1,1 г га кўпайган. Шу магнетитда неча фоиз магний карбонат борлигини ҳособланг.

166. Кальций 20 мл 3 M хлорид кислотадан қанча ҳажм водородни чиқариши мумкин?

167. Битта даврнинг ўзига жойлашган ишқорий-ер металлари ва *ix* группачасидаги металллар атомлари радиусларининг катталигини ққосланг ҳамда ташқи электрон қаватининг структураси бир хил бўлгани ҳолда рух группачасидаги элементлар нима учун камроқ қайта-ўзгачанлик намоён қилишини тушунтиринг.

168. Металлларнинг кучланиш қаторида симобнинг жойлашган ўрнини асослашиб, симобга сув, хлорид кислота, суюлтирилган ва концентратланган нитрат кислота таъсир этиш-этмаслигини айтиб беринг.

169. Нима учун алюминий *p*-элементлар оиласига киради?

170. Таркибида 87% манган (IV)-оксид бўлган 200 г пиролюзит эрилган. Шундан алюминотермия усули билан манганни қайтариш учун неча алюминий керак бўлади?

171. 27 г алюминий ишқор билан реакцияга киришганда қанча г натрий алюминат ҳосил бўлади?

## XVI б о б. IV ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. IV ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧАСИ. *p*-ЭЛЕМЕНТЛАР

Бу элементлар атомларининг сиртқи квант қаватида ( $ns^2 np^2$ ) *ртта* электрон бўлади. Шунинг учун бу элементларнинг энг юқори ўсбат валентлиги + 4 га тенг. Аммо углерод ва кремний + 2 га тенг валентлик ҳам намоён қилади. Бу элементлар водородли бирикмаларида ҳамма вақт + 4 валентли бўлади. Углероддан кейинги элементларга қараган сари водородли бирикмаларнинг барқарорлиги пасайиб боради. Элементларнинг тартиб номери ошиб борган сари группада металлмаслик хоссаси заифлашиб, металллик хоссалари кучаяди. Бу элементларнинг асосий хоссалари ва атомларининг электрон конфигурациялари 2-жадвалда келтирилган.

Углерод табиатда эркин ҳолда ҳам (олмос, графит тарзида) бирикмалар таркибида ҳам учрайди. Тошқўмир, нефть, табиий газ ҳайвонот, шимлик организмлари тўқималарининг таркибида бўлади, Эркин ҳолатдаги углерод уч хил аллотропик шаклда учрайди: *олмос, графит, карбин*.

Олмос (зичлиги 3,5 г/см<sup>3</sup>) табиий моддаларининг энг қаттиги ҳособланади. Олмосдан шиша кесинишда, тоғ жинслари бурғиланадиган асбоблар тайёрлаш учун фойдаланилади. Силлиқланган олмос *бриллиант* деб аталади.

## IV группанинг асосий группача элементларининг энг муҳим хоссалари

	C	Si	Ge	Sn	Pb
Ер шарида тарқалиши мас. % миқдорда	$1 \cdot 10^{-1}$	27,6	$7 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Валент электрон конфигурацияси	[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	[Ne]2s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	[Kr]4f <sup>14</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
Атом радиуси	0,077	0,118	0,139	0,158	0,175
Ион радиуси Me <sup>2+</sup> , нм	0,26	0,271	0,272	0,294	0,313
Ион радиуси Me <sup>4+</sup> , нм	0,015	0,041	0,053	0,71	0,084
Ионланиш потенциаллари В					
J <sub>1</sub> : Э → Э <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	11,260	8,51	7,899	7,344	7,417
J <sub>2</sub> : Э <sup>+</sup> → Э <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	24,382	16,342	15,934	14,632	15,032
J <sub>3</sub> : Э <sup>2+</sup> → Э <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	47,883	33,53	34,21	30,502	31,981
J <sub>4</sub> : Э <sup>3+</sup> → Э <sup>4+</sup> + e <sup>-</sup>	64,482	45,141	45,141	40,73	42,32
НЭМ	2,6	1,9	2,0	1,8	1,7
Суюқланиш температураси, °С	3900	1414	958,5	231,9	327,4
Қайнаш температураси, °С	4347	2630	2690	23,37	1751
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	3,51	2,33	5,32	5,8	11,34
Қаттиқлиги, кг/мм <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	980	385	30,2	3,9
Доира кенглиги	5,2	1,21	0,78	0,08	—
E <sup>o</sup> (Э <sub>-ма</sub> <sup>4+</sup> /Э), В	—	—	—	0,009	0,80
E <sup>o</sup> (Э <sub>-ма</sub> <sup>2+</sup> /Э), В	—	—	0,2	-0,136	-0,126

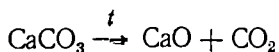
Олмос жанубий Африкада, Ёқутистонда учрайди. Ҳозир олмос сунъий йўл билан — 2000°С да ва 100 000 атмосфера босим остида графитдан ҳосил қилинади.

Графит тўқ кул ранг тусли кристалл модда, унинг зичлиги 2,2 г/см<sup>3</sup>. Графит электродлар ва оловбардош тигеллар тайёрлаш учун ишлатилади. Ундан қаламлар тайёрланади, ядро реакторларида нейтронлар ҳаракатини сусайтирувчи восита сифатида ишлатилади. Бу воситалар кимё саноатида адсорбент сифатида, металлургияда юқори температура (кокс) олишда ва металл оксидини қайтарувчи сифатида ишлатилади.

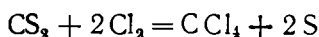
Қарбин. 1963 йилда В. В. Коршак ацетиленни каталитик оксидлаб α- ва β-карбинни ҳосил қилди. Қарбин қора тусли қаттиқ модда; у углероднинг шакл ўзгаришларидан бири бўлиб чизиқли (узун-узун) полимер занжирлар: —С≡С—С≡С— ва С=C=C=C=C= ҳосил қилади. Қарбин ярим ўтказгич хоссага эга.

Одатдаги шароитда углерод инерт, аммо юқори ҳароратда баъзи металллар ва металлмаслар билан реакцияга киришади. Углероднинг инкита оксиди: СО<sub>2</sub> углерод (IV)-оксиди ва СО углерод (II)-оксид маълум.

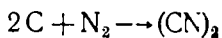
CO<sub>2</sub> — органик моддаларнинг ёнишида, ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларининг чиришида тирик организмларнинг нафас чиқаришидан ҳосил бўлади. Саноатда CO<sub>2</sub> ни олиш учун оҳақтош куйдирилади:



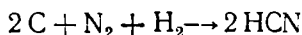
Углерод (IV)-оксид ҳаводан деярлик 1,5 марта оғир, рангсиз газ, одатдаги (20°C) температурада 1 ҳажм сувда 1 ҳажм CO<sub>2</sub> эрийди. 60 атм босим остида одатдаги температурада CO<sub>2</sub> суюқликка айланади. Совитилганда суюқ CO<sub>2</sub> буғланиб қаттиқ ҳолатга ўтади, қуруқ муз ҳосил бўлади. Олтингугурт билан углерод юқори температурада безосита бирикади:  $\text{C} + 2\text{S} \xrightarrow{t} \text{S} = \text{C} = \text{S}$  натижада углерод (IV)-сульфид ҳосил бўлади. CS<sub>2</sub> — рангсиз, учувчан суюқлик,  $t_{\text{қайн}} = 46^\circ\text{C}$ , музлаш  $t = -108^\circ\text{C}$ , у заҳарли, осон ўт олиб кетади. CS<sub>2</sub> вискоза тоғаларини олишда ва қишлоқ хўжалик зараркундаларига қарши курашда ишлатилади. CS<sub>2</sub> хлор билан углерод (IV)-хлорид ҳосил қилади:



CCl<sub>4</sub> — рангсиз, ёнмайдиган, 76,5°C да қайнайдиган суюқлик. У эригүвчи, ўт ўчирувчи сифатида ишлатилади. Юқори температурада углерод азот билан безосита бирикиб циан номли заҳарли газ ҳосил қилади:

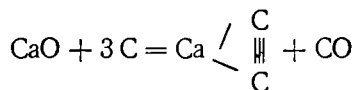


Углерод азот билан водород иштирокида реакцияга киришганда водород цианид ҳосил бўлади:

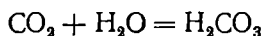
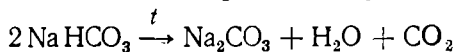


HCN одатдаги шароитда рангсиз ва тез учувчан ( $t_{\text{қайн.}} = 26,5^\circ\text{C}$ ) суюқлик, ачиқ бодом ҳидли ва заҳарли кучсиз кислота, у акрилнитрил синтезида ишлатилади. Тузларидан NaCN, KCN аҳамиятга эга, чунки улар ҳаво ёрдамида олтинни эритади. Водород цианиднинг тузлари ҳам жуда заҳарли.

Углерод металл оксидлари билан карбидлар ҳосил қилади, масалан:



Кальций карбид ацетилен олишда ишлатилади. Углерод (IV)-оксиддан натрий карбонат олишда ва ичимликларни газлаш учун фойдаланилади:



H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> жуда кучсиз кислота, у тезда парчаланади:

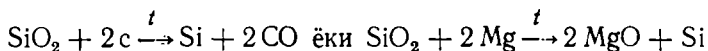


Мувозанат чап томонга кучли силжиганда  $\text{H}_2\text{CO}_3$  нормал ва нордон тузлар ҳосил қилади.

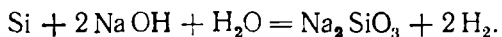
CO — рангсиз, заҳарли модда. Сувда кам эрийди. Ҳавода ўзига хос кўкиш аланга бериб ёнади.

Уни техникада генераторда чўғланган кўмирга ҳаво таъсир эттириб олинади ( $1400 - 1600^\circ\text{C}$  да):  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ;  $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ . Натижада «Ҳаво газии» ( $50\% \text{N}_2 + 50\% \text{CO}$  дан иборат) ҳосил бўлади. CO юқори температурада металлмаслар ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ , S) билан реакцияга киришади; масалан:  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ ;  $\text{CO} + \text{S} \rightarrow \text{COS}$ .

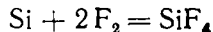
Кремний табиатда тарқалганлиги жиҳатидан иккинчи ўринда туради. У ер пўстлогини  $26\%$  ни ташкил қилади. Табиатда қумтупроқ ва силикат кислота тузлари таркибида учрайди. Уни саноатда олиш учун қумтупроқни кокс билан қайтарилади:



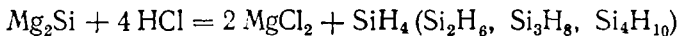
Кремний — кул ранг ялтироқ модда бўлиб, металлургияда махсус пўлат ҳамда қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Бундан ташқари ундан ярим ўтказгичлар тайёрланади. Кремний кислоталар билан ўзаро таъсирлашмайди, аммо ишқорлар билан шиддатли реакцияга киришади ва метасиликат кислота  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  тузларини ҳосил қилади:



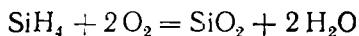
Кремний оддий шароитда фтор билан реакцияга киришади:



Қиздирилганда хлор, олтингургурт, кислород билан реакцияга киришади. Кремний — металлмаслар ва металллар ҳамда водород билан ҳам реакцияга киришади. Кремнийнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари *силицидлар* дейилади. Масалан,  $\text{Mg}_2\text{Si}$  магний силицид. Силицидларнинг кислоталар билан реакциялари натижасида силанлар (яъни силицийнинг водородли бирикмалари) аралашмаси ҳосил бўлади:



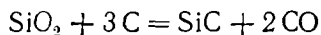
Силанлар жуда заҳарли, ҳавода ўз-ўзидан ёнади, масалан:



Кремнийнинг энг барқарор бирикмаси унинг оксиди  $\text{SiO}_2$  дир.

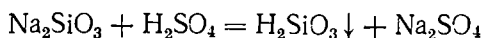


$\text{SiO}_2$  — табиатда кварц минерали ҳолида учрайди. Одатдаги қум турли-туман қўшимчалар билан ифлосланган кварцнинг майда доналаридан иборат. Тоза қум оқ тусда бўлади. Қум таркибида кўпинча, темир бирикмаларининг қўшимчалари бўлиб, улар қумни сариқ тусга киритади. Қум билан кўмир аралашмаси қиздирилса, карборунд ҳосил бўлади:



Карборунд қаттиқлиги жиҳатдан олмосга яқинлашади. Шунинг учун у силлиқлаш чархтошлари тайёрлаш учун ишлатилади.

$\text{SiO}_2$  ни кучсиз силикат кислоталарнинг ангидриди деб қараш мумкин. Силикат кислотанинг таркиби умумий  $m \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$  формула билан ифодаланади ( $m$  ва  $n$  бутун сонлар:  $m > 1$  бўлса, кислота — поликислота деб аталади). Силикат кислота олиш учун қуйидаги реакциялардан фойдаланиш мумкин:

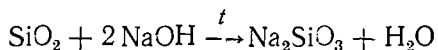


$\text{H}_2\text{SiO}_3 (\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$  метасиликат кислота,  $\text{H}_4\text{SiO}_4 (\text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$

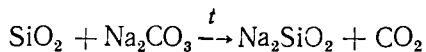
ортосиликат кислота.

Силикат кислота сувда ёмон эрийди. Унинг таркибидан сувни аста-секин чиқариб юборилса, қаттиқ, оқ тусли, жуда ғовак масса ҳосил бўлади. Бу масса *силикогель* деб аталади. Силикагель адсорбент сифатида ишлатилади.

Силикат кислота тузи натрий силикат  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ва калий силикат  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  сувда яхши эрийди. Улар *эрувчан шиша* деб, уларнинг сувдаги эритмаси эса *суюқ шиша* деб аталади. Натрий силикат олиш учун кремний (IV)-оксидга ишқор таъсир эттирилади:



Қумтупроқ ишқорлар (ёки уларнинг карбонатлари) билан юқори температурада қуйидагича реакцияга киришади:

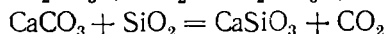
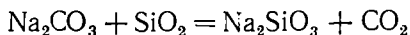


Суюқ шиша оловбрдош замазкалар, кислотабардош цемент ва бетон тайёрлашда ишлатилади ҳамда ёғоч ва тўқималарни чиримайдиған, ёнмайдиған қилиш учун уларга шимдирилади. Суюқ шиша ҳавода турса, унинг эритмасига  $\text{CO}_2$  таъсир этиши натижасида қумтупроқ ажралиб чиқиши туфайли қотиб қолади.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  формула соддалаштирилган формуладир. Натрий силикат ўзгарувчан таркибга эга, шунинг учун уни  $\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$  формула билан ифодалаш керак.

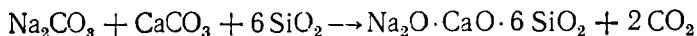
Табиатда учрайдиған силикатлар ўзгарувчан таркибга эга, шунинг учун асбестнинг формуласи  $3 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  кўринишда ёзилади.

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  каолинит (гил тупроқ) дан керамика — кулоллик буюмлари тайёрланади.

**Шиша.** Шиша тайёрлаш учун асосий хомашё қум, оқактош ва содадир. Бу аралашма шиша пишириладиган махсус печларда тахминан  $1400^\circ\text{C}$  гача қиздирилади. Бунда қуйидаги реакциялар содир бўлади:



Демак,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 2 \text{SiO}_2$ ; агар реакцияга  $\text{SiO}_2$  кўпроқ олинса, оддий шиша —  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6 \text{SiO}_2$  ҳосил бўлади:

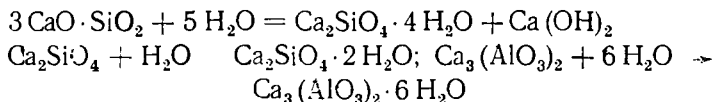


Қумдаги икки валентли темир бирикмалари шишага яшил тус беради, бу тус шишага  $\text{MnO}_2$  қўшиш билан йўқотилади. Шиша толалар техникада жуда кенг ишлатилади. Агар шиша таркибидаги кальцийни



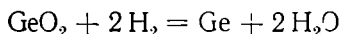
қўрғошинга алмаштирилса, шишанинг ёруғликни синдириш коэффициентини ва зичлиги ортади. Бундай шиша (биллур) дан ваза ва бошқа зийнатбоп буюмлар тайёрланади.

**Цемент.** Қум, тупроқ ва оҳақтош аралашмасини ёки мергель номли тоғ жинсини  $1500^{\circ}\text{C}$  да қиздириб пишириш йўли билан цемент олинади. Бу иш махсус айланувчи печда бажарилади. Печдан цемент клинкери номли модда пишиб чиқади. Унинг таркибида 60%  $\text{CaO}$ , 20% ча  $\text{SiO}_2$ , 10% ча  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва 10% ча бошқа оксидлар бўлади. Клинкерни майдалаб нозик кукунпортландцемент тайёрланади. Цемент сув билан аралаштирилганидан кейин қота бoshлайди:

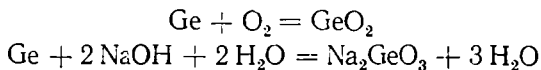


Гидролиз натижасида портландцемент юзага чиқиб қотади. Турини билан кристалланиш натижасида у яна қотади. СССРда бир йилда 100 минг тоннадан кўпроқ цемент ишлаб чиқариларди.

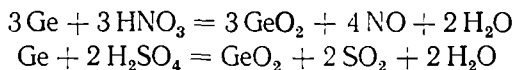
**Германий группачаси.** Германий группачасидаги элементлар ўз бирикмаларида +2 ёки +4 га тенг валентлик намоян қилади. Ge — Sn — Pb қаторида металл хоссалар кучайиб боради. Германий энг тарқоқ элементлардан биридир. У Ер пўстлоғида  $7 \cdot 10^{-4}$  % учрайди. Рух рудаларини қайта ишлаш натижасида чиқадиغان қўшимча маҳсулотлар саноатда германий олиш учун хомашё вазифасини ўтайди. Германий ажратиб олиндиغان яна бир манба тошкўмир ёқилганда чиқадиган кулдир. Германий олишда руда таркибидаги германийни аввал  $\text{GeO}_2$  га айлантирилади, сўнгра  $\text{GeO}_2$  ни водород билан қайтарилади:



Германий кумуш ранг, қаттиқ, мўрт металл. У ҳавода ўзгармайди, унга сув ҳам таъсир этмайди. Германий  $700^{\circ}\text{C}$  да кислород билан реакцияга киришади, германий ишқорларда  $\text{H}_2\text{O}_2$  ишгирокида секин эрийди:

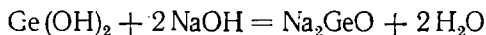


Германий нитрат ва концентранган сульфат кислота таъсирида  $\text{GeO}_2$  га айланади:



Германий  $200 - 260^{\circ}\text{C}$  да олингугурт ва фтор билан реакцияга киришади:  $\text{Ge} + \text{F}_2 = \text{GeF}_2$ .

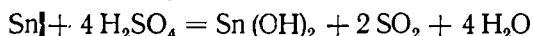
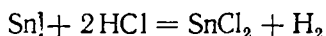
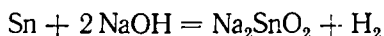
Германий асосан, электротехника ва радиотехникада ярим ўтказгич сифатида ишлатилади. Германий ўз бирикмаларда кўпинча 4 валентлик бўлади. У икки хил оксид ҳосил қилади:  $\text{GeO}$  ва  $\text{GeO}_2$ .  $\text{GeO}$  — қора тусли кукун, у оптик шишалар ишлаб чиқаришда ишлатилади. Унинг гидроксиди  $\text{Ge}(\text{OH})_2$  амфотер хоссага эга:



Қалай ер пўстлоғиннинг  $4 \cdot 10^{-3}$  ни ташкил қилади. Табиатда асо-сан, қалайтош —  $\text{SnO}_2$  тарзида учрайди.

Қалай — кумуш каби оқ тусли металл; у юмшоқ,  $t_{\text{суюқ}} = 231,9^\circ\text{C}$ ,  $d = 7,3 \text{ г/см}^3$  (оқ қалай). Бу қалай фақат  $13,2^\circ\text{C}$  дан юқорида бар-қарордир.  $13,2^\circ\text{C}$  дан паст температурада одатдаги оқ қалай кул ранг тусли, зичлиги —  $5,8 \text{ г/см}^3$  бўлган аллотропик шакл ўзгаришига айла-нади. Оқ қалайнинг кул ранг қалайга айланиши вақтида унинг ҳажми катталашиб, ўзи кукунга айланиб кетади. Бу ҳодиса «қалай вабоси» деб аталади.

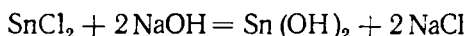
Қалайни яссилаб юпқа зар тайёрлаш мумкин. Қалай коррозияга уч-рамайди, сув билан реакцияга киришмайди, суюлтирилган кислоталарда аста-секин эрийди, ўювчи ишқорлар эритмасида ва концентрланган хло-рид кислотада эрийди:



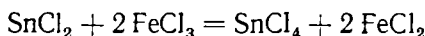
Қалай — темир тунукаларни қалайлашда ишлатилади. Қалай билан қўрғошин аралашмасидан металлларни ковшарлашда фойдаланилади.

Қалай 2 хил оксид ҳосил қилади:  $\text{SnO}$  (қора) ва  $\text{SnO}_2$  (оқ тусли).

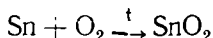
$\text{SnO}$  — рубин (ёқут) шиша олишда,  $\text{SnO}_2$  — сир ва эмаллар тайёр-лашда ишлатилади.  $\text{SnO}$  — сувда эримайди. Гидроксиди қуйидагича олинади:



Қалайнинг 2 валентли бирикмалари қайтарувчидир:



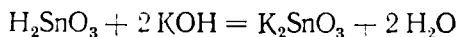
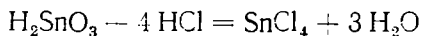
$\text{SnO}_2$  қалайни ҳавода узоқ қиздириш йўли билан ҳосил қилинади:



$\text{SnO}_2$  ва  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  амфотер хоссага эга, аммо уларнинг кислотали хоссаи устунроқдир.  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  га станнат кислота  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  мувофиқ ке-лади. Станнат кислотанинг иккита кимёвий модификацияси бор. ( $\alpha$ - ва  $\beta$ - станнат кислота);

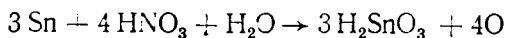


$\alpha$ - станнат кислота ишқор ва кислоталар билан реакцияга киришади:



$\text{K}_2\text{SnO}_3$  кристалл ҳолатда  $\text{K}_2\text{SnO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  таркибга эга.

$\beta$ - станнат кислота қалайни концентрланган нитрат кислотада оксид-лаб олинади:

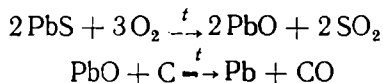


$\beta$ -станнат кислоталар билан реакцияга киришмайди, концентрланган. КОН эритмасида ҳам эримайди, лекин ишқор билан суюлтирилса унда эриб кетади.

Тўрт валентли қалайнинг муҳим тузлари:  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$  қалай кислоталар билан таъсирлашганда ҳосил бўлади.  $\text{SnCl}_4$  — ҳавода тугайдиган суяқтик ( $t_{\text{суюқ}} = 114^\circ$ ). У газламаларни бўйишда хуруш сифатида ишлатилади.

Икки валентли қалай гидроксид  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  — сувда эримайдиган, олтин ранг-сариқ тусли қаттиқ модда. У «олтин ҳал» номи билан ёғоч ва гипс буюмларга ҳал бериш учун ишлатилади. Икки валентли қалай бирикмалари масалан,  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$  кучли қайтарувчи, у бирикма ҳолатидаги висмутни эркин ҳолатга қадар қайтаради:  $2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{Sn}(\text{OH})_4 + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Bi} + 3\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_3] + 6\text{NaNO}_3$ .

Қўрғошин ер пўстлоғини  $1,6 \cdot 10^{-3} \%$  ни ташкил этади. Табиатда бирикма, яъни қўрғошин ялтироғи  $\text{PbS}$  шаклида кўп учрайди. Саноатда қўрғошин ялтироғига кислород, сўнгра углерод таъсир эттириб олинади:



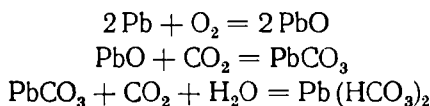
Қўрғошин ҳаво ранг-оқ тусли, юмшққ металл,  $d = 11,34 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси —  $327,4^\circ\text{C}$  (пластик модда).

Қўрғошин одатдаги температурада ҳавода зич оксид парда ҳосил қилади. Бу парда қўрғошинни қўшимча оксидланишдан сақлайди.

Қўрғошинга сув таъсир этмайди, ammo кислород  $\text{O}_2$  иштирокида оксидланади:



$\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{CO}_2$  таъсирида қўрғошин тез коррозияланиб, сувда эрийдиган қўрғошин гидрокарбонат ҳосил қилади:

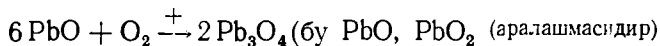


Қуруқ кислородда  $\text{Pb}$   $130^\circ\text{C}$  да оксидлана бошлайди. Суюлтирилган  $\text{HCl}$  ва суюлтир.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қўрғошинга деярлик таъсир этмайди, чунки қўрғошинда водороднинг ажралиб чиқиш ўта кучланиши юқори, бундан ташқари, реакцияда ҳосил бўладиган тузлар қатлами қўрғошин сиртини беркитиб қўяди. Концентрланган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да (айниқса қиздирганда) қўрғошин эриб  $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$  ҳосил қилади. Қўрғошин суюлтирилган нитрат кислотада яхши эрийди.

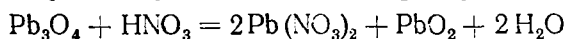
Қўрғошин электр кабелларини изоляциялашда, аккумулятор пластинкалар тайёрлашда ишлатилади. У ҳар хил қўғишмалар, масалан баббитлар таркибида бўлади.

Қўрғошиндан радиоактив нурлардан сақланишда фойдаланилади.

Қўрғошин оксиди шиша ишлаб чиқариш, аккумулятор пластинкалари катакларини тўлдирish учун ишлатилади. Қўрғошин оксиди  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  сурик қизил тусли кукун:



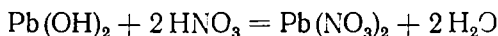
Ундан бўёқ тайёрлашда фойдаланилади.  $\text{PbO}_2$  — тўқ қўнғир кукун:



$\text{PbO}$ ,  $\text{PbO}_2$  сувда эримайдиган амфотер модладир,  $\text{PbO}_2$  кучли оксидловчи.

$\text{PbO}$  га тўғри келадиган гидроксид  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  сувда деярли эримади, амфотер модда:  $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

у кислоталар билан плюмбитлар ҳосил қилади:

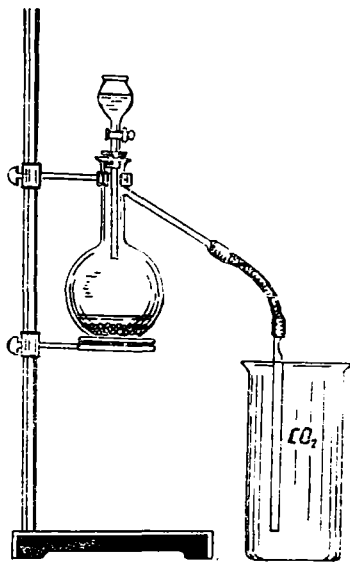


$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  сувда яхши эрийди, бошқа тузлари сувда деярли эримайди. Қўрғошин ва унинг барча тузлари (бирикмалари) заҳарлидир.

### 25- лаборатория иши. Углерод

**1. Қандан тоза кўмир слиш.** Чиннидан ясалган тигелни штативнинг ҳалқасига учбурчак ёрдамида ўрнатиб, яхшилаб қиздириг ва қизиб турган тигелга 2 г майдаланган қандни оз-оздан солиг. Ҳамма қанд солиб бўлингач, тигелни яна 10 минут қиздириб, сўнг тигелни эксикаторга солиб, совитинг. Бу усул билан ҳосил қилинган кўмир жуда тоза бўлади. Қилинган ишнинг реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Углероднинг қайтарувчанлик хоссаси.** Юқоридаги тажрибада ҳосил қилинган кўмидан 0,07 г олиб 1 г мис оксиди билан яхшилаб ховончада аралаштиринг. Аралашмани қоғоз ёрдамида юқори ҳароратга чидамли пробиркага солиг. Пробиркани штативга маҳкамлаб, газ ёки спирт лампаси ёрдамида яхшилаб қиздириг. Қиздиришни қора рангли аралашма қизгиш рангга ўтгунча давом эттиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.



30- расм. Углерод (IV)- оксид хоссасини текшириш.

**3. Углерод (IV)- оксидни олиниши.** 30- расмда кўрсатилганидек асбоб йиғинг, асбоб йиғишда кўйидаги ҳолатга эътибор беринг. Пробирка ёки колбага қўйиладиган воровканинг уч идиш тубига етиши лозим. Газ чиқиши керак бўлган най эса юқорида ва ҳаво кирмайдиган қилиб ўрнатилиши зарур.

Колбага мрамор ёки бўр бўлакчасини солиб, воровка ёрдамида 1:4 нисбатда суюлтирилган хлорид кислотадан оз-оз томизинг. Газ ажралиб чиққач, учта стакан ёки идишни оғзига картон бўлақларини ёпиб қўйинг. Бу газ билан тўлдирилган идишларни углерод (IV)- оксиднинг хоссасини ўр-

ганиш учун сақлаб қўйинг. Углерод (IV)-оксид олиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

**4. Карбонат ангидридни бир идишдан иккинчи идишга қуйиш.** Углерод (IV)-оксидни ёнмаслик хусусиятидан ва ҳаводан оғирлигидан фойдаланиб уни бир идишдан иккинчи идишга қуйиш мумкин. Бунинг учун стаканга спирт шимдириб ёниб турган чўпни туширинг. Унга йиғилган углерод (IV)-оксидни банканинг бирини суюқлик (сув) қуйгандек қилиб тўнқаринг. Ёниб турган спирт алангаси ўчади. Агар ёниб турган чўпни бўшатган идишингизга туширсангиз чўп ўчмайди. Бу билан карбонат ангидридни бир идишдан иккинчи идишга қуйиш мумкинлигини кузатинг.

**5. Моддаларни углерод (IV)-оксидда ёниши.** а) Углерод (IV)-оксид ёниб турган алангани ўчиради. Лекин баъзи металллар туширилса ўчмайди. Масалан, магний лентасини қисқич билан ушлаб ёқинг ва тажрибада йиғиб олган карбонат ангидридли банкага туширинг. Металлни ёниши давом этиб, оқ рангли магний оксид ва қора рангли кўмир ажралиб чиққанини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил қилган аралашма устига суюлтирилган хлорид кислота солинг. Қайси модда эрийди? Уни қандай изоҳлайсиз? Реакция тенгламасини ёзинг:

б) Оз миқдордаги қизил фосфорни темир қошиқда ёқиб тажриба йиғиб олинган карбонат ангидридли қолбага туширинг. Фосфор ёниш давом этади. Реакция тенгламасини ёзиб, жараёни изоҳлаб беринг.

**6. Карбонат кислота тузларини ҳосил қилиш.** 1. Пробиркага оҳак сувидан солиб тажрибада кўрсатилганидек асбобдан ёки Кипп аппаратидан углерод (IV)-оксид ўтказинг ва оқ рангли чўкма ҳосил бўлишини кузатинг. Яна ортиқча карбонат ангидрид юборсангиз чўкма эриб кетади. Нима учун? Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Ҳосил бўлган эритмани икки пробиркага тенг бўлиб, биринчи пробиркани қиздиригинг, иккинчи пробиркага эса оҳакли сув қуйинг. Иккала пробиркада ҳам оқ рангли чўкма ҳосил бўлади. Ўзгаришларни изоҳлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

**7. Углерод (IV)-оксиднинг ишқорга ютилиши.** Пробиркага углерод (IV)-оксид йиғиб, уни суюлтирилган ишқор эритмаси тагига тўнқаринг, пробиркани эса ишқор остида турган вазиятда олинг. Ишқорнинг эритмаси пробиркага секин-аста кўтарилиб углерод (IV)-оксид ўрнини эгаллайди. Бўлаётган ҳодисани изоҳлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

## **26- лаборатория иши. Қалай, кўрғошин**

**1. Қалайга кислоталарнинг таъсири.** Олтита тоза пробирка олиб бир жуфтдан қилиб учтага ажратинг. Биринчи жуфт пробирканинг биринчисига суюлтирилган, иккинчисига концентрланган хлорид кислота солинг. Шу тариқа иккинчи жуфт пробиркага нитрат кислотанинг суюлтирилгани ва концентрлангани, учинчи жуфт пробиркага эса сульфат кислота солиб, ҳар бирига алоҳида-алоҳида қалай бўлақчасидан солинг. Реакциянинг соришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Станнат кислота олиш. Тоза пробирка олиб, унинг  $1/3$  қисмига қалай (IV)-хлорид эритмасидан солинг ва оқ чўкма ҳосил бўлгунча томчилаб аммоний гидроксид эритмасидан томизинг. Станнат кислота  $H_2SnO_3$  ҳосил бўлишини кузатинг. Чўкмани эритмаси билан иккита пробиркага ажратиб, унинг бирига концентрланган хлорид кислота, иккинчисига концентрланган ўювчи натрий солиб, чўкманинг эриш ёки эримаслигини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Қалай (IV)-гидроксид олиш. Чинни косачага қалайнинг икки валентли ёки тўрт валентли тузи эритмасидан 3—4 мл солинг ва 1—2 мл хлорид кислота қўшинг. (Кислота эритмада муҳит ҳосил қилиш учун қўшилади). Сўнг рух металининг бир бўлагини чинни косачага ташланг. Ярмигача сув солинган пробирка билан қориштиринг ва пробиркага ёпишган моддани алангага тутинг. Пробирка сиртидаги аралашма парчаланadi. Натижада ҳосил бўлаётган гидрид ( $SnH_4$ ) алангага кўкиш тус бериб ёнади. Бу реакцияда қалай (IV)-хлорид ажралиб чиқаётган водород таъсирида қайгарилиб, гидрид ҳосил бўлади. Шунга эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

4. Рух билан қалайни сиқиб чиқариш. Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига қалай (II)-хлорид тузи эритмасидан қўйинг, устига рух бўлакчасидан солинг. Бир оздан сўнг қандай ўзгариш боришини кузатиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

5. Қалай сульфид. 1) Тоза пробирка олиб унинг  $\frac{1}{3}$  қисмига қалай (II)-хлорид эритмасидан қўйинг. Сўнг томчилаб аммоний сульфид эритмасидан қўшинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

2) Пробирканинг  $\frac{1}{2}$  қисмига қалай (IV)-хлорид эритмасидан солинг. Сўнг чўкма ҳосил бўлгунча сульфид эритмасидан томчилаб қўшинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

3) Юқоридаги реакция асосида ҳосил қилинган чўкмага мўл миқдор аммоний сульфид эритмасидан томизинг. Иккала чўкма ( $SnS$  ва  $SnS_2$ ) эриш ёки эримаслигини кузатинг. Қайси бир чўкма эриса, шу эритмада қалайнинг тиогузи ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг. Агар эриб бўлган тиогуз эритмаси устига мўл миқдор хлорид кислота қўшсангиз, қайтадан қалай сульфид ҳосил бўлганлигини кузатасиз.

Реакция тенгламасини ёзиб изоқланг.

6. Кўрғошинга кислоталарнинг таъсири. Уч жуфт тоза пробирка олиб, уларга қуйидаги тартибда пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмигача: 1-жуфт пробиркага суюлтирилган ва концентрланган хлорид кислота, 2-жуфт пробиркага суюлтирилган ва концентрланган сульфат кислота, 3-жуфт пробиркага суюлтирилган ва концентрланган нитрат кислота қўйинг. Ҳар қайси пробиркага бир неча бўлакдан кўрғошин солиб, реакция совуқда ва қиздирилганда қандай боришини кузатинг. Нега баъзи пробиркаларда реакция бормайди? Изоқлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

**7. Қўрғошин гидроксиднинг амфотер хоссаси.** 1) Иккита тоза пробирка олиб, ҳар бирига  $\frac{1}{3}$  қисмигача қўрғошиннинг икки валентли эрувчан тузи эритмасидан қуйинг. Сўнг ҳар иккаласига тенг ҳажмда ўювчи натрий ишқоридан токи чўкма ҳосил бўлгунча қўшинг. Чўкма ҳосил бўлиши реакциясининг тенгламасини ёзинг.

2) Чўкмали пробирканинг бирига нитрат кислота эритмасидан, иккинчисига ўювчи натрийнинг концентранган эритмасидан қуйинг. Ҳар қайси пробиркадаги чўкманинг эришини кузатинг ва реакция тенгламасини ёзинг. Нитрат кислота ўрнига сульфат ёки хлорид кислота ишлатиш мумкинми?

**8. Қўрғошин сульфиднинг олиниши ва унинг хоссалари.**

1) Пробиркага қўрғошин нитрат эритмасидан озроқ олиб, унга водород сульфидли сув ёки натрий сульфид эритмасидан қўшинг. Қўрғошин сульфид ҳосил бўлиб чўкади. Реакция тенгламасини ёзинг.

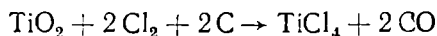
2) Чўкмали эритманинг устига водород пероксид эритмасидан қўшинг ва яхшилаб чайқатинг. Реакция кетиши натижасида чўкманинг рангсизланиши ва қўрғошин сульфат ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

**9. Қўрғошин йодидни қайта кристаллаш.** 1. Тоза пробиркада озроқ калий йодид эритмасидан олиб, унга тенг ҳажмда қўрғошин нитрат эритмасидан қўшинг. Ҳосил бўлган чўкманинг эритма қисмини тўкиб ташлаб, эритмани чўкмани дистилланган сув билан суюлтиринг ва қайнагунча қиздириб, совитинг. Кузатишларингизни изоҳлаб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

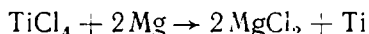
2. Қўрғошин йодид чўкмасини иложи борича сувдан ажратиб (пробиркани секин қийшайтириш билан), унга калий йодиднинг концентранган эритмасидан қўшинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

## 2- §. IV ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ. d- ЭЛЕМЕНТЛАР

Бу группачада титан Ti, цирконий, Zr, гафний Hf жўйлашган. Титан табиатда TiO<sub>2</sub> рутил, FeTiO<sub>3</sub> илменит, FeTiO<sub>3</sub>·nFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> титанмагнетит ҳолида, цирконий эса ZrSO<sub>4</sub> — циркон минерали, ZrO<sub>2</sub> — баддалент шаклида учрайди. Гафний кўпинча цирконий билан бирга учрайди. Титан асосан титан оксиди TiO<sub>2</sub> дан олинади. Бунинг учун юқори ҳароратда TiO<sub>2</sub> га хлор юбориб, ундан титан тетраҳлорид олинади. Лекин бу реакция ҳатто 800—1000 С да ҳам секин боради. Реакцион аралашмага кўмир қўшилганда реакция тезлашади, чунки кўмир TiO<sub>2</sub> даги ислсрод билан СО ҳосил қилади:



Сўнгра ҳосил қилинган титан (IV)-хлорид магний билан қайтарилади:



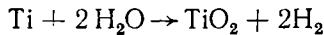
Титан ташқи кўрнинишдан пўлатга ўхшайди.

## IV группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

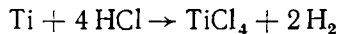
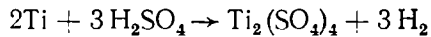
Хоссаи	Ti	Zr	Hf
Ер шарида тарқалиши, мас. % миқдорда	$6 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
Валент электрон конфигурацияси	[Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	[Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>
Атом радиуси, нм	0,146	0,160	0,159
Ион радиуси, нм	0,068	0,082	0,082
Ионланиш потенциалл, В			
J <sub>1</sub> : Э → Э <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	6,82	6,84	7,5
J <sub>2</sub> : Э <sup>+</sup> → Э <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	13,58	13,13	14,9
J <sub>3</sub> + Э <sup>2+</sup> → Э <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	27,5	23,0	21,0
J <sub>4</sub> + Э <sup>3+</sup> → Э <sup>4+</sup> + e <sup>-</sup>	43,2	34,3	31,0
НЭМ	1,6	1,5	1,4
Суюқланиш температураси, °С	1668	1885	1949
Қайнаш температураси, °С	3169	4325	5227
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	4,5	6,5	13,2
E° (Э <sup>4+</sup> — ма), В	-1,17	-1,525	-1,70
E° (Э <sup>2+</sup> — ма), В	-1,628	—	—
E° (Э <sup>3+</sup> — ма), В	2,21	—	—

Ti, Zr, Hf қиздирилганда водород, кислород ва азотни ютади, натижада бу металллар мўрт бўлиб қолади.

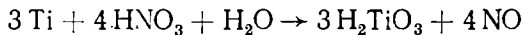
Титан сувда қиздирилса, сув парчаланаяди:



Титан хлорид ва сульфат кислотада эрийди:



Титан нитрат кислотада эриб, сувда деярли эримайдиган метатитанат кислота ҳосил қилади:



Пўлат тайёрлашда суюқ металлдаги кислород билан азотни батамом чиқариб юбориш учун титан ва цирконийдан фойдаланилади. Пўлатнинг сифатини яхшилаш учун унга мингдан бир улуши қадар титан қўшишнинг ўзи kifоя. Титан ва цирконий ниҳоятда қимматбаҳо конструкция материали сифатида кўп ишлатилади. Гафнийдан радиотехника, электртехникада фойдаланилади.



## XVII БОБ. V ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1- §. V ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ. p- ЭЛЕМЕНТЛАР

Азотдан висмутга ўтганда бешинчи группанинг асосий группача элементлари (азот — N, фосфор — P, мышьяк — As, сурьма Sb, висмут — Bi) нинг хоссалари кескин ўзгаради. Масалан, азот барқарор газ бўлса, фосфор қаттиқ ҳолдаги металлмасдир, висмут эса металлдир. Асосий группача элементларида азотдан висмутга ўтган сари нисбий электрманфийлик камайиб боради. Элементлар сиртқи қаватидаги беш электронини ( $ns^2np^3$ ) берганда оксидланиш даражаси + 5 га, элементлар билан ковалент боғланганда + 3 га ва уч электрон бириктириб олганда эса оксидланиш даражаси — 3 га тенг бўлади. Бу элементларнинг юқори оксидларининг  $N_2O_5 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow As_2O_5 \rightarrow SbO_5 \rightarrow Bi_2O_5$  қаторида кислотали хоссалари сусайиб, асосли хоссалари кучайиб боради. Бу группача элементларининг асосий хоссалари 14-жадвалда келтирилган.

14-жадвал

V группанинг асосий группача элементларининг энг муҳим хоссалари

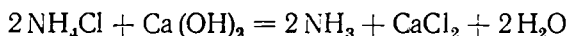
Хоссаси	N	P		Se	Bi
Ер шарида тарқатиши, мас. % миқдорда	$1 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Валент электрон конфигурацияси	[He] $2s^2p^3$	[Ne] $3s^23p^3$	[Ar] $3d^{10}4p^3$	[Kr] $4d^{10}5s^25p^3$	[Xe] $4f^{14}5d^16s^26p^3$
Атом радиуси, нм	0,070	0,110	0,121	0,41	0,146
$\sum I_1, В$	91,5	60,4	58,0	52,3	52,0
$\sum I_1, В$	266,8	176,7	171,0	158,4	153,0
НЭМ	3,0	1,1	2,0	1,9	1,8
Оксидланиш даражеси	-3, -2, -1	-3, (-13)	-3, 3, 5	-3, 35	3 (5)
Суюқланиш температураси, °С	-210,0	593 (60)	817 (60с.)		
Қайнаш температураси, °С	-195,8	429	615	1634	1552
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	0,808	2,0—2,4	5,72	6,7	9,8
$E^3 (\mathcal{E}_{-ма}^3/\mathcal{E})$	—	—	0,3	0,24	0,2
Солиштирма қаршиллиги ом, см	—	$10^{13}$	$35 \cdot 10^{-6}$	$40 \cdot 10^{-6}$	$106 \cdot 10^{-6}$

**Азот.** Ҳавода эркин ҳолда учрайди. У мураккаб органик бирикмалар — оқсиллар таркибида бўлиб ўсимлик, ҳайвон организмларида катта роль ўйнайди. Табиатда энг кўп учрайдиган бирикмаси натрий нитрат —  $NaNO_3$ . Саноатда азот ҳаводан олинади.

Азот — рангсиз, ҳидсиз ва мазасиз газ; сувда жуда оз миқдорда эрийди. У одатдаги температурада инерт модда. Юқори температурада активлашади. Қиздирилганида металллар билан бирикиб, нитридлар ҳосил қилади; масалан:  $3Ca + N_2 \xrightarrow{+} Ca_3N_2$

Азот — аммиак ишлаб чиқиш, электр лампочкаларни тўлдириш, лабораторияларда инерт муҳит ҳосил қилиш учун ишлатилади.

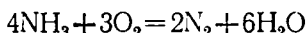
Лабораторияда аммиак олиш учун аммоний хлорид  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва сўндирилган оҳак  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  аралашмасидан фойдаланилади:



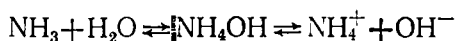
Саноатда эса  $500^\circ\text{C}$  да катализатор иштирокида, катта босим (1 000 атм. гача) мавжуд шароитда синтез қилинади:



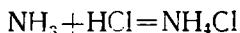
Аммиак — ўткир ҳидли газ, кислородда ёнади:



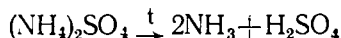
Аммиак минерал ўғитлар олишда, нитрат кислота ишлаб чиқаришда, тиббиётда ишлатилади. Аммиак сувда яхши эрийди: 1 ҳажм сувда 700 ҳажм  $\text{NH}_3$  эрийди ( $0^\circ\text{C}$  да). Аммиакнинг сувдаги эритмаси нозшадил спирт дейилади.



У кучсиз асос хоссасига эга, кислоталар билан реакцияга киришади:



Аммоний тузлари қиздирилганида парчаланиб аммиак ва кислота ҳосил қилади:

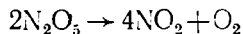


Азот — кислород билан  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$  ва  $\text{N}_2\text{O}_5$  ҳосил қилади.  $\text{N}_2\text{O}$  — салгина хушбўй ҳидли рангсиз газ, медицинада наркоз сифатида ишлатилади.

$\text{NO}$  — рангсиз газ, у ҳавода  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  реакция туфайли қўнғир тусли газ  $\text{NO}_2$  га ўтади.

$\text{NO}_2$  — қўнғир тусли газ, у кучли оксидловчи, совитилса,  $\text{N}_2\text{O}_4$  га айланади ( $\text{N}_2\text{O}_4$  — рангсиз қаттиқ жисм).

$\text{N}_2\text{O}_3$  — нитрит ангидрид кўк тусли суюқтик бўлиб,  $-2^\circ\text{C}$  да азот (II)-оксид  $\text{NO}$  ва азот (IV)-оксидга ажралади. Нитрит ангидрид сувда эрийди:  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$  натижада нитрит кислота ҳосил бўлади.  $\text{N}_2\text{O}_5$  — нитрат ангидрид, рангсиз кристалл,  $-30^\circ\text{C}$  да суюқланади.  $45^\circ\text{C}$  да қайнайди. Қайнаганида қисман емирилади:



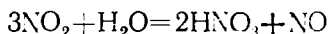
Азотнинг барча кислородли бирикмалари ичида фақат азот (II)-оксид  $\text{NO}$  азот билан кислороднинг бевосита бирикишидан ҳосил бўлади:



Ундан  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ;  $2\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$  олинади.

Нитрит кислота  $\text{HNO}_2$  кучсиз ва беқарор кислота:

$2\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Маҳсулот  $\text{NO}_2$  сувда эрийди. Шу сабабли амалда қуйидаги реакция содир бўлади:

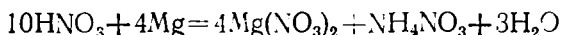
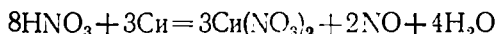
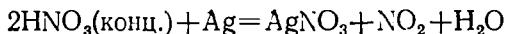


Нитрат кислота  $\text{HNO}_3$  кучли кислота, тузлари сувда эрийди.

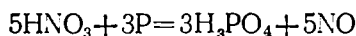
Саноатда нитрат кислота  $\text{HNO}_3$  аммиакни оксидлаб олинади:



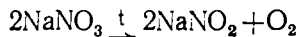
$\text{HNO}_3$  кучли оксидловчи, у кўпчилик металлларни оксидлайди; масалан:



Металлмаслар билан туз ҳосил қилади:

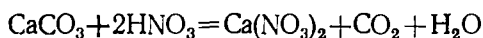


$\text{HNO}_3$  — тутунсиз порох, портловчи моддалар, ўғит, органик бўёқлар, целлюлоза лаклари, киноплёнкалар ва  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ишлаб чиқаришда ишлатилади. Нитрат кислота тузлари — нитратлар қиздирганда  $\text{O}_2$  чиқариш билан парчаланаяди. Масалан:



## 2- §. АЗОТЛИ ЎҒИТЛАР: ФОСФОР

Тупроқдаги органик моддаларнинг чириши натижасида азот аммиакка, аммиак эса оксидланиб нитрат кислотага айланади. Тупроқдаги азот ҳосил бўлиш жараёни махсус бактериялар таъсирида боради ва *нитроланиш* деб аталади. Ҳосил бўлган  $\text{HNO}_3$  тупроқдаги тузлар билан реакцияга кириб, осон эрийдиган нитратлар ҳосил қилади:



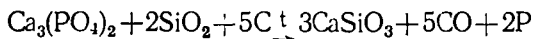
Ўсимликлар  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  даги азотни яхши ўзлаштиради.

Тупроқдаги камайган азотли моддалар ўрнини тўлдириш мақсадида тупроққа қуйидаги азотли ўғитлар қўшилади:

мочевина  $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$ , аммофос,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

**Фосфор.** Табиатда фосфорит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , апатит —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaF}_2$  ва  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$  кўринишида учрайди. Фосфорнинг ер пўстлогигаги % миқдори 0,08% га тенг.

О л и н и ш и. Фосфор фосфорит ёки апатитлардан олинади. Қайтарувчи сифатида кўмир, шлак ҳосил қилувчи сифатида кварц қумдан фойдаланилади:



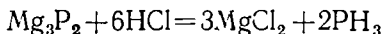
Фосфор махсус электр печда ҳосил қилинади.

Фосфорнинг аллотропик ўзгаришлари: оқ *фосфор* — кристалл модда, зичлиги 1,82 г/см<sup>3</sup>, қизил *фосфор* зичлиги 2 — 2,4 г/см<sup>3</sup>. Суюқланиш

температураси  $+44^\circ$ , сувда эримайди,  $287^\circ\text{C}$  да қайнайди,  $\text{HCl}$  да эрийди, ҳавода тез оксидланади. Унинг молекуласи 4 та атомдан иборат:  $\text{P}_4$ , оқ фосфор ниҳоятда заҳарлидир. У ҳавосиз жойда  $300^\circ\text{C}$  да қиздирилса, қизил фосфорга айланади.

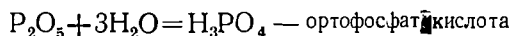
Қизил фосфор заҳарли эмас, у  $240^\circ$  да ёнади,  $\text{CS}_2$  да эримайди. Қизил фосфор гугурт ишлаб чиқаришда ишлатилади. Оқ фосфор жуда актив, қизил фосфор эса бирмунча пассив.

Фосфор бирикмалари, масалан, фосфиннинг ҳосил бўлиши:



Фосфин — рангсиз, заҳарли газ.

Фосфор кислород билан  $\text{P}_2\text{O}_3$  (фосфит ангидрид),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (фосфат ангидрид) ҳосил қилади;  $\text{P}_2\text{O}_5$  сувда эриганда аввал метафосфат кислота ҳосил бўлади:  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$  метафосфат кислота (заҳарли).  $\text{P}_2\text{O}_5$  ни сувда узоқ вақт қайнатилса, ортофосфат кислота ҳосил бўлади:

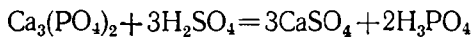


Ортофосфат кислотани секин-аста қиздирилса, пиропосфат кислота ҳосил бўлади:



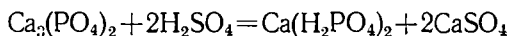
Ортофосфат кислота амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга.

Уни фосфорли тузга кислота таъсир эттириб олиш мумкин:

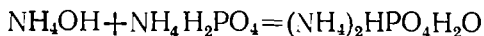
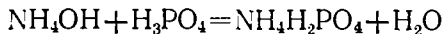


$\text{H}_3\text{PO}_4$  — рангсиз кристалл, уч негизли кислота, нордон ва нормал тузлар ҳосил қилади:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  — бирламчи фосфат (гидрофосфат),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (иккиламчи фосфат, натрий дигидрофосфат),  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  учламчи фосфат ёки натрий фосфат.

Фосфорли ўғитлардан суперфосфат қуйидаги усулда олинади:

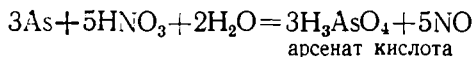


Аммофос  $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$  ва диаммофос  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  эса қуйидагича олинади:



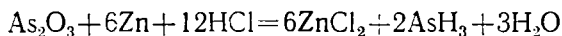
### 3- §. МИШЬЯК ГРУППАЧАСИ!

Мишьяк — иссиқликни ва электр токини яхши ўтказади, бинобарин, металлга хос физик хусусиятлар намозн қилади. Аммо кимёвий жиҳатдан олганда унинг металлмаслик хоссалари металл хоссаларидан устун туради. Мишьяк концентрланган нитрат кислота таъсиридан ортоарсенат кислотага ўтади:



Қиздирилганда галогенлар ва олтингугурт билан бевосита бирикади. Металлар билан бирикиб арсенидлар ( $\text{Me}_3\text{As}_2$  типдаги) ҳосил қилади.

Мишьяк водород билан бевосита бирикмайди. Унинг водородли бирикмаси арсин  $\text{AsH}_3$  мишьяк бирикмаларини водород билан қайтариб олинади:



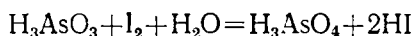
$\text{AsH}_3$  — рангсиз, саримсоқ ҳидли, заҳарли газ.

Мишьяк кислород билан  $\text{As}_2\text{O}_3$  — арсенит ангидрид ва арсенат ангидрид  $\text{As}_2\text{O}_5$  ҳосил қилади; арсенит ангидридга арсенит кислота мувофиқ кетади:



$\text{As}_2\text{O}_3$  амфотер хоссага эга:  $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

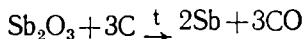
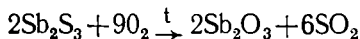
Унинг кислотаси  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  эса кучли қайтарувчи:



$\text{H}_3\text{AsO}_4$  — арсенат кислота сувда осон эрийдиган кристалл модда, унинг тузлари арсенатлар дейилади.

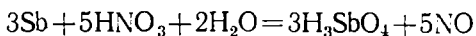
Мишьяк тузлари, асосан, қишлоқ хўжалигида ўсимликларнинг зарарқундалари ва касалликларига қарши курашда ишлатилади.

Сурьма асосан олтингугуртли рудадан олинади:



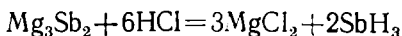
Унинг суюқланиш температураси  $630^\circ\text{C}$ , қайнаш температураси  $1634^\circ\text{C}$ ; кул ранг ялтироқ металл.

Сурьмада металл хоссалари мишьякдагига қараганда кучлироқ ифодаланган. Сув, суюлтирилган хлорид ва сульфат кислота сурьмага таъсир этмайди, у концентранган  $\text{HCl}$  да секин, концентранган  $\text{HNO}_3$  да тез эрийди:



Сурьма — кўпгина қотишмалар тайёрлаш учун ишлатилади (босма-хона метали, подшипник).

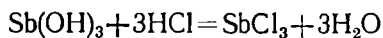
Сурьма — актив металллар билан бирикканда +3 га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Унинг магнийли бирикмаси  $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$  *антимонитлар* дейилади. Антимонитларга суюлтирилган  $\text{HCl}$  таъсир эттирилса, водород стибин  $\text{SbH}_3$  ҳосил бўлади:



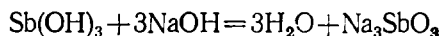
$\text{SbH}_3$  бекорор, уй ҳароратидаёқ парчаланаяди.

Сурьма ҳавода қиздирилса,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  ва  $\text{Sb}_2\text{O}_6$  ҳосил бўлади.  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  амфотер хоссага эга.

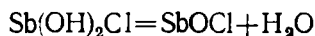
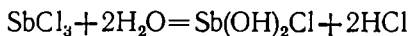
Сурьма (III)-оксиднинг гидроксиди  $\text{Sb}(\text{OH})_3$  ни олиш учун сурьма (III)-нинг эрийдиган тузига ишқор таъсир эттирилади.  $\text{Sb}(\text{OH})_3$  амфотер модда:



Унга ишқор таъсир эттирилса, метаантимонит кислота  $\text{HSbO}_2$  нинг тузлари ҳосил бўлиб, бу тузлар антимонитлар дейилади:

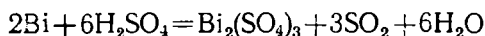
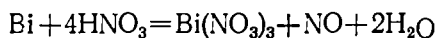


Сурьма тузлари гидролизланади:

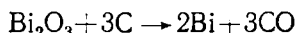
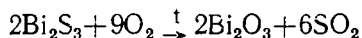


Бир валентли  $\text{SbO}^+$  группа антимонил деб, таркибида шу группа бўлган туз  $\text{SbOCl}$  эса антимонил хлорид дейилади.  $\text{Sb}_2\text{O}_5$  кислота хоссаларини намоён қилади, антимонат ангидрид номи билан юрнтилади.  $\text{Sb}_2\text{O}_5$  — таркибли ангидрида метаантимонат кислота  $\text{H}_3\text{SbO}_3$ , ортоантимонат кислота мос келади.

Висмут қизғиш — оқ тусли металл бўлиб, унга одатдаги температурада қуруқ ва нам ҳаво, кислород таъсир этмайди. Қиздирилганда ҳавода юпқа оксид парда билан қопланади. Хлорид ва суюлтирилган сульфат кислота таъсир этмайди. Висмут  $\text{HNO}_3$  да ва концентрланган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эрийди:

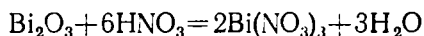


Уни олтингугуртли бирикмасига кислород, сўнг ҳосил бўлган оксидига углерод таъсир эттириб олинади:

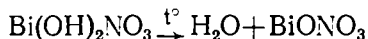


Висмут осон суюқланувчи, ёнғинга қарши қурилмаларда сақлагич вазифасини ўтовчи қоғишмалар таркибига киради.

Висмутнинг  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ва  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  каби бирикмалари асос хоссаларга эга:



Висмут тузлари гидролизланади:



натихада висмутил нитрат ҳосил бўлади.

## 27- лаборатория иши. Азот.

### Аммиакнинг олиниши ва хоссаси

а) 31-расмдагидек асбоб йиғинг. Чинни идишга 1 г аммоний хлорид  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва шунча миқдорда сўндирилган оҳак ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) солинг. Шиша таёқча билан аралаштиринг. Тайёрланган аралашмани шиша пайчални қуруқ пробиркага солинг. Расмда кўрсатилганидек штативга жойлаб, шиша найча ичига қуруқ пробирка тўнқаринг ва аста-секин қиздириг. Пробирка аммиакка тўлгандан кейин (уни ҳидидан пайқа-

лади) оқисталик билан пробиркани стакандаги сувга ботиринг ва пробиркага сув кўтарилишини кузатинг. Аммиак ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

Аммиак эриган сувли пробиркани олиб фенолфталеин томизинг. Нима кузатилади?

Аммиакни сувда эриш реакцияси тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага новшадил  $\text{NH}_4\text{Cl}$  эритмасидан озгина солиниг ва унга натрий ишқоридан 1 — 2 мл қўйиб, қайнагунча иситинг. Ажралиб чиқаётган буғга нам лакмусли қоғоз тутинг. У кўкаради. Эритманинг ҳидига эътибор беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Аммоний тузларини олиш** (иш мўрили шкафда бажарилади).

а) Иккита цилиндр олиб бирини концентрланган хлорид кислота билан, иккинчисини концентрланган аммиак эритмаси билан ҳўлланг. Цилиндрларни бир-бирига тўнкариб, бир неча марта чайқатинг. Ҳосил бўлган оқ тутун (новшадил кристаллари) ни кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

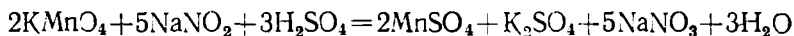
б) Икки қуруқ пробирканинг бирига аммоний карбонат  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , иккинчисига аммоний сульфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  тузидан солиб қиздиринг, нима кузатилади?

Реакция тенгламасини ёзинг.

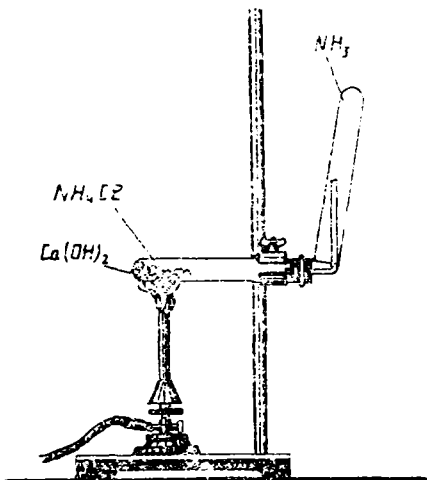
в) Пробиркага майдаланган аммоний бихромат  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  тузидан солиб, пробиркани тик ҳолда штативга ўрнатинг, реакция бошлангунча қиздиринг, сўнг қиздиришни тўхтатинг. Нима кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Нитрат кислотанинг оксидловчи ва қайтарувчи хоссалари** (иш мўрили шкафда бажарилади). а) Пробиркага мис қириндисидан солиниг ва унга концентрланган нитрат кислота қўшинг. Қандай газ ажралиб чиқаётганини аниқланг ва реакция тенгламасини оксидланиш ва қайтарилиш реакцияси асосида коэффициентларини белгилаб тўлиқ ёзинг.

б) Пробиркага 2 — 3 мл сульфат кислотанинг суолтирилган эритмасидан қўшинг ва устига 4 — 5 томчи калий перманганат ( $\text{KMnO}_4$ ) эритмасидан томизинг. Ҳосил бўлган эритмани натрий нитрит ( $\text{NaNO}_2$ ) эритмасига томчилатиб қўйинг. Калий перманганатнинг рангсизланишини кузатинг. Реакция қўйдаги схема бўйича боради:



Ушбу реакция тенгламасини оксидланиш ва қайтарилиш реакцияси асосида коэффициентларини белгилаб тўлиқ ёзинг.

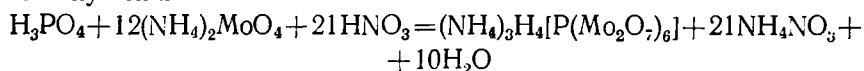


31-расм. Аммиак олиш.

## 28- лаборатория иши. Фосфор.

1. **Ортафосфат кислота ҳосил қилиш.** Кичкина бўлак қизил фосфорни пробиркага солиб, унга 2—3 мл суюлтирилган (1:1) нитрат кислота қўйинг. Фосфор эриб кетгунча қиздиринг. Нитрат кислотада фосфорни оксидланиш реакцияси тенгламасини ёзинг. Ҳосил қилинган эритмани кейинги ишга сақлаб қўйинг.

2.  $\text{PO}_4^{3-}$  иони учун сифат реакция. Олдинги ишда олинган эритмани икки пробиркага бўлинг. Бирига озгина аммоний молибдат  $((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4)$  тузи солиниг ва аста-секин қиздиринг, комплекс бирикма ҳосил бўлишини кузатинг:



Пробирканинг иккинчисига ишқорий реакция бўлгунча аммоний сульфат  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ , аммоний хлорид  $(\text{NH}_4\text{Cl})$  ва аммиак эритмасидан қўйинг.

Оқ кристалл чўкма  $\text{Mg}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$  ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. **Фосфат кислота тузлари.** а) Бирламчи, иккиламчи ва учламчи натрий фосфат эритмаларини қизил ва кўк лакмусли қоғоз билан текшириб кўринг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Учта пробирка олиб биринчисига  $[\text{Na}_3\text{PO}_4]$  эритмасидан, иккинчисига  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  эритмасидан, учинчисига  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  эритмасидан 0,5 мл дан қўйинг. Ҳар бирига 2—3 мл дан кальций хлорид  $(\text{CaCl}_2)$  қўшинг. Чўкма ҳосил бўлишини кузатинг. Фосфат кислотанинг кальцийли тузининг қайси бири сувда эрийди?

Реакция тенгламаларини ёзинг.

## 29- лаборатория иши. Сурьма, висмут

1. **Сурьма ва висмут гидроксидларининг хоссалари.** а) пробиркага 2—3 мл сурьма (III)-хлорид эритмаси ва унга оқ чўкма ҳосил қилгунча натрий гидроксид томизинг. Чўкма тушгандан сўнг эритмани тўкинг. Чўкмани иккита пробиркага бўлиб, биринчисига 2 н ли хлорид кислота, иккинчисига 2 н ли ишқор қўшинг. Чўкма эридимиз? Нима учун?

Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага 2—3 мл висмут нитрат эритмасидан солиб унга томчилаб оқ чўкма ҳосил бўлгунча натрий ишқори қўшинг. Чўкма тушгандан сўнг, эритмани тўкинг. Чўкмани иккита пробиркага бўлиб, бирига суюлтирилган нитрат кислота иккинчисига ишқор эритмасидан қўшинг. Қайси бирида чўкма эриб кетади? Изоҳланг ва реакция тенгламасини ёзинг.

2) Висмут (III)-хлорид, сурьма (II)-хлорид ва мишьяк (III) хлориднинг сув билан ўзаро реакциялари тенгламаларини ёзинг.

3) Қуйидаги тенгламаларнинг оксидланиш ва қайтарилиш жараёни асосида коэффициентларини белгилаб тўлиқ ёзинг. Қайси элемент оксидловчи, қайси элемент қайтарувчи эканлигини кўрсатинг:



- а)  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{AsO}_5 + \text{KCl}$   
 б)  $\text{Sb} + \text{KClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_2 + \text{KCl}$   
 в)  $\text{NaAsO}_2 + \text{J}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{HAsO}_4 + \text{NaJ}$   
 г)  $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{MnSO}_4$   
 д)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{HMnO}_4 + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_3$

2. Сурьма ва висмут тузларининг гидролизи. а) Сурьма (III)-хлорид кристалидан олиб сувда эритинг. Эритмани кўк лакмус билан текширинг. Кузатишларингизни изоҳлаб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Эритмага яна оз-оздан сув қуйинг. Оқ чўкма  $\text{SbOCl}$  ҳосил бўлишини кузатинг.

Гидролиз реакцияси тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг.

б) Пробиркага 2-3 мл висмут тузи эритмасидан қуйинг. Эритмани кўк лакмус қоғози билан текширинг.

Сўнгра пробиркага 1-2 томчи натрий хлорид қўшиб чўкма ҳосил бўлгунча оз-оздан сув қўшинг.

Гидролиз реакцияси тенгламасини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг.

V группанинг ёнаки группача элементлари. d-элементлар.

Д. И. Менделеевнинг химиявий элементлар даврий системасини V группасининг ёнаки группачасида ванадий V, ниобий Nb ва тантал Ta жойлашган. Булар d-элементлардир. Улар атомларининг ташқи элект-

15-жадвал

V группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

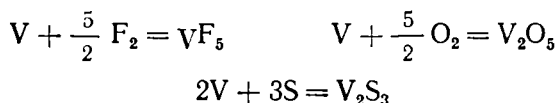
Хоссаси	V	Nb	Ta
Ер шарида тарқатиши мас. % миқдорда	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{24}$
Валент электрон конфигурацияси	[Ar] $3d^3 4s^2$	[Kr] $4d^3 5s^2$	[Xe] $4f^{14} 5d^3 6s^2$
Атом радиуси, нм	0,134	0,145	0,146
Ион радиуси, нм	0,040	0,068	0,068
Ионланиш потенциаллари, В			
$I_1: \text{Э} \rightarrow \text{Э}^+ + e^-$	6,74	6,88	7,88
$I_2: \text{Э}^+ \rightarrow \text{Э}^{2+} + e^-$	15,13	13,48	12,7
$I_3: \text{Э}^{2+} \rightarrow \text{Э}^{3+} + e^-$	30,31	24,7	22,27
$I_4: \text{Э}^{3+} \rightarrow \text{Э}^{4+} + e^-$	48,35	37,7	33,08
$I_5: \text{Э}^{4+} \rightarrow \text{Э}^{5+} + e^-$	68,7	51,9	44,8
$\Sigma^5, Z_1$ $i-1$	169,23	134,66	120,37
НЭМ	1,9	1,7	1,6
Суюқланиш температураси, °C	1900	2470	3000
Қайнаш температураси, °C	3400	4750	5500
Зичлиги г/см <sup>3</sup>	6,96	8,57	16,6
$E^0 (\text{Э}^{3+}_{\text{ма}} / \text{Э}), \text{В}$	-0,835	-1,099	—

рон поғонасида 2 тадан (ниобийда 1 та) электрон ва ташқаридан олдингисида 11 та (ниобийда 12 та) электрон бор. Бу элементлар +2, +3, +4, +5 оксидланиш даражасини намоён қилади. Уларнинг энг муҳим хоссалари 15-жадвалда келтирилган.

Эркин ҳолда ванадий оч кул ранг ниобий ва тантал эса қумуш ранг оқ ҳолда бўлади. Улар ҳавода ўзгармайди. Ванадий нитрат кислотада, ниобий ва тантал нитрат ва фторид кислота аралашмасида эрийди.

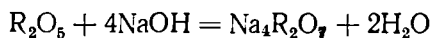
Бу металллар махсус пўлатларга қўшимча сифатида ва хилма-хил қотишмалар тайёрлашда ишлатилади.

Бу учала металл кукунга айлантирилган ҳолатда қиздирилганда га-логенлар, олтингургурт ва кислотод билан бирикади:



Бу элементлар кислотодда қиздирилганда  $R_2O_5$  таркибли оксидлар ҳосил қилади. Бундан ташқари ванадий асосли ( $VO_1 V_2O_3$ ), амфотер ( $V_2O_5$ ) ва кислотали оксид ( $V_2O_5$ ) ҳосил қилади.

$R_2O_5$  таркибли бирикмалар сувда, кислота ва ишқорларнинг сукултирилган эритмаларида яхши эрмайди. Ишқор таъсирида ванадат, ниобат ва танталатга айланади:



бу реакцияда  $R - V, Nb, Ta$ .

Бу элементлар турли хил қотишмалар, лампочкалар тайёрлашда, хирургияда, сунъий олмос олишда ишлатилади.

## XVIII БОБ. VI ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. VI ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ, р-ЭЛЕМЕНТЛАР

VI группанинг асосий группачасига кислотод ( $O_2$ ), олтингургурт (S), селен Se, теллур Te ва полоний  $P_0$  жойлашган. Бу элементлар атомларининг ташқи электрон қаватида  $ns^2np^4$  электронлар мавжуд.

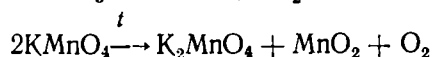
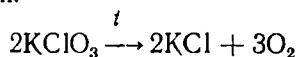
Кимёвий жиҳатдан бу группача металлмаслари V группа металлмасларига қараганда анча актив. Бу металлмаслар химиявий бирикмалар ҳосил қилишда ташқи квант қаватидаги электронлар сонини 8 га етказиб, барқарор қобиқ ҳосил қилишга интилади; улар—2 га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Бундан ташқари, бу группача элементлари металлмаслар билан бирикма ҳосил қилганда +6 га тенг оксидланиш даражага эга бўлади (кислотод бундан мустасно, у одатда—2 валентликдир). Кислотоддан полонийга ўтган сари металлмаслик хоссалар сусайиб, металллик хоссалар кучайиб боради (16-жадвалга қаранг),

Кислотод металлмаслар жумласига киради. У ер пўстлоғи массасининг 47,2 фоизни ташкил қилади. Кислотод эркин ҳолда ҳажм жиҳатдан ҳавонинг 21% ни ташкил қилади. Аммо кислотоднинг асосий массаси сув, тоғ жинслари, минераллар, ўсимлик, ҳайвонот организмлари таркибига киради.

## VI группанинг ассосий группача элементларининг энг муҳим хоссалари

	O	S	Se	Te
Ер шарига тарқалиши, мас. % микдорига	47,2	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Валент электрон кон- фигурацияси	[He] $2s^2 2p^4$	[Ne] $3s^2 3p^4$	[Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^4$	[Kr] $4d 5s^2 5p^4$
Атом радиуси, нм	0,066	0,102	0,116	0,135
Ион радиуси, нм	0,140	1,148	0,198	0,221
$\sum_{i=1}^4 B$	181,8	115,84	106,25	96,81
$\sum_{i=1}^6 B$	433,0	276,34	256,55	245,81
НЭМ	3,5	2,6	2,4	2,1
Қайнаш температура- си, $^{\circ}C$	-182,97	444,6	684,8	1087,0
Суюқланиш температу- раси $^{\circ}C$	-218,75	118,9	220,4	452,0
Зичлиги $г/см^3$	1,27	2,06	4,82	6,25
$E^{\circ}$ (Э—ма), В	—	—,48	-0,94	-1,143

Қислород саноатда ҳаводан ёки сувни электролиз қилиб олинади. Лабораторияда қислород бертоле тузи ёки калий перманганатни қиздириш йўли билан олинади:

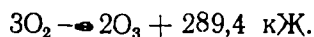


Қислород пўлат баллонларда 150 атм босим остида сақланади. У рангсиз, ҳидсиз, мазасиз газдир. Сувда кам эрийди: 100 ҳажм сув 3,1 ҳажм қислородни эрита олади (1 атм.  $20^{\circ}C$  да).

Қислород пайвандлашда, металлларни қирқишда, металлургияда, тиббиёт ва кимё саноатида ишлатилади.

Озон  $O_3$  қислороднинг аллотропик шакл ўзгариши ҳисобланади. У ўзига хос ҳидли, оч ҳаво ранг газ. Сувда қислородга нисбатан яхши эрийди (100 ҳажм сувда 45 ҳажм озон эрийди). Озон ҳаво таркибида оз микдорда учрайди, у момақалдироқ вақтида ҳосил бўлади.

Озон қислород орқали суёт электр разряд ўтказиш натижасида ҳосил бўлади:



Озон — кучли оксидловчи (чунки  $O_3 \rightarrow O_2 + O$ ). Озоннинг фотопарчаланиши унинг ҳосил бўлиш реакциясининг аксидир. Бу озоннинг ҳосил бўлиши ва парчаланишини циклик процессга айлантириб туради.

Қислород ҳатто юқори температурада ҳам кумуш билан реакцияга киришмайди, аммо озон кўмушни оксидлаб, кумуш пероксидга айлантиради.

Озон ҳавони, сувни дезинфекцияловчи восита сифатида ишлатилади.  
**Ҳавонинг таркиби ва хоссалари.** Ҳаво ер шарини қуршаб олган атмосферани ташкил этувчи газлар аралашмасидир.  
 Ҳаво таркиби 17- жадвалда келтирилган.

17- жадвал

Ҳавонинг таркибий қисми	Ҳажм жиҳатидан	Оғирлик жиҳатидан
	% билан	% билан
Азот	78,08	75,49
Қислород	20,95	23,19
Углерод (IV)- оксид	0,03	0,05
Инерт газлар	0,94	1,30

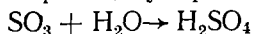
Ҳавонинг таркибий қисмлари одатда 3 гурпуага бўлинади: донмий, ўзгарувчан ва тасодифий.

Доимий компонентлари: азот, қислород, озон, нодир (инерт) газлар. Ўзгарувчан компонентлари эса сув буғидир. Тасодифий компонентлари чанг, аммиак, сульфит ангидрид, углерод (II) - оксид, водород сульфид ва азот оксидларидан иборат бўлиб, уларнинг миқдори маҳаллий шароитга боғлиқ.

Атмосфера ва атроф-муҳитга тарқалаётган моддалар аввалига оддий бўлиб кўринса-да, улар бир-бирига қўшилиб, қуёш нури, босим, температура, сув ва шу каби бошқа факторлар таъсирида катта ўзгаришларга сабаб бўлади. Қорхоналардан ажралиб, сувга ёки тупроққа қўшилиб атроф-муҳитни турли чиқиндилар ифлослантиради.

Атмосферанинг таркиби нисбий молекуляр массаси 90 км баландликкача ўзгармай қолади, ундан юқорида эса тез ўзгаради. Атмосфера таркибининг баландлик бўйича ўзгариши кимёвий ўзгаришлар билан боғлиқ бўлади. Қуёш нури таъсирида қислород молекулалари атомларга диссоциланади:  $O_2(g) + h\nu \rightarrow 2O(g)$ .

Атмосферада учраб турадиган олтингугурт бирикмалари вулқонли газлардан ажралади, органик бирикмалар бактериялар таъсирида чиришидан ҳосил бўлади. Катта шаҳар ва саноат районларида олтингугурт бирикмалари миқдорининг кўпайиб кетиши хавfli вазиятни туғдириши мумкин. Рудалар куйдириладиган ерларда ҳам  $SO_2$  миқдори кўпайиб кетади:  $2ZnS(k) + 3O_2(g) \rightarrow 2ZnO(r) + 2SO_2 \cdot SO_2$  га оксидланганда унинг зарари янада ортади. Атмосферадаги майда заррачалар катализатор ролини ўйнаб, бу жараён янада тезлашади. Ҳосил бўлган  $SO_3$  сув томчилари билан бирикиб, сульфат кислота ҳосил қилади:



Ёмғирда сульфат кислотанинг борлиги кўллардаги балиқларнинг камайиб кетиши ва умуман экологик занжирнинг бузилишига олиб келади.

Автомобиллардан ажралаётган газлар таркибида углерод (II)-оксид (CO) бор. У папирос тутунида ҳам анчагина миқдорда учрайди. Бу мода инсон қонидаги гемоглабин билан барқарор комплекс ҳосил қилганлиги сабабли хавfli туғдиради. Атмосферада CO миқдори кўпайган сари

қоннинг организмга кислород етказиб бериш хусусияти камайиб боради. Бу инсоннинг актив меҳнат фаолиятини сусайтиради, уни ланж қиладди. Меҳнат унумдорлигини камайтиради.

Мамлакатимизда, жумладан, Ўзбекистон жумҳурияти Олий Кенгаши (10.12.90) раёсати Жумҳурият давлат табиатни муҳофаза қилиш қўмитасини барпо этди.

Иттифоқ Конституциясининг 18-моддасида шундай дейилади: «Мамлакатда ҳозирги ва келажак авлодларнинг манфаатларини кўзлаб, ер ва ер ости бўлимларини, сув ресурсларини, ўсимликлар ва ҳайвонот дунёсини қўриқлаш ва улардан илмий асосда оқилона фойдаланиш, ҳаво ва сувни тоза сақлаш, табиий бойликларни узлуксиз кўпайтириб боришни таъминлаш ва инсоннинг атроф-муҳитини яхшилаш учун зарур чоралар кўрилади». Бу катта аҳамиятга эгадир.

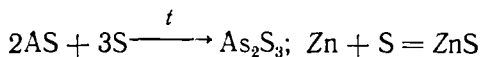
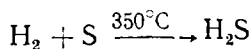
Келажакда барча кимё корхоналари чиқитсиз технология асосида ишлаши керак. Бу бўлажак инженерларимиз зиммасига юклатилади.

Ҳаво —  $140^{\circ}\text{C}$  ва 40 атм. босимда тиниқ суюқликка айланади. Уни Дюар идишида сақлаш мумкин. Суюқ ҳаво —  $192^{\circ}\text{C}$  да қайнайди: аввал асосан, азот (қайнаш температураси —  $196^{\circ}\text{C}$  учиб чиқади. Натигада анча тоза суюқ кислород қолади  $\text{O}_2$  нинг қайнаш температураси —  $183^{\circ}\text{C}$ ). Суюқ ҳавонинг техникада азот, кислород ва аргон ажратиблиши учун ишлатилиши ана шунга асосланган.

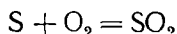
**Олтингургурт.** Ер пўстлоғини  $5 \cdot 10^{-2}\%$  ни ташкил этади. Унинг  $\text{FeS}_2$  — темир колчедани,  $\text{ZnS}$  — алдама рух,  $\text{PbS}$  кўргошин ялтироғи,  $\text{CuS}$  мис ялтироғи,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс),  $\text{BaSO}_4$  (оғир шпат) каби бирикмалари бор.

Олтингургурт бир неча аллотропик шакл ўзгариши ҳосил қиладди. Энг барқарори ромбик олтингургуртдир. У сариқ тусли, зичлиги  $d=2,07$  г/см<sup>3</sup> бўлган қаттиқ моддадир. У иссиқлик ва электр токни ёмон ўтказади, сувда эримайди, аммо органик эритувчилар (бензол, углерод (IV)-сульфидда) яхши эрийди.

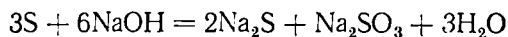
Олтингургурт оксидловчи сифатида таъсир этади, масалан:



У қайтарувчи бўлиши ҳам мумкин; бу ҳодиса олтингургурт актив металлмасларга таъсир этганда содир бўлади:

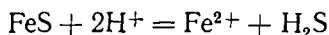
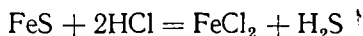


Олтингургурт қайноқ ишқор эритмасида диспропорция реакциясига учрайди, масалан:

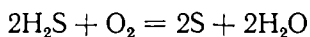
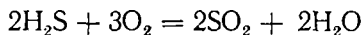


**Ишлатилиши.** Олтингургурт бўёқлар, углерод (IV)-сульфид, сульфат кислота олишда, гургурт, резина саноатида, қишлоқ хўжалиги экинларининг зараркунандаларига қарши курашда ишлатилади. Олтингургуртнинг водородли бирикмаси водород сульфид  $\text{H}_2\text{S}$  — вулқон газларида,

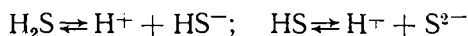
минерал сувларда учрайди. У оқсил моддалар чириганда ҳосил бўлади. Лабораторияда пиритга кислота таъсир эттириб олинади:



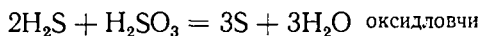
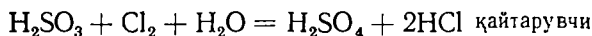
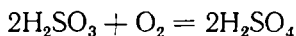
Водород сульфид рангсиз газ бўлиб, ундан палагда тухум ҳиди келади, заҳарли. У ҳавода оксидланади; ўзи кучли қайтарувчи, масалан:



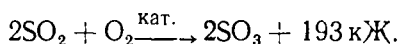
$\text{H}_2\text{S}$  нинг сувдаги эритмаси кислотали муҳит яратади, шунинг учун уни сульфид кислота дейилади. У кучсиз кислота ҳисобланади;



Олтингурутнинг кислородли бирикмаси сульфит ангидрид  $\text{SO}_2$  сульфат кислота олишда, жун ва ипак газламаларни оқартиришда, нефт саноатида мойларни тозалашда, мева ва сабзавотларни консервалашда ишлатилади; у ҳам оксидловчи ҳам қайтарувчи хоссалар намоён қилади:

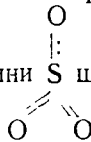


Сульфит ангидридни катализатор иштирокида кислород билан оксидлаб сульфат ангидрид олинади:



Суюқ  $\text{SO}_3$  +  $45^\circ\text{C}$  да қайнайди, +  $170^\circ\text{C}$  да кристалланади,  $d = 1,92 \text{ г/см}^3$  Сульфат ангидрид кучли оксидловчи. Агар фосфорга

текказилса ёниб кетади. Унинг структур формуласини S шаклида ёзиш

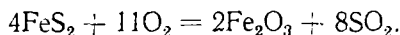


мумкин.

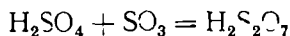
$\text{SO}_3$  сульфат кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  нинг ангидридидир.

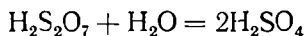
Сульфат кислота саноатда 2 хит йўлда: нитроза усули ва контакт усули билан олинади (хомашё  $\text{FeS}_2$ ).

Контакт усулда  $\text{H}_2\text{SO}_4$  олиш. Пирит  $\text{FeS}_2$  ёндирилиб  $\text{SO}_2$  олинади



Сўнгра контакт усулда у катализатор  $\text{V}_2\text{O}_5$  иштирокида  $\text{SO}_3$  га ўтказилади.  $\text{SO}_3$  ни 95 — 97% ли  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эригиб олеум  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  олинади.  $\text{SO}_3$  эса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эрибгина қолмай, балки у билан пиросульфат кислота  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  ҳосил қилади:





Нитроза усули:  $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$  реакцияга асосланган. NO кислород билан бирикиб, қайтадан  $\text{NO}_2$  га айланади:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

Сульфат кислота —  $\text{H}_2\text{SO}_4$  мойсимон, рангсиз суюқлик ( $t_{\text{кайн}} = 338^\circ$   
 $d = 1,84 \text{ г/см}^3$ )

$\text{H}_2\text{SO}_4$  икки негизли кучли кислота, оксидловчи, масалан:



Сульфат кислота нордон ва нормал тузлар ҳосил қилади. Тузлари сувда деярли эрмайди, у минерал ўғитлар, портловчи моддалар, бўёқлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

**Селен ва теллур.** Табиатда бирикмалар таркибида жуда оз миқдорда учрайди. Уларни сульфат кислота, мис ишлаб чиқарадиган завод чиқиндиларидан олинади. Селен ва теллур ҳаво таъсирига чидамли сув, кислота ва суюлтирилган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эрмайди. Концентрланган  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва ишқор эритмаларида эрийди.

Селеннинг электр ўтказувчанлиги ёруғлик таъсирида бир неча минг марта ошади. Шунинг учун кўпроқ радио-телевидения деталларини тайёрлашда ишлатилади.

### **30- лаборатория иши. Олтингургурт. Олтингургурт аллотропияси**

Тоза пробирка олиб, унга олтингургурт бўлакчасини солинг ва оҳиста қиздилинг. Қандай ҳодиса кузатилади? Қиздиришни давом эттиринг ва ҳарорат тахминан  $200^\circ\text{C}$  га борганда пробиркани тўнқаринг. Бунда пробирка ичидаги олтингургурт тўкилмаслиги керак. Қиздиришни яна давом эттирсангиз, у яна суюқланади. Ҳарорат тахминан  $440^\circ\text{C}$  га борганда олтингургуртни тезда совуқ сув солинган стаканга қўйсангиз стаканнинг тубида пластик олтингургурт ҳосил бўлганини кузатасиз. Кузатишларингизни изоҳланг.

**2. Моноклиник олтингургурт олиш.** Чинни тигелга олтингургурт солиб, оҳисталик билан қиздилинг. Олтингургурт суюлгач, қиздиришни тўхтатиб, секин созитинг. Эриган олтингургурт юзига қараб турсангиз идиш деворларида кристаллар ҳосил бўла бошлайди. Созиб улгурмаган олтингургуртни сув солинган бошқа тигель ёки стаканга қўйиб олинг. Идиш деворларида моноклиник фэрмада ҳосил бўлган олтингургурт кристалларига эътибор беринг.

**3. Ромбик олтингургурт олиш.** Тоза пробирка олиб унга углерод (IV)-сульфид солинг. Сўнг таёқча шаклидаги олтингургуртдан 2 — 3 дона солинг. Яхшилаб эриб кетгунча чайқатинг. Шунинг эътибори билан алангадан узоқроқда ўтказиш керак. Ҳосил қилинган олтингургуртнинг углерод (IV)-сульфиддаги эритмасидан соат ойнаси юзасига бир неча томчи томизинг. Углерод (IV)-сульфид буғлиниб кетгач, ромбик шаклдаги олтингургурт ҳосил бўлади. Бу тажрибани бен-

зол, толуол, хлорформ ва бошқа органик эритувчилар билан ҳам олиб бориш мумкин.

**4. Металл сульфидлар ҳосил қилиш.** 1) Тоза пробирка олиб оғзини юқорига қилиб штативга маҳкамланг. Сўнг ичига олтингугурт доналаридан солиб, қайнагунча қиздириг. Қайнаш натижасида пробирканинг юқори қисмида олтингугурт буғи ҳосил бўлади. Бу буғга миснинг лентасимон бўлагини тутинг. Миснинг шиддатли ёнишини ва мис (II)-сульфид ҳосил бўлишини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

2. 2 грамм олтингугуртга нисбатан ҳисоблаб чиқилган миқдорда тозаланган темир қириндисидан тортиб олинг. Иккаласини яхшилаб аралаштириб, тоза пробиркага солинг. Сўнгра қисқичга ўрнатиб пробиркани атрофлича иситиб олинг ва пробирка тубининг бир жойини қаттиқ қиздириг. Аралашма чўғлана бошлаши билан қиздиришни тўхтатинг. Чунки бу вақтда аралашма экзотермик жараён характерида бўлади. Шунинг учун ўз вақтида қиздиришни тўхтатилмаса пробирка ёрилиб кетиши мумкин. Ишнинг боришини ва темир сульфид ҳосил бўлишини кузатиб реакция тенгламасини ёзинг.

3. Олтига пробирка тайёрланг. Пробиркаларга қуйидаги ионлар туган туз эритмаларидан оз-оздан қуйинг:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{-}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2-}$ . Сўнг ҳар қайси пробиркага 1—2 мл аммоний сульфид эритмасидан қўшинг. Эритма ранги ўзгаришига ва чўкмаларнинг рангига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг.

4. Юқоридаги тажрибада қайси пробиркада чўкма ҳосил бўлган бўлса, шу чўкма устига хлорид кислотадан 3—4 мл қуйиб чўкмаларнинг эриш-эримаслигини кузатинг. Эриш жараёни борган ҳолатлар учун реакция тенгламасини ёзинг.

### **31- лаборатория иши. Сульфит ва сульфатлар.**

**1. Пиритдан сульфит ангидрид ҳосил қилиш.** Юқори ҳароратга чидамли тоза пробирка олиб, унга пирит ( $\text{FeS}_2$ ) солинг ва штативга қияроқ қилиб ўрнатинг. Уни аввал секин, сўнгра яхшилаб қиздириг. Пробирканинг юқори қисмида газ ажралиб чиқа болайди. Бу газ қандай газ эканлигини аниқланг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Сульфит кислотанинг қайтарувчи хоссаси.** 1. Тоза пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига сульфит кислота эритмасидан солиб, устига 3—4 мл бромли сув томизинг. Бораётган жараённи кузатиб реакция тенгламасини ёзинг.

2. Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  ҳажмида сульфит кислота олиб, устига концентрланган нитрат кислотасидан 4—6 томчи томизинг. Реакция боришини кузатиб. Реакция охирида сульфат кислота ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

3. Тоза пробиркага каллий бихромат эритмасидан олинг. Сўнг сульфат кислота эритмасидан томизиб кислотали муҳит ҳосил қилинг ва сульфит кислота эритмасидан солинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Сульфит кислотанинг оксидловчи хоссаси.**

Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига сульфит кислота эритмасидан олиб, устига хлорид кислота қўшиб, кислотали муҳит ҳосил қилинг ва 3—4



дона рух бўлакчасидан ташланг. Қандай газ ажралиши ва қандай чўкма ҳосил бўлишига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг.

### 32-лаборатория иши. Сульфатлар

1. Сульфат кислотанинг хоссаси. а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига концентрланган сульфат кислота солини ва ёғоч чўпи ботиринг. Чўп қорайиб кетади. Тажриба характерини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Икки пробиркага  $\frac{1}{3}$  ҳамда концентрланган сульфат кислота солини. Пробирканинг биринчисига рух бўлакчасидан, иккинчисига эса мис бўлакчасидан солиб, реакцияни дастлаб совуқда ва сўнгра бир оз қиздириш билан олиб боринг. Ишнинг боришига эътибор бериб, реакция рух билан олиб борилганда  $ZnSO_4$  ва  $SO_2$  ҳосил бўлишидаги реакция тенгламасини ёзинг. Мис билан эса фақат  $CuSO_4$  ва  $SO_2$  ҳосил бўлишига эътибор беринг.

в) Худди шу тажрибани рух ва мис металлари ўрнига олтингугурт ва кўмир билан такрорлаб ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзиб изоҳланг.

г) Пробиркада барий хлорид эритмасидан олиб, устига 3-4 мл суюлтирилган сульфат кислота қўшинг. Оқ рангли майда кристалл кўринишидаги барий сульфат чўкмаси ҳосил бўлишини кузатинг. Чўкmani эритмасидан ажратиш учун пробиркани қийшайтириб иложи борица эритмани бошқа идишга ажратиб олинг. Чўкmani  $HCl$  да эритиб кўринг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

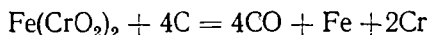
### 2-§. VI ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

#### (d-ЭЛЕМЕНТЛАР)

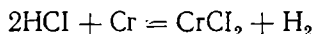
Бу группачага хром Cr, молибден Mo ва вольфрам W киради. Уларнинг ташқи кватида 6 тадан электрони бор:  $(n-1)d^{5-4}ns^{1-2}$ . Бу элементлар ўзгарувчан валентлик ва умуман фақат мусбат валентлик намоён қилади. Шу билан олтинчи группанинг асосий группачасидаги элементлардан фарқ қилади. Уларнинг энг муҳим хоссалари 18-жадвалда келтирилган.

**Х ром.** Табиатда хромли темиртош  $Fe(CrO_2)_2$  таркибида (Уралда, Қозоғистонда ва бошқа жойларда) учрайди.

**Олиниши.** Асосан хромли темиртошга углевод таъсир этириб олинади:



Хрсм — кумуш рангли, қийин сукқланидиган металл. Ҳавода ўзгармайди. Суюлтирилган хлорид кислотада эриб туз ҳосил қилади.



Унинг икки валентлик тузлари беқарор, ҳавода тез оксидланади.

Хром нитрат кислотада эримайди, бу кислота билан ишлов берилса металл сиртидаги парда эйчлашиб хром пассив бўлиб қолади. Юқори

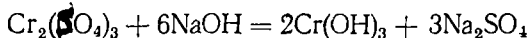
## VI группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

Хоссаси	Cr	Mo	W
Ер шарига тарқалиши мас, % миқдорига	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Валент электрон конфигурацияси	[Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	[Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 5s <sup>2</sup>
Атом радиуси, нм	0,035	0,065	0,069
Ионланиш потенциаллари			
I <sub>1</sub> : Э → Э <sup>++</sup> + e <sup>-</sup>	6,8	7,1	8,0
I <sub>2</sub> : Э <sup>+</sup> → Э <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	16,5	16,1	14,1
I <sub>3</sub> : Э <sup>2+</sup> → Э <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	31,0	27,1	24,1
I <sub>4</sub> : Э <sup>3+</sup> → Э <sup>4+</sup> + e <sup>-</sup>	49,6	46,4	35,5
I <sub>5</sub> : Э <sup>4+</sup> → Э <sup>5+</sup> + e <sup>-</sup>	73,0	61,2	47,7
I <sub>6</sub> : Э <sup>5+</sup> → Э <sup>6+</sup> + e <sup>-</sup>	90,6	68,0	61,0
$\sum_{i=1}^n Z_i$	267,5	225,9	180,4
НЭМ	1,6	1,8	1,7
Суюқланиш температураси	1875	2620	3395
Қайнаш температураси, °С	2680	4630	5680
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	7,19	10,22	19,35
E°(E <sub>3-ма</sub> <sup>3+</sup> ), В	-0,744	-0,20	—

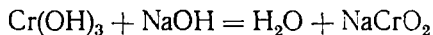
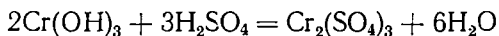
температурада кислородда ёнади, F<sub>2</sub>, S, N<sub>2</sub>, C, S: билан реакцияга киришади. Хром феррохром тарзида пўлатнинг хилма-хил навларини (жуда пухта конструкцион пўлатлар, оловбардош пўлатлар) ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

Хром бирикмалари. Хром билан кислород CrO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO<sub>3</sub> ни ҳосил қилади.

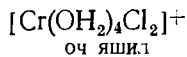
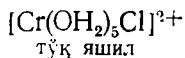
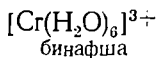
Хром (III)-оксид Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> қийин суюқланадиган, яшил тусли модда. Ундан яшил ранг бўёқ тайёрланади. У сувда ҳам, кислотада ҳам эримайди. Бу оксидга мувофиқ келадиган гидроксид Cr(OH)<sub>3</sub> дир. Уни Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> га ишқор таъсир эттириб олинади:



Cr(OH)<sub>3</sub> — амфотер гидроксид. У ишқор ва кислота билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:

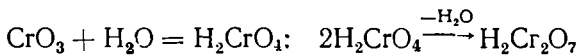


Хром тузларининг эритмалари яшил ёки бинафша тусли бўлади. Бунинг сабаби эритмаларда турли комплекс ионлар ҳосил бўлишидир:

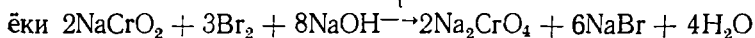
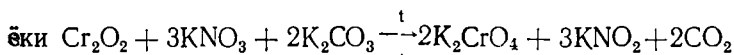
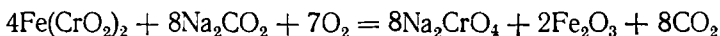


3 валентли хром қўш ва комплекс бирикмалар ҳосил қилишга мойил, масалан: KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O (қўштуз хромли ачиқтош). У газламаларни бўйишда, териларни ошлашда ишлатилади.

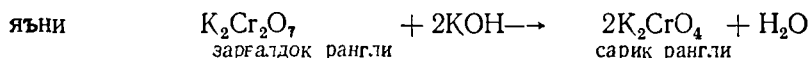
CrO<sub>3</sub> — тўқ қизил рангли модда, типик кислотали оксид. Унга хромат кислота H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> ва бихромат кислота H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> тўғри келади.



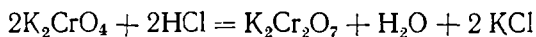
Бу кислоталар фақат сувдаги эритмаларда мавжуд.  
Уларнинг тузлари қуйидагича олинади:



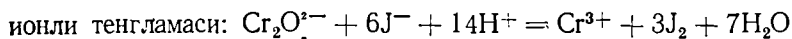
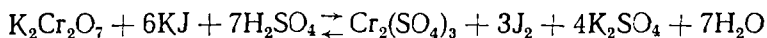
Эритмаларда хромат ва бихромат мувозанатда бўлади:



Демак, эритмада кислотали муҳит бўлса, хромат ион  $\text{CrO}_4^{2-}$  бихромат ион  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  га айланади, ишқорий бўлса, аксинча  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ион  $\text{CrO}_4^{2-}$  ионга айланади:



Хроматлар ва бихроматлар кучли оксидловчилардир, масалан:



Калий ва натрий бихромат одатда, хромпик деб аталади ва кўн ҳамда лак-бўёқ саноатида ишлатилади

**Молибден** тарқоқ элемент, энг муҳим бирикмаси  $\text{MoS}_2$  молибден ялтироғидир. Молибден олиш учун руда куйдирилади, ҳосил бўлган  $\text{MoO}_3$  водород билан қайтарилади:  $\text{MoO}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{Mo} + 3\text{H}_2\text{O}$

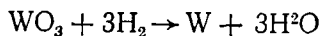
Молибден — кумуш рангли, қаттиқ металл. У одатдаги температурада барқарор, юқори температурада кислород билан бирикиб  $\text{MoO}_3$  ни ҳосил қилади. Молибденга хлорид ва сульфат кислота, ишқор эритмалари таъсир этмайди.

У  $\text{HNO}_3$  ва конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  да эрийди, Молибдендан ясалган сим юқори ( $1600^\circ$ ) температура ҳосил қилиш учун мўлжалланган печларда ишлатилади. Молибден — радиотехникада, рентген техникада ишлатилади. Унинг қотишмалари махсус пўлатлар таркибига киради.

Молибден + 2 дан + 6 га қадар оксидланиш даражаларини намоён қилади. Унинг + 6 га тенг оксидланиш даражага мувофиқ бирикмалари жуда барқарордир.

Унинг асосий оксиди  $\text{MoO}_3$  сувда кам эрийдиган, оқ тусли кукун бўлиб, унга молибдат кислота  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  мувофиқ келади. Бу кислотанинг тузлари молибдатлар деб аталади.

**Вольфрам.** Табиатда вольфрам шеелит номли минерал  $\text{CaWO}_4$  ва вольфрамит  $x\text{FeWO}_4 \cdot y\text{MnWO}_4$  кўринишида учрайди. Вольфрам олиши учун руда  $\text{WO}_3$  га айлантирилади, сўнгра уни водород билан қайтарилади:



Вольфрам оч кул ранг-оқ түсли металл, зичлиги  $d = 19,35 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси  $3395^\circ\text{C}$ . Одатдаги шароитда барқарор, аммо  $900^\circ\text{C}$  дан юқорида оксидланиб  $\text{WO}_3$  ни ҳосил қилади. Юқори температурада  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{C}$  билан реакцияга киришади. Вольфрам (VI) оксидга  $\text{H}_2\text{WO}_4$  вольфрамат кислота мувофиқ келади. Унинг тузлари вольфраматлар дейилади.

Вольфрам кислоталар билан реакцияга киришмайди, аммо оксидловчилар иштирокида ишқор билан реакцияга киришиб, вольфраматларга ўтади:  $\text{W} + 3\text{NaNO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{NaNO}_2$

Вольфрам лампочканинг чўғланма толалари, спираллар, радио асбоблари ишлаб чиқаришда ишлатилади. Махсус пўлатлар таркибига киряди.

### 33-лаборатория иши. Хром

**Хром гидроксидининг амфотер хоссасини аниқлаш.** Пробиркада хромнинг уч валентли тузи эритмасидан олиб, унга суюлтирилган ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Чўкма ҳосил бўлгандан сўнг чўкмани эритмаси билан иккига ажратиб; бир қисмига хлорид кислота, иккинчи қисмига эса ишқор эритмасидан қўшинг. Чўкмани рангига ва унинг эриб кетишига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Хромнинг уч валентли ионига реакция.** Иккита тоза пробиркага хромнинг (III) валентлик тузи эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага аммоний сульфид, иккинчисига эса сода эритмаси таъсир этгиринг. Қандай ҳодиса кузатилади? Қилинган тажрибани изоҳлаб беринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**Уч валентли хромни оксидлаш.** а) Пробиркада хром (III) тузи эритмасидан олиб устига ўювчи ишқор эритмасидан қўйинг. Эритмани яхшилаб аралаштиринг ва бромли сув қўшинг. Эритманинг ранги ўзгаргунча қиздириг. Бораётган жараённи кузатиб реакция тенгламасини ёзинг.

б) Худди шу тажрибани бромли сув ўрнига водород пероксид билан қайтаринг. Аралашмани қиздиришни олов ранг эритма-тўқ сариққа ўтгунча давом эттиринг. Ишнинг боришини кузатинг, реакция тенгламасини ёзинг.

**Хромат ( $\text{CrO}_4$ ) ионининг бихромат ( $\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ионига ўтиши.**

1) Тоза пробиркада калий хромат эритмасидан олинг ва устига тенгликдорда суюлтирилган сульфат кислотадан қўшинг. Эритма рангининг ўзгаришига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Биринчи тажриба асосида ҳосил қилинган калий бихромат эритмасини олиб, устига ўювчи ишқор эритмасидан қўшинг. Реакциянинг боришига ва эритма рангининг ўзгаришига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг. Қилинган ишларга асосан хромат ( $\text{CrO}_4$ ) ва бихромат ионларининг қайси шароитда барқарор эканини изоҳланг.

**Хромат кислотанинг тузини ҳосил қилиш.** Учта тоза пробирка олиб, аларнинг ҳар бирига барий, қўроштин ва кумуш тузлари эритмасидан олинг. Сўнгра ҳар қайси пробиркага калий хромат тузи эритмасидан

қўйинг. Ишнинг боришига ва ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангига эътибор бериб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Хромнинг калийлик ачиқтошини олиш.** Стоканчага 1 г майдаланган калий бихромат туздан тортиб олинг ва 10 мл дистилланган сувда эритинг. Эритма устига концентранган сульфат кислота қўшинг. Аралашмани аввал уй ҳароратида совитинг. Сўнг муз солинган совитгичга ўрнатиб 1 мл спирт қўшинг. Ҳосил бўлган эритмани аста-секин буғлатинг. Сўнг кристалл (хромнинг калийли ачиқтоши) ҳосил бўлишини кутинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

## XIX боб VII ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. VII ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ, (P-ЭЛЕМЕНТЛАРИ)

VII группанинг асосий группачаси элементларига фтор (F), хлор (Cl), бром (Br), йод (J<sub>2</sub>) ва аstat (At) киради. Бу группача элементлари *галогенлари* деб аталади. Галоген сўзи — туз ҳосил қилувчи, деган маънони билдиради, яъни улар металллар билан бевосита бирикиб туз ҳосил қилади. Галогенлар атомларининг сиртқи квант қаватида еттига электрон  $n5^2np^5$  бўлади. Уларнинг атомларида электронга мойиллик катта бўлганлигидан ўз бирикмаларида — I га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Демак, галогенлар жуда актив металлмаслардир. Фақат фтор — I га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Қолган галогенларнинг оксидланиш даражалари — I дан +7 гача бўлади. Бром ва аstatнинг юқори мусбат валентлиги +5 га тенг. Фторнинг электр манфийлиги катта бўлганлиги учун ўз бирикмаларида мусбат

19-жадвал

VII Группанинг асосий группача элементларининг энг муҳим хоссалари

Хоссаси	F	Cl	Br	J
Валент электрон конфигурацияси	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>
Атом радиуси, нм	0,064	0,099	0,114	0,133
Ион радиуси, нм	0,133	0,181	0,196	0,220
Атом қутби, нм <sup>3</sup>	0,4	2,3	3,3	5,1
Боғ узунлиги, нм	0,142	1,139	0,228	0,267
Г <sub>2</sub> Боғнинг куч константаси н/м	718,5	329,2	246,3	173,4
I, В	174,4	13,0	11,8	10,5
Электронга мойиллиги, к/Ж/моль	—339,13	—355,88	—330,76	—301,67
НЭМ	3,9	3,1	2,9	2,6
E <sup>0</sup> (г <sup>0</sup> /г), В	2,87	1,36	1,07	0,54
Суюқланиш температураси, °С	—187,7	—100,9	—7,2	113,5
Қайнаш температураси, °С	—220,6	—34,2	58,8	184,5
Δ H <sub>суюл</sub> к/Ж/моль	0,51	0,41	10,60	15,66
Δ H <sub>қайн</sub> к/Ж/моль	6,55	20,42	30,31	41,82
Қаттиқ модда зичлиги, г/см <sup>3</sup>	1,3	1,8	3,4	4,4
Г <sub>2</sub> нинг диссоциланиш рК—Сн	2,4	6,8	4,5	2,6

валентли бўлмайди. Фтордан аstatга ўтилган сари галогенларнинг металлмаслик хоссалари заифлашиб боради. 19-жадвалда галогенларнинг муҳим хоссалари келтирилган.

### Табиатда галогенлар. Галогенларнинг олиниши, хоссалари ва ишлатилиши

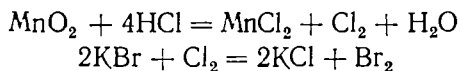
Галогенлар табиатда фақат бирикмалар таркибида учрайди. Масалан, фтор  $\text{CaF}_2$  флюорит,  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{F}_2$  апатит,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  криолитда, хлор —  $\text{NaCl}$  ош тузи, баъзи нефть қудуқлари сувида, йод денгиз сув ўтларида,  $\text{Vg}$  денгиз сувида ( $\text{MgVg}_2$ ) бўлади.

Astatнинг табиатда борлиги уран ва торийнинг радиоактив емирилиши маҳсулотлари таркибида аниқланган.

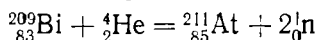
Эркин галогенлар уларнинг манфий зарядланган ионларини оксидаб олинади.

Саноатда фтор элементнинг суюқлантирилган тузларининг  $\text{HF}$  билан ( $\text{KF} + 2\text{HF}$ ) аралашмасини  $70^\circ\text{C}$  да электролиз қилиб, хлор эса  $\text{NaCl}$  (ёки  $\text{KCl}$ ) нинг сувдаги эритмасининг электролизидан олинади.

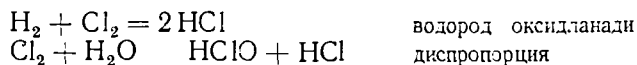
Лабораторияда хлор ва бром қуйида келтирилган реакциялар асосида олинади:



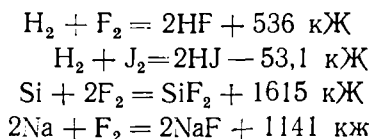
Astat ҳосил қилиш учун ядро реакциясидан фойдаланилади:



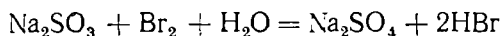
Фтор рангсиз газ, хлор сарғиш-яшил тусли газ, бром қизғиш-қўнгир сукқлик, йод қорамтир-бинафша тусли қаттиқ кристалл модда. Галогенлар нафас йўлини яллиғлайди. Улар сувда анча ёмон, органик эритувчилар (спирт, эфир, бензол, хлороформ) да яхши эрийди. Галогенлар эркин ҳолатда кучли оксидланувчилардир, масалан:



Галогенлар металллар ва металлмаслар билан реакцияга киришади:



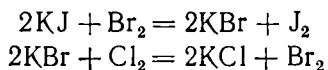
Галогенлар баъзи мураккаб моддалар билан реакцияга киришганда оксидловчилик хоссалар намоён қилади:



Фтор сув билан шиддатли реакцияга кириб, кислород атомларини сиқиб чиқаради:  $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HF} + \text{O}$

Галогенларнинг тартиб номери ортиб борган сари уларнинг оксидловчилик хоссаси камаяди. Шунинг учун ҳар қайси галоген даврий

системада ўзидан пастда турган галогенни унинг бирикмасидан сиқиб чиқара олади:



Фтор температурага, кимёвий реакцияларга чидамли полимер моддалар олишда ишлатилади. Хлор  $\text{HCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{HClO}_3$  ишлаб чиқаришда, газламаларни оқартиришда, водопровод сувини тозалашда, органик моддаларни синтез қилишда, полимер моддалар олишда ишлатилади.

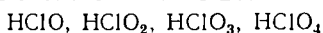
Бром ва йоддан дори препаратлар тайёрлашда фойдаланилади.

**Галогенларнинг кислородли бирикмалари.** Галогенлар кислородга бевосита таъсир этмайди, шунинг учун галогенларнинг кислородли бирикмалари бавосита усулда олинади. Бу моддалар анча барқарор бўлиб, улар кучли оксидловчилик хоссага эга. Фторнинг  $\text{OF}_2$ ,  $\text{O}_2\text{F}_2$  таркибли бирикмалари олинган. Улар жуда кучли оксидловчилардир.

Қуйидаги жадвалда хлорнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмаларининг формулалари келтирилган:

Оксиднинг номи ва формуласи	Хлор (I) оксид $\text{Cl}_2\text{O}$	— ( $\text{Cl}_2\text{O}_3$ )*	Хлор (IV)-оксид $\text{ClO}_2$	— ( $\text{Cl}_2\text{O}_5$ )	Перхлорат ангидрид $\text{Cl}_2\text{O}_7$
Кислотанинг номи ва формуласи	гипохлорит кислота $\text{HClO}$	хлорит кислота $\text{HClO}_2$	—	хлорат кислота $\text{HClO}_3$	перхлорат кислота $\text{HClO}_4$

Кислотанинг кучи ортиб боради (чапдан ўнгга ўтганда).

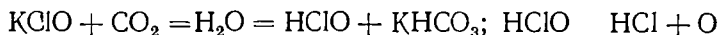


кислотанинг оксидловчилик активлиги ортиб боради (ўнгдан чапга ўтганда).

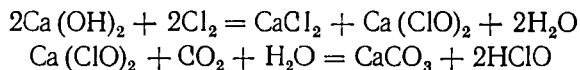
Кислотадаги галогеннинг валентлиги ортиб бориши билан кислотанинг кучи ортади.

Хлорид кислота тузи билан гипохлорит кислота тузи аралашмасининг сувдаги эритмаси Жавел суви деб аталади ва бу қўштуз матоларни, ип газламаларни оқартириш учун ишлатилади.

Гипохлорит кислота тузининг оқартириш хоссаси қуйидаги реакцияга асосланган:



Оқартириш, шунингдек, дезинфекция қилиш учун хлорли оҳак кенг ишлатилади, бу модда  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  га  $\text{Cl}_2$  таъсир эттириб олинади:



(Қавс ичидаги оксидлар амалда олинган эмас).

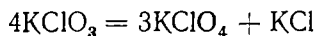
Гипохлоритлар қиздирилганда парчаланиб, хлоратлар ҳосил бўлади:



Ишқорнинг қайноқ эритмасига хлор юборилса, Бертоле тузи ҳосил бўлади:



Бертоле тузи  $\text{KClO}_3$  гугурт саноатида ишлатилади. Ундан пиротехникада ҳам фойдаланилади. Бертоле тузини  $\text{MnO}_2$  билан қўшиб қиздирилса, у парчаланиб кислород ажралиб чиқади.  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ . Агар катализаторсиз қиздирилса, калий перхлорат ҳосил бўлади:

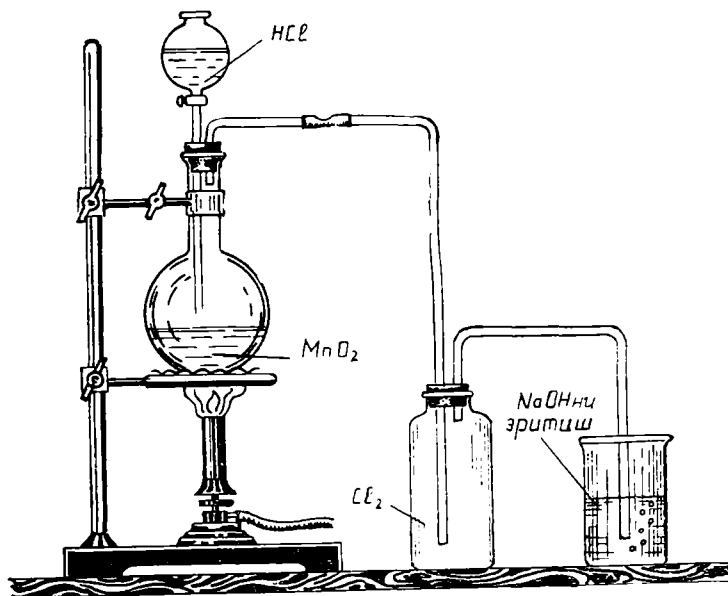


Калий перхлорат  $\text{KClO}_4$  портловчи моддалар тайёрлашда ишлатилади:

### 34- Лаборатория иши. Хлор

#### 1. Хлорнинг олиниши.

Таги юмалоқ колбага калий перманганат тузидан солинг. Томчилатгич воронкага эса концентрланган хлорид кислота эритмасидан солиб, 32-расмда кўрсатилганидек асбоб йиғинг. Биринчи ювгич склянкага сув солинган бўлиши керак. Чунки реакция натижасида ҳосил бўлган хлорни аралашмасидан тозалаб туриш зарур. Иккинчисига эса концентрланган сульфат кислота солинади ва ажралиб чиқаётган газни қуриштириш мақсадига асбобга уланади. Газ, яъни хлор ҳосил қилиш



32- расм. Хлор газининг олиниши.



зарур бўлганда воронка жўмраги аста-секин очилади, натижада калий перманганат билан концентранган хлорид кислота ўртасида реакция кетиб, эркин ҳолда хлор ажралиб чиқади. Газ рангига эътибор беринг. Қилинган тажрибанинг реакция тенгламасини ёзинг.

**2. Металларнинг хлорда ёниши.** Хлор билан тўлдирилган цилиндр ичига газ горелкасида қиздирилган мис сим дастасини туширинг. Миснинг хлорда ёнишини кузатинг. Идиш совигандан сўнг устидан сув қуйинг ва эритманинг ранги қандай ҳолатга ўтганини кузатинг. Қилинган ишнинг реакция тенгламасини ёзинг.

**3. Хлорли сув ва унинг хоссаси.** 10 мл дистилланган сувни хлорга тўйинтиринг. Ҳосил бўлган хлорли сувнинг хусусиятини ўрганинг.

а) Хлорли сувни лакмус билан синаб кўринг. Хлорнинг сувда эриш реакцияси тенгламасини ёзинг.

б) Учта пробирка олиб, уларнинг бирига  $\frac{1}{3}$  қисм индиго, иккинчисига фуксин, учинчисига эса бинафша тусли сиеҳ қўшинг. Сўнг ҳар бир пробиркага хлорли сувдан оз-оздан қўшиб, чайқатинг. Эритмаларнинг рангсизланишини кузатинг.

в) Пробиркага қумуш нитрат эритмасидан 3—4 мл олиб, устига хлорли сув қўшинг. Чайқатинг. Чайқатиш натижасида хлорли сувнинг ҳиди йўқолиш сабабини тушунтириб беринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

### **35-Лаборатория иши. Бром, йод**

**Бром ва йоднинг олинishi (Тажриба мўрили шкафта олиб борилади).** Лабораторияда бром ва йод олиш учун уларнинг тузларидан олиб сульфат кислота таъсир эттирилади. Реакцияни тезлатиш ва йод ҳамда бром оксидланиб қолмаслиги учун аралашмага марганец (IV)-оксид қўшилади.

1) Пробиркада калий бром кристалларидан 3—4 г олиб, уни 2 г марганец (IV)-оксид билан аралаштиринг. Пробиркани штативга маҳкамлаб, 2—3 томчи сульфат кислота томизинг, сўнг бир оз қиздиригинг. Қизил-қўнғир рангли бром буғи ажралиб чиқишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2) Пробиркага калий бром тузи кристаллари ўрнига калий йод кристалларидан олиб, ишни юқоридаги тартибда такрорланг. Реакция натижасида бинафша рангли йод буғи ҳосил бўлишини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

3) Иккита пробирка олиб, бирига калий бромнинг концентранган эритмасидан, иккинчисига эса калий йоднинг концентранган эритмасидан 10 мл дан солинг. Ҳар қайси пробиркадаги эритмага хлорли сув томизинг. Биринчи пробиркада қўнғир қизил, иккинчисида эса қўнғир ранг ҳосил бўлишини кузатинг. Иккинчи пробиркада эркин йод ҳосил бўлганини билиш учун эритмадан бошқа пробиркага 5 мл олиб крахмал клейстеридан томизинг. Кўк ранг пайдо бўлади. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламаларини ёзиб изоҳлаб беринг.

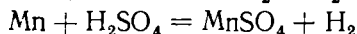
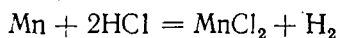
## 2-§. ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ. МАРГАНЕЦ ГРУППАЧАСИ

Марганец Mn, технеций Tc, рений — Re VII группанинг *d*-элементлари бўлиб, уларнинг ташқи электрон қаватида 7 тадан валент электронлари бор:  $(n - 1) d^5 n s^2$ . Марганец ўз бирикмаларида +1 дан +7 тагача, технеций +2 дан +7 гача, рений +1 дан +7 гача оксидланиш даражалар намоён қилади. Рений группачадаги манфий валентликка эга бўлган ягона элементдир. Марганец Ер пўстлогини  $9 \cdot 10^{-2} \%$  ни ташкил этади. Уни алюминотермия усулида олинади:

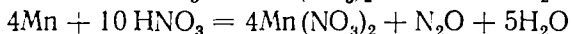
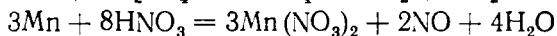
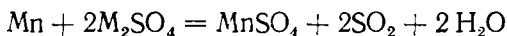


Mn, Tc ва Re ning энг муҳим хоссалари 20-жадвалда келтирилган.

Марганец ҳавода, сувда ўзгармайди, аммо майин кукун ҳолида ҳавода ўз-ўзидан ўт олиб кетади. Хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислотада эриб, туз ҳосил қилади:



Концентрланган сульфат ва нитрат кислотада эриб, туз ва сув ҳосил қилади:



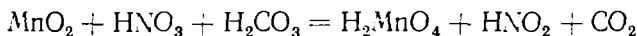
Кукун ҳолидаги марганец қиздирилганда  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ , S, Si, C, P билан ўзаро реакцияга киришади.

Марганец пўлатга қўшилса пўлатнинг қаттиқлиги, пухталиги ортади, бундай пўлатлар темирўл рельслари, экскаваторлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

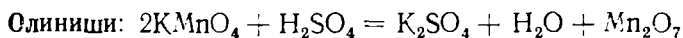
Марганец хи.ма-хил рангдор қотишмаларнинг коррозияланмаслик хусусиятини ошириш мақсадида уларга қўшилади. Манганин деб аталадиган қотишма (13 % Mn, 4 % Ni, 83 % Cu) муҳим аҳамиятга эга. Температуранинг ўзгариши марганецнинг электр ўтказувчанлигига деярли таъсир этмайди, шунинг учун марганец симидан қаршилик ғалтаклари тайёрланади.

**Марганец бирикмалари.** Марганец кислород билан ҳосил қилган оксидларидан MnO ва  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  асос хоссаларга эга,  $\text{MnO}_2$  эса амфотер хоссага эга.  $\text{MnO}_3$  (бу оксид эркин ҳолда олинмаган) манганат кислота  $\text{H}_2\text{MnO}_4$  нинг ва  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  перманганат кислота  $\text{HMnO}_4$  нинг ангидридларидир. Марганецнинг юқори оксидларини қайтариш ёки  $\text{MnCO}_3$  ни қаттиқ қиздириш билан MnO (манган (II)-оксид) олиш мумкин.

$\text{MnO}_2$  кучли оксидловчилар билан реакцияга киришганда қайтарувчи вазифасини бажаради:



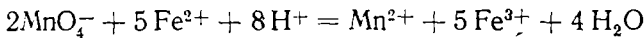
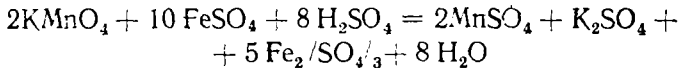
$\text{Mn}_2\text{O}_7$  — перманганат ангидрид оч яшил — қўпгир, мойсимон суюқлик.



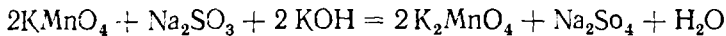
## VII группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

	Mn	Te	Re
Ер шарда тарқалиши, мас. % миқдорда	$9 \cdot 10^{-2}$	—	$1 \cdot 10^{-7}$
Валент электрон конфигурацияси	[Ar] $3d^5 4s^2$	[Kr] $4d^5 5s^2$	[Xe] $4f^{14} 5d^5$
Атом радиуси, нм	0,130	0,130	$6s^{20}, 137$
Ионланиш потенциаллари			
$I_1: \text{Э} \rightarrow \text{Э}^+ + e^-$	7,4	7,28	7,87
$I_2: \text{Э}^+ \rightarrow \text{Э}^{2+} + e^-$	15,64	15,26	13,2
$I_3: \text{Э}^{2+} \rightarrow \text{Э}^{3+} + e^-$	33,7	20,3	26,0
$I_4: \text{Э}^{3+} \rightarrow \text{Э}^{4+} + e^-$	53,4	43,5	37,7
$I_5: \text{Э}^{4+} \rightarrow \text{Э}^{5+} + e^-$	76,0	59,2	50,0
$I_6: \text{Э}^{5+} \rightarrow \text{Э}^{6+} + e^-$	100,7	76,2	64,564
$I_7: \text{Э}^{6+} \rightarrow \text{Э}^{7+} + e^-$	119,24	94,1	79,0
$\sum_{i=1}^7 I_i, \text{ Z, B}$	406	325	279
НЭМ	1,5	1,9	1,9
Суюқланиш температураси, °C	1244	2200	3180
Қайнаш температураси, °C	2080	4600	5600
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	7,44	11,49	21,04
$E^\circ (\text{Э} - \text{МА}), \text{ B}$	-1,18	0,4	0,3

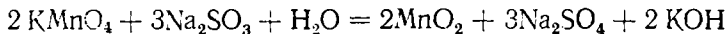
Қиздирилганда портлаш билан парчаланadi:  $2\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow 4\text{MnO}_2 + 3\text{O}_2$  Сув таъсиридан перманганат кислота  $\text{HMnO}_4$  га ўтади:  $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HMnO}_4$ . У фақат сувли эритмада мавжуд. Жуда кучли кислота. Унинг ўзи ҳамда унинг тузлари (масалан,  $\text{KMnO}_4$ ) кучли оксидловчи ҳисобланади. Кислотали муҳитда марганец ўзининг оксидланиш даражасини +7 дан +2 га ўтказadi, масалан:



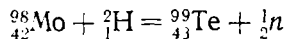
Ишқорий муҳитда Mn нинг оксидланиш даражаси +7 дан +6 га ўтади, масалан:



Нейтрал муҳитда: Mn нинг оксидланиш даражаси +7 дан +4 га ўтади:



**Технеций ва рений.** Технеций дастлаб 1937 йилда молибденга дейтерий таъсир эттириб олинган:



Ҳозир эса ураннынг парчаланишидан олинади. Рений эса мис ва молибден — вольфрам ишлаб чиқариш чиқиндиларини бойитилган концентратидан олинади:  $2\text{KReO}_4 + 7\text{H}_2 = 2\text{KOH} + 2\text{Re} + 6\text{H}_2\text{O}$

Те ва Re нинг  $Mn^{2+}$  га ўхшаш ионлари бўлмайди. Фақат бир неча комплекс бирикмалардагина Те ва Re + 2 га тенг оксидланиш даража намоён қилади. Улар фақат бир неча катион ҳосил қилади.

Те ва Re ўз бирикмаларида + 4 ва + 5 га тенг оксидланиш даражаларга эга; оксобирикмаларида эса фақат беш валентли бўлади.  $TeO_4^-$  ва  $ReO_4^-$  таркибли оксо-ионлар  $MnO_4^-$  га қараганда хийла заиф оксидловчилардир. Те нинг барча изотоплари радиоактивлик намоён қилади. Re 30 % ли  $H_2O_2$  да эрийди.

### 36- лаборатория иши. Марганец

**Марганец гидроксиднинг олиниши.** а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмигача

марганецнинг икки валентли тузи эритмасидан қўйиб, унга шунча ҳажмда ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Чўкма аввал оқ бўлиб, ҳавода туриши билан аста-секин қўнғирлашади. Бунинг сабабини тушунтириб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккита тоза пробиркада юқоридаги тартиб билан тажриба олиб бориш асосида марганец гидроксид ҳосил қилинг. Биринчи чўкмали пробиркага хлорид кислота эритмасидан, иккинчи пробиркага натрий ишқори эритмасидан қўшинг. Ишнинг боришини кузатинг. Иккита пробиркада чўкманинг эриш ёки эримаслигини кузатиб, марганец (II)-гидроксиднинг хоссаси устида фикр юритиб, қилинган ишнинг реакция тенгламасини молекуляр ва ионли шаклларда ёзинг.

**Икки валентли марганецнинг оксидланиши.** а) Пробирканинг ярмигача марганец икки валентли тузининг эритмасидан қўйиб, устига натрий ишқори эритмасидан қўшинг ва бромли сувдан солинг. Аралашма бир оз қиздирилса, чўкма қўнғирлашади. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Худди юқоридаги тажрибада олинган миқдорда марганецнинг икки валентли тузи эритмасидан олиб, суюлтирилган сульфат кислотадан 3 — 4 мл қўшиб, кислотали муҳит ҳосил қилинг. Сўнгра кумуш нитрат эритмасидан 1 — 2 томчи томизинг ва 2 г аммоний персульфат кристалларидан ташлаб, пробиркани қиздириг. Эритманинг ранги ўзгаришига эътибор беринг. Кумуш нитрат нима учун қўшилишини тушунтириб, реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркада 3 — 4 г сурик ( $Pb_3O_4$ ) ёки қўрғошин (IV)-оксид олиб устига концентрланган нитрат кислотадан 2 — 3 мл қўшилган марганец сульфат тузи эритмасидан 5 — 6 мл солинг. Ҳосил қилинган аралашмани қайнатинг ва бир оз қўйиб қўйинг. Унинг қизғиш бинафша тусга киришини кузатинг. Реакция натижасида  $MnO_4^-$  иони ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Тўрт валентли марганецнинг оксидловчи хоссаси.** Пробиркада юқоридаги тажрибаларда ҳосил қилингани каби марганец сульфат тузи эритмасига натрий ишқори ва бромли сув қўйиш йўли билан марганец (IV)-оксид ҳосил қилинг. Унга мўл миқдор сульфат кислота ва темирнинг икки валентли сульфат эритмасидан қўшинг. Чўкма эриб кетишини кузатинг. Ишнинг боришини ва реакцияда марганец (IV)-оксид қандай хосса намоён қилишини изоҳлаб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Калий манганатнинг оксидловчи хоссаси.** Пробирканинг  $\frac{1}{4}$  қисмига калий манганат ( $K_2MnO_4$ ) эритмасидан олинг ва кислотали муҳит ҳосил қилиш учун 3—4 томчи сульфат кислота томизинг. Сўнг қайтарувчи (водород сульфитли сув, темир (II)-сульфид ёки натрий нитрит) қўшинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Калий перманганатнинг оксидловчи хоссаси.** а) Учта пробиркага калий перманганат эритмасидан олинг ва 3—4 томчи суюлтирилган сульфат кислота томизиб, кислотали муҳит ҳосил қилинг. Биринчи пробиркага натрий сульфит, иккинчисига темир (II)-сульфат, учинчисига оксалат кислота эритмасидан қўшинг. Эритмаларнинг рангсизланишини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркада калий перманганат эритмасидан олиб, унга сув ва натрий сульфит эритмасидан қўшинг. Реакция натижасида қўнғир рангли манган (IV)-оксид ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

## XX БОБ. VIII ГРУППА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

### 1-§. VIII ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Д. И. Менделеев даврий системасининг VIII группасининг асосий группачасида олтига элемент жойлашган. Булар гелий He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe, радон Rn. Бу группача элементлари асл (инерт) газлар номи билан юритилади. Бу элементлар атомларининг сиртқи квант қаватининг тузилиши барқарор, улардаги электронлар сони саккизга (гелийдан ташқари, унга иккита  $1s^2$ ): $ns^2 np^6$  (21-жадвалга қаранг).

Бу элементлар атомларининг ионланиш энергияси жуда юқори, электронга мойиллиги эса жуда кичик. Уларнинг молекулалари одатдаги шароитда бир атомдан тузилган. Атомларида жуфтланмаган электронлар бўлмаса ҳам, ксенон ва радоннинг фтор билан ҳосил қилган бирикмалари ( $XeF_2$ ,  $Xe_2F_6$ ), ксеноннинг фтор ва кислород билан ҳосил қилган бирикмаси ( $XeF_4O_2$ ) олинган. Бу элементларнинг сув, водород сульфид, толуол ва фенол билан ҳосил қилган беқарор бирикмалари (масалан,  $Ar \cdot 6H_2O$ ,  $Kr \cdot 6H_2O$ ,  $Ar \cdot C_6H_5OH$ ) ҳам маълум.

Гелий 1868 йилда француз Жансен ва инглиз Лониер томонидан бир вақтда кашф этилган. Улар қуёш спектрида янги элемент спектр чизиқлари борлигини аниқлаганлар. Гелийнинг номи грекча «қуёш» номидан олинган. Аргоннинг борлигини Кавендиш 1785 йилдаёқ топган эди. Гелий, неон, аргон, криптон ва ксенон 1899—1900 йилларда ҳаводан топилган. Радон эса 1900 йилда радиоактив ходисаларни текшириш вақтида кашф этилган. 1900 йилда Лондонда Д. И. Менделеев билан Рамзай маслаҳатлашиб даврий системага асл газларга оид янги группа киритиш керак, деган қарорга келдилар. Бу группача гелийдан радонга ўтган сари элементларнинг суюқланиш ва қайнаш температуралари ошиб боради. Шунинг учун уларни бир-биридан ажратиб олиш қайнаш температурасидаги фарқга ва кўмирга турлича ютилишига асосланган.

## VIII группанинг асосий группача элементларининг энг муҳим хоссалари

Хоссаи	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Ер шарда тарқалиши, % миқдорда	$5,24 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	0,93	$3 \cdot 10^{-4}$	$8,7 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-3}$
Валент электрон кон- фигурацияси	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6$	$4s^2 4p^6$	$5s^2 5p^6$	$6s^2 6p^6$
Атом радиуси, нм	1,122	0,160	0,192	0,138	0,218	0,220
	24,58	21,56	15,69	13,996	12,13	10,75
Суюқлиниш температу- раси, °С	-272	-249	-189	-157	-112	-71
Қайнаш температураси, °С	-269	-246	-186	-153	-108	-62
Эриш энтальпияси, кЖ/моль	0,084	1,732	6,514	9,313	12,68	18,1
Эрувчанлик, 0°С, см <sup>3</sup> /л	10	14,0	52,4	99,1	203,2	510
Суюқ ҳолда зичлиги, г/см <sup>3</sup>	0,13	1,2	1,4	2,413	3,157	4

Одатда озроқ миқдорда водород қўшилган гелий дирижаблларни тўлдириш учун ишлатилади. Аргон, неон ва криптондан реклама лампалари тайёрлашда фойдаланилади. Бу газларнинг ана шу мақсадда ишлатилиши уларда электр разрядларининг равшан кучлиниш ҳосил қилишига асосланган. Аргон кўк, неон қизил, криптон эса яшил тусда шуълаланади. Телевизион аппаратларни таъминловчи ток қуввати ўзгарганда ҳам неон дарҳол кучаяди ёки заифлашади. Аргон металлларни пайвандлашда, электр лампаларни тўлдиришда (азот билан аралаштирилгани) ишлатилади. Бу мақсадда кейинги вақтларда криптондан ҳам фойдаланилмоқда.

## 2- §. VIII ГРУППАНИНГ ЁНАКИ ГРУППАЧА ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Даврий системанинг бу группачаси *учта триададан* (учликдан) иборат.

Биринчи триадада — темир Fe, кобальт Co, никель Ni, иккинчи триадада — рутений Ru, родий Rh, палладий Pd, учинчи триадада — осмий Os, иридий Ir, платина Pt жойлашган.

**Темир оиласи.** Биринчи триадани темир оиласи ташкил қилади. Бу учала элементнинг хоссалари бир-бирига яқин. Атомларининг электрон конфигурацияси қуйндагича: Fe —  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  Co —  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ , Ni —  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Бу металллар ўз бирикмаларида кўпинча + 2 валентли бўлади. Бундан ташқари, улар ўз бирикмаларида оксидлиниш даражалари + 3, ва + 6 бўла олади. Юқори валентли металллар бирикмаларининг барқарорлиги темирдан никелга ўтган сари камайиб боради. Уларнинг энг муҳим хоссалари 22-жадвалда келтирилган.

**Темир. Чўян. Пўлат.** VIII группа элементлари ичида табиатда энг кўп тарқалгани темирдир. У ер пўстлоғи массасининг 5,1% ни ташкил қилади. Унинг энг муҳим рудалари: магнитли темиртош —  $Fe_3O_4$

## VIII группанинг ёнаки группача элементларининг энг муҳим хоссалари

Хоссаси	Fe	Co	Ni
Ер шарида тарқалиши % миқдориди	5,1	$3 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
Валент электрон конфигурацияси	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$
Атом радиуси, нм	0,126	0,125	0,124
Ион радиуси, нм	0,080	0,078	0,074
Ион радиуси, нм	0,067	0,064	0,062
$I_1 \quad \text{Э} \rightarrow \text{Э}^+ + e^+$	7,89	7,87	7,63
НЭМ	(1,7) 1,8	1,7—1,8	1,8
Суюқланш температураси, °С	1536	1493	1453
Қайнаш температураси, °С	2878	2960	2900
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	7,87	8,84	8,91
$E^\circ (\text{Э}_3^+ / \text{Э})$ , В	-0,44	-0,277	-0,25

(конлари Уралда, Озарбайжонда, Сибирда), қизил темиртош —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Украинада), қўнғир тош —  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (Керч, жанубий Урал) ҳисобланади. Темир рудасининг энг катта қони Курск вилоятида жойлашган бўлиб, у Курск магнит аномалияси деб аталади. Бу конлардаги руда таркибидаги темир миқдори 60 % дан ортади. Бу конлардан олиннадиган темир рудалари қайта ишланади ва ундан чўян (темир билан углероднинг қотишмаси) олинади. Бу қотишма таркибида 5 % дан 7 % гача углерод ва олтингугурт, кремний, фосфор, марганец ҳамда баъзи бошқа элементлар бўлади. Чўян таркибида углерод миқдори кўп бўлганлигидан мўрт бўлиб, боғланмайди ва чўзилмайди.

Темир билан углерод қотишмаси таркибидаги углерод 2 % дан кам бўлса, бундай қотишмани болғалаш, прокатлаш мумкин. Бундай қотишма пўлат деб аталади. Таркибидаги углеродга қараб, пўлат икки турга; қаттиқ пўлат (таркибида 0,2 % — 2 % углерод бўлади) ва юмшоқ пўлатга (таркибида 0,2 % дан кам углерод бўлади) бўлинади. Рудалардан темир олиш унинг оксидларини углерод (II)-оксид ва кўмир (кокс) билан қайтаришга асосланган. Бунда тоза темир эмас, балки унинг қотишмаси олинади (бу қотишма таркибида углероддан ташқари, кремний, фосфор, олтингугурт бўлади). Бу қотишма *чўян* деб аталади. Чўян домна печларида суюқлантириб олинади. Чўян олиш учун темир оксиди кондаги руда, кокс ва флюс (суюқлантиргич) дан фойдаланилади.

Чўянинг қуйидаги турлари бор.

Қуйиладиган чўян. Бу чўян машина станиналари қуйиш учун ишлатилади. Унинг таркибидаги углерод графит ҳолида бўлади (*кулранг чўян*).

Қайта ишланадиган чўян. Бу чўяндан асосан пўлат олинади. Ундаги углерод цементит  $\text{Fe}_3\text{C}$  тарзида бўлади ва *оқ чўян* деб аталади.

Махсус чўян. Бу чўяндан юқори сифатли пўлат ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Чўянни пўлатга айлантириш. Чўянни пўлатга айлантириш чўян таркибидаги углерод ва бошқа қотишмалар миқдорини камайти-

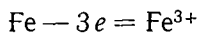
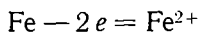
ришдан иборат. Пўлат олишнинг (бир неча усули бор: 1) *конвертор усули*; 2) *Мартен усули*; 3) *электр билан суюқлантириш усули*.

Конвертор усулида пўлат олишда суюқлантирилган чўян орқали босим остида ҳаво ҳайдалади, бу ҳаво чўян таркибидаги углерод ва қўшимчаларни оксидлайди.

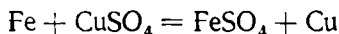
Чўяннинг пўлатга айлантиришда асосан Мартен ва электртермик усуллардан фойдаланилади. Бу икки усул пўлат олишда асосий усул ҳисобланади. Мартен усулида *лигерланган пўлат* олиш осон. Бундай пўлат ҳозирги замон техникасида катта аҳамиятга эга. Унинг таркибида лигерловчи элементлар: хром, никель, молибден, мис ва ҳоказо бўлади. Лигерланган пўлат коррозияга, иссиққа, ишқаланиш ва зарба таъсирига чидамлидир. Ундан машина ва самолётларнинг қисмлари ва уй-рўзгор буюмлари тайёрланади.

Биз юқорида VIII группача элементлари ичида энг кўп тарқалган элемент темир эканлиги ҳақида айтиб ўтган эдик. Энди шу элементнинг хоссалари ҳақида тўхталиб ўтамиз.

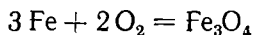
**Темирнинг хоссалари.** Темир Д. И. Менделеев даврий системасида 26-элемент ҳисобланади. Унинг атомларида электронларнинг энергетик поғоналар бўйича жойлашиши қуйидагича; 2. 8. 8. 6, яъни  $3d^6 4s^2$ . Шунинг учун темир иккита ташқи электронини бериб — 2 га, учта электронини берганда эса + 3 га тенг оксидланиш даража намоён қилади:



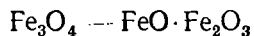
Темир ўзидан ўнгда турган металларни тузларининг сувдаги эритмаларидан сиқиб чиқаради:



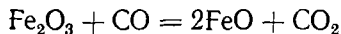
Темир қиздирилганда кислород билан реакцияга киришиб оксид ҳосил қилади:



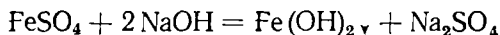
Ҳосил бўлган  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  қуйидагича парчаланеди:



Темир (III)-оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ни 500°C да қайтариб темир (II)-оксид FeO олинади:



FeO — сувда эримайди, унга мувофиқ келадиган гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  қуйидагича олинади:



Ҳосил бўлган  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  оқ тусли модда, у нам ҳавода кислород билан бирикади (бунда темир (II), темир (III) га ўтади):



$\text{Fe}(\text{OH})_2$  сувда ва ишқорда эримайди. У кислоталарда эрийди. Икки валентли темир тузларидан энг аҳамиятлиси темир купороси

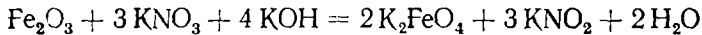


$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  (оч яшил кристалл) дир. У сувда эрийди, ҳавода сувсизланиб, секин — аста оксидланади. Унинг аммоний сульфат билан ҳосил қилган қўшалоқ тузи  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  ҳавода барқарор, кристалл, сувини йўқотмайди, *Мор тузи* деб аталади.

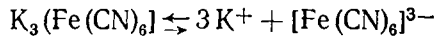
Темир купороси жун газламаларни бўяшда, ёғочни чиришдан сақлаш учун унга шимдиришда, минерал бўёқлар тайёрлашда ишлатилади.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  — қизил темиртош деб аталади ва жигар ранг бўёқ сифатида ишлатилади.

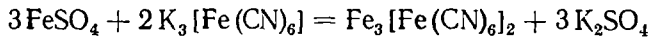
Агар темир (III)-оксидга ишқорий муҳитда калий нитрат қўшиб қиздирилса, темирнинг (V) валентли бирикмаси ҳосил бўлади:



$\text{K}_2\text{FeO}_4$  — Феррат кислотанинг калийли тузи бўлиб, кучли оксидловчидир. Темир қатор комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Шулардан бири калий гексацион (III)-феррат  $\text{K}_3[\text{Fe}^{3+}(\text{CN})_6]$  — қизил қон тузи деб аталади. У сувда яхши эрийди. Қуйидаги тенгламага мувофиқ диссоциаланади:

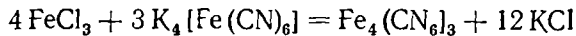


Икки валентли темир тузи эритмасига қизил қон тузи қўшилса, тўқ кўк чўкма — турнбул зангориси ҳосил бўлади:

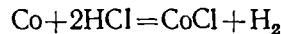
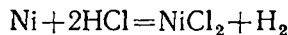


Калий гексациан (III) феррат  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — сариқ қон тузи, сувда диссоциаланади:  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 4 \text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ .

Сариқ қон тузи уч валентли темир тузига таъсир эттирилганда тўқ зангори чўкма — *берлин зангориси* ҳосил бўлади:



**Кобальт ва никель.** Табиатда кобальт  $\text{CoAs}_2$  — скутеррудит,  $\text{CoAsS}$  — кобальт ялтироғи, никель эса  $\text{NiAs}$  — никелин,  $\text{NiAsS}$  — герсдорфит минераллар ҳолида учрайди. Кобальт ва никель темир каби магнит хоссага эга. Бу элементлар юқори температурада водородни ютади. Бу хусусият никелда жуда юқори. Қимёвий жиҳатдан кобальт ва никель темирдан кўра активлиги пастроқ элементлардир. Улар одатдаги температурада сувда, нам ҳавода ва ишқорда ўзгармайди. Хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислотада эрийди:

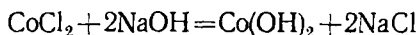


Со суюлтирилган  $\text{HNO}_3$  да эриб кобальт (II)-тузларини ҳосил қилади. Концентрланган  $\text{HNO}_3$  кобальтни пассив қилиб қўяди. Кобальт асосан махсус пўлатларнинг ва қаттиқ қотишмаларнинг, масалан, кесувчи асбоб тайёрланадиган қотишма (стиллитнинг) таркибий қисми сифатида ишлатилади (стеллит 1,8—2,5% углерод, 27—33% хром, 2% никель, 1% Мп, 1—2% Si, 47—53% Со, 13—27% Ni, 5—20% вольфрам ва 2% гача Fe дан иборат қаттиқ қотишма).

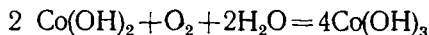
Никель асосан металл буюмларни никеллаш учун ишла тилади.

Кобальт ва никель кислород билан  $\text{CoO}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}_1\text{O}_3$  каби оксид-ҳосил қилади.

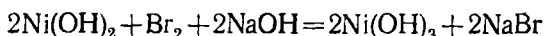
$\text{CoO}$  ва  $\text{NiO}$  сувда эримади. Бу оксидларга  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  каби гидроксидлар мувофиқ келади. Улар  $\text{Co}$  ва  $\text{Ni}$  тузларига ишқор таъсир эттириб олинади, масалан:



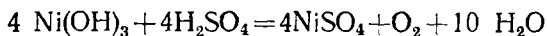
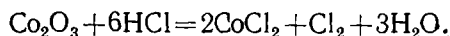
$\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2$  асос хоссаларини намоён қилади.  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  ҳавода ўзгармайди,  $\text{Co}(\text{OH})_2$  ҳавода оксидланади:



$\text{Co}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_3$  олиш учун ишқор иштирокида оксидловчилардан фойдаланилади:



$\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  кучли оксидловчилар жумласига киради. Масалан:

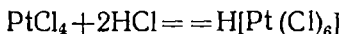


**Платина группачаси элементлари.** Платина группачасидаги элементлар асосан туғма ҳолда учрайди. Одатда, уларнинг ҳаммаси биргаликда бўлади. Бу группачадаги металлларнинг физик ва кимёвий хосса-си бир-бирига ўхшайди. Улар ҳаммаси ўзида водородни эритади. Водородни эритиш қобилияти палладийда энг юқори.

Бу металллар ҳар хил кимёвий таъсирларга чидамли. Палладий нитрат кислотада, платина зар сувида эрийди. Қолганлари эса ҳатто зар сувида ҳам эримади.

Бу металлларнинг ҳаммаси ўз бирикмаларида ўзгарувчан мусбат валентлик намоён қилади:  $\text{Ru}$  ва  $\text{Os}$  нинг характерли оксидланиш даражалари  $+4$ ,  $+6$ , баъзан  $+8$  га тенг.  $\text{Rh}$  ва  $\text{Ir}$  никеи  $+3$ ,  $+4$ , баъзан  $+6$ ;  $\text{Pd}$  ва  $\text{Pt}$  никеи  $+2$ ,  $+4$ , баъзан  $+6$ .

Бу металлларнинг ҳаммаси комплекс бирикмалар ҳосил қилишга мойил. Масалан:



( $\text{PtCl}_4$  нинг ўзини олиш учун  $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 12\text{HCl} = 3\text{PtCl}_4 + 4\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$  дан фойдаланилади).

Бу металллар ичида энг аҳамиятлиси  $\text{Pt}$ . У катализатор сифатида кўп қўлланилади. Платинанинг иссиқдан кенгайиш коэффициентини шишанинг иссиқдан кенгайиш коэффициентига деярлик тенг бўлгани учун уни шишага ковшарлаш мумкин. Физика асбоблари тайёрлашда платинанинг ишлатилиши ана шунга асосланган.

### 37- лаборатория иши. Темир.

**Кислотанинг темирга таъсири.** Тўртта тоза пробирка олиб, уларнинг  $\frac{2}{3}$  қисмига сульфат ва нитрат кислоталарнинг концентранган (иккита пробиркага) ва суюлтирилган эритмаларидан солиб, ҳар қайсисига 5 г

дан темир қириндисидан солинг. Қандай ҳодиса кузатилади? Кузатиш натижаларингизни изоҳлаб, реакция тенгламаларини ёзинг.

**Темир (II)- гидроксид олиш.** 250 мл ли колбада дистилланган сув олиб, кислороддан тозалаш учун яхшилаб қайнатинг ва совитиб, қолбанинг оғзини тақин билан бекитиб қўйинг. Иккинчи колбада эса ишқор эритмасини карбонат ангидриддан тозалаш учун худди сувни қайнатгандек қайнатиб совитинг 10 мл совитилган дистилланган сувга 5 г темир (II)- сульфат тузидан солиб эритинг ва устига совитилган ишқор эритмасидан қўшинг. Аввал оқ рангли чўкма ҳосил бўлади. Лекин у бир оз туриши билан қўнғирлашади. Сабабини изоҳлаб, ишнинг реакция тенгламасини ёзинг

**Темир (II)- гидроксид ҳосил қилиш.** а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига темир (III)- хлорид эритмасидан олиб, устига 4 мл аммиак эритмасидан қўшинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Яна худди юқоридаги ҳажмда темир тузи эритмасидан олиб темир гидроксид ҳосил қилинг. Қўнғир тусли темир гидроксидини филтрлаб сув билан ювинг ва чинни тигелга ўтказинг, сўнг яхшилаб қиздиринг. Қандай ўзгариш боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Темир (II)- ва (III)- ионига реакция.** а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига темир (II)- валентли тузи эритмасидан олиб, устига бир неча томчи қизил қон тузи  $K_3[Fe/CN/6]$  эритмасидан томизинг. Қандай чўкма ҳосил бўлади?  $Fe_3[Fe/CN/6]_2$  ҳосил бўлишини эътиборга олиб, қилинган ишнинг реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага темир (III) валентли тузи эритмасидан олиб, устига бир неча томчи сариқ қон тузи  $K_4[Fe/CN/6]$  эритмасидан томизинг. Кўк рангли чўкма ҳосил бўлишини кузатинг. Бу реакция темир (III) валентли иони учун характерли реакция ҳисобланади.  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  ҳосил бўлишини эътиборга олиб, қилинган ишнинг реакция тенгламасини ёзинг.

в) Темир (III) валентли тузи эритмасига аммоний радонит эритмасидан қўшинг. Қандай ҳодиса кузатилади? Кузатишларингизни изоҳлаб беринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**Темир (II)- валентли ионини темир (III) валентли ионигача оксидлаш.**

а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмигача калий перманганат эритмасидан солиб, устига кислотали муҳит ҳосил қилиш учун суюлтирилган сульфат кислота томизинг. Сўнг эритма рангсизлангунча темир (II) сульфат эритмасидан қўшинг. Эритмада темирнинг уч валентли иони пайдо бўлади. Уни билиш учун эритмадан озроқ олиб аммоний радонид эритмасидан томизинг. Ишнинг боришини кузатиб реакция тенгламасини ионли ва молекуляр кўринишида ёзинг.

б) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига темир (II) сульфат эритмасидан солинг ва сульфат кислота томизиб кислотали муҳит ҳосил қилинг. Сўнг

эритма устига концентрланган нитрат кислота қўшиб, эритмани қайнатинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига калий бихромат эритмасидан олинг ва сульфат кислота қўшиб, кислотали муҳит ҳосил қилганингиздан сўнг, эритма устига темир (II) сульфат эритмасидан қўшинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

**Темир (III) валентли ионининг темир (II) валентли ионига қайтарилиши.**

а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига темир (III) валентли тузи эритмасидан олиб, етарли миқдорда калий йодид эритмасидан қўшинг. Реакция натижасида йод ажралиб чиққанлиги сабабли эритма қўнғирлашади. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Худди шу тажрибани калий йодид эритмаси ўрнига водород сульфиднинг сувдаги эритмаси билан такрорланг. Эритманинг лойқаланишини кузатинг. Нима учун шундай бўлганини тушунтиринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

**Темир (II) ва темир (III) сульфид ҳосил қилиш.**

а) Пробирканинг  $\frac{1}{3}$  қисмига темир (II) валентли тузи эритмасидан олинг ва аммоний ёки натрий сульфид эритмасидан қўшинг. Қора рангли темир сульфид чўкмаси ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

Аммоний сульфид билан водород сульфидни темир (II) сульфатга таъсири қандай эканини текшириб кўринг.

б) Юқоридаги тажрибани темир (III) валентли тузи эритмаси билан такрорланг. Бу ҳолатда ҳам қора рангли темир (III) сульфид ҳосил бўлишини текшириб кўринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

### **38- лаборатория иши. Кобальт, никель.**

**Кобальт ва никель бирикмаларини олиш.** 1) Иккита пробиркага кобальт ва никелнинг икки валентли тузи эритмасидан олинг. Сўнг ҳар қайси пробиркага ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангига эътибор беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2) Пробиркадаги чўкмани эритмаси билан бир оз ҳавода қолдиринг. Чўкмаларнинг ранги ўзгаришини кузатинг. Сўнг ҳар қайси чўкмани иккига бўлиб, ишқор ва кислотада эриш ёки эримаслигини кузатинг. Иккала қилинган ишнинг реакция тенгламаларини ёзинг.

3) Пробиркада кобальт ва никельнинг икки валентли тузи эритмасидан олиб, устига аммоний хлорид эритмаси ва мўл миқдор аммоний гидроксил эритмасидан қўшинг. Ҳосил бўлаётган модданинг рангига эътибор беринг. Нима учун шундай бўлганини изоҳлаб реакция тенгламасини ёзинг.

4) Пробиркада кобальтнинг икки валентлик тузи эритмасидан олиб устига 3 мл бромли сув қўшинг. Яхшилаб чайқатиб кузатинг ва реакция тенгламасини ёзинг.

5) Худди шу ишни кобальт тузи ўрнига никель сульфат олиб так-  
 рорланг. Қора рангли никель (III) гидроксид ҳосил қилинг. Чўкмани  
 иложи борича эритмасидан ажратинг ва концентрланган хлорид кисло-  
 тада эритинг. Ишнинг боришини кузатиб, реакция тенгламаларини  
 ёзинг.

### МАШҚ ВА МАСАЛАЛАР

172. Қандай ҳодиса адсорбция дейилади?

173. 5 кг кўмрдан олинган углерод (II)- оксид билан темир (III)-  
 оксид қайтарилди. Бунда қанча темир олинган?

174. Аммиакнинг 200 г 25% ли эритмаси қайнатилди. Бунда 20 г  
 аммиак учиб кетди. Эритманинг концентрацияси қандай бўлиб қолди?  
 Уни нейтраллаш учун қанча хлорид кислота талаб қилинади?

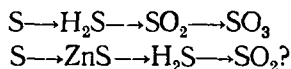
175. Лабораторияда ҳатто оғзи яхши беркитилган идишда сақлан-  
 ганда ҳам нитрат кислотанинг концентрацияси нима учун камайиб ке-  
 тади?

176. Битта элементнинг турли хил аллотропик шакл ўзгаришлари-  
 нинг хоссалари орасидаги фарқ нима билан тушунтирилади?

177. VI ва VII группанинг асосий группачаларидаги элементлар  
 атомларининг электрон конфигурацияларида қандай ўхшашлик ва фарқ  
 бор?

178. 10 г дан калий перманганат, бертоле тузи ва калий нитрат  
 олинган. Қайси ҳолда ҳажми жиҳатидан энг кўп кислород олиш мум-  
 кин?

179. Қўйидаги ўзгаришларни қандай амалга ошириш мумкин?



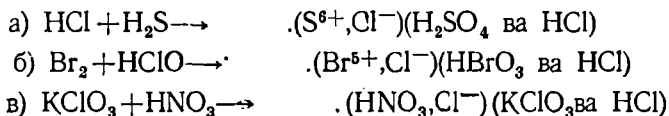
Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Оксидланиш-қайта-  
 рилиш реакциялари учун электрон баланс тузинг. Ионли реакциялар-  
 нинг тенгламаларини ёзинг.

180. Фтор ва хлорнинг ҳавога ва водородга нисбатан зичлиги қан-  
 дай?

181. 234 г ош тузига концентрланган сульфат кислота таъсир эт-  
 тириб олинган водород хлорид 354 г сувда эритилганда ҳосил бўлган  
 эритманинг фоиз, моляр ва нормал концентрациялари қандай бўлади?

182. 20 г магний гидроксид билан 20 л водород бромид газининг  
 ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган туз 40 мл сувда эритилди. Олинган  
 эритманинг фоиз концентрацияси қандай бўлади?

183. Хлорнинг кислородли бирикмала ри иштирокида қўйидаги схе-  
 малар бўйича борадиган оксидланиш – қайтарилиш реакцияларининг  
 тенгламаларини тузинг (қавс ичида охириги оксидланиш даражалари  
 келтирилган:



184. «Асл» газлар деган номни «инерт» ва «нодир» газлар деган номлар билан аралаштиришга тўғри келганини нима билан тушунтириш мумкин?

185. Учта цилиндр берилган. Уларнинг бирида кислород, иккинчисда азот, учинчисда аргон бор. Қайси цилиндрда қандай газ борлигини қандай реакциядан фойдаланиб аниқлаш мумкин? Жавобингизни реакцияларнинг тенгламаларини келтириб исботланг.

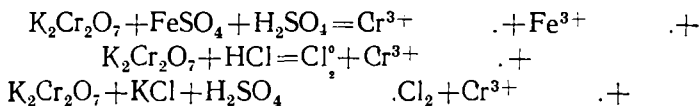
186. Криптоннинг водород бўйича зичлиги 42 га тенг. Унинг молекуляр массасини топинг.

187. Титан атомининг ташқи ва ташқаридан олдинги қаватларидаги электронлар сони ҳамда электронларнинг орбиталар бўйича жойланишини тасвирланг.

188. Ванадийнинг кислород, олтингугурт ва галогенлар билан реакциялари тенгламаларини ёзинг.

189.  $V_2O_5$  типик кислотали оксид эканлигини билган ҳолда ванадат ангидрид билан қуйидагилар: а) кальций оксид, б) натрий гидроксид, в) барий гидроксид орасида бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Ҳосил бўлган бирикмаларни номланг.

190. Хром иштирок этадиган қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини электрон-баланс усулида тузинг.



191. Хром (III) гидроксиднинг амфотер хоссасини тасдиқлайдиган реакцияларнинг молекуляр ва ионли тенгламаларини тузинг.

192. Қуйидаги ўзгаришларни амалга оширинг:



193. Дастлабки модда таркибида 10% қўшимчалари бор марганецни назарий жиҳатдан ҳосил бўлиш унуми 92% деб фараз қилсак, 1 т  $Mn_3O_4$  дан алюминотермик усул билан қанча марганец олиш мумкин?

194. Нима учун концентранган сульфат кислота билан калий перманганат аралашмаси портлайди?

195. Fe (II) тузини Fe (III) тузига (ва аксинча) қандай айлантириш мумкин?

196. Учта пробиркада темир (II)- сульфат, темир (III)- сульфат ва темир (III)- хлорид бор. Бу тузларни қандай аниқлаш мумкин?

197. Пўлат чўяндан нима билан фарқ қилади?

198. Таркибида 10% қўшимчалари бўлган 519,1 кг магнитли темиртошдан таркибида 4% углерод бўлган қанча чўян олиш мумкин?

199. а) Кобальт (II)- оксид билан хлорид кислота орасида; б) никель (II)- гидроксид билан сульфат кислота орасида содир бўладиган реакцияларнинг молекуляр ва ионли тенгламаларини ёзинг.

## XXI БОБ. ЖАВОБЛАРИНГИЗНИ ТЕКШИРИБ ҚЎРИНИ.

1. Магний оксиднинг миқдорий таркибини аниқлаш деганда  $\text{Ca}$ , оксид таркибидаги магний билан кислороднинг ўзаро нисбатини топиш тушунилади. Масалада магнийнинг массаси маълум. Демак, кислород массасини аниқлаш керак:

$$m_o = 10 \text{ г} - 6 \text{ г} = 4 \text{ г}.$$

Магний оксиднинг миқдорий таркибини қуйидаги нисбат билан ифодалаш мумкин:

$$m_{\text{Mg}} : m_o = 6 \text{ г} : 4 \text{ г} = 3 : 2.$$

2. Бу бирикма таркибидаги К, N ва О нинг фоиз миқдорини ҳисоблаш учун, аввал унинг молекуляр массаси топилади:

$$M = 39,1 - 14 - 16 \cdot 3 = 101,1$$

101,1 масса қисми 100% деб олиб,  $\text{K}_1\text{N}$  ва О нинг % миқдори топилади. Калийнинг фоиз миқдори:

$$\begin{aligned} & 101,1 - 100 \\ \text{бундан } x &= \frac{39,1 \cdot 100}{101,1} = 38,674 \\ & 39,1 - x \end{aligned}$$

Азотнинг фоиз миқдори:

$$\begin{aligned} & 101,1 - 100 \\ \text{бундан } x &= \frac{14 \cdot 100}{101,1} = 13,845 \\ & 14 - x \end{aligned}$$

Кислороднинг фоиз миқдори:

$$\begin{aligned} & 101,1 - 109 \\ \text{бундан } x &= \frac{48 \cdot 100}{101,1} = 47,479 \\ & 48 - x \end{aligned}$$

3. Бу модда таркибида  $x$  атом натрий,  $y$  атом углерод ва  $z$  атом кислород бор дейлик,  $y$  ҳолда модданинг формуласи  $\text{Na}_x \text{C}_y \text{O}_z$  шаклида ёзилади. Агар  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , ларнинг ўзаро нисбати топилса, бу бирикманинг оддий формуласи аниқланган бўлади. Натрийнинг атом массаси 23, углеродники 12 ва кислородники 16 эканлигини эътиборга олинса бу модда молекуласида 23  $x$  масса қисм натрий, 12  $y$  масса қисм углерод ва 16  $z$  масса қисм кислород бор бўлади. Буларнинг ҳар бири тегишли элементларнинг масса қисмларига тенглаштирамиз:

$$23 x = 43,4$$

$$12 y = 11,3$$

$$16 z = 45,3$$

юқордаги тенгламалардан  $x, y, z$  ларни топамиз:

$$x = \frac{43,4}{20} = 1,88; \quad y = \frac{11,3}{12} = 0,94; \quad z = \frac{45,3}{16} = 2,83$$

улардан  $x:y:z=1,88:0,94:2,83$ . Моддалар нисбатини бутун сонлар билан ифодалаш учун тенгламанинг ўнг томонини энг кичик сон 0,94 га ўлинади. Бундан  $x:y:z=2:1:3$  келиб чиқади. Демак, модданинг формуласи  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

4. Эквивалентлар қонунига асосан қуйидаги пропорция тузилади:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}; \quad \frac{3}{2} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Mg}}}{8}$$

$$\mathcal{E}_{\text{Mg}} = \frac{3 \cdot 8}{2} = 12.$$

$$\frac{m_1}{m} = \frac{\mathcal{E}_{\text{H}_2}}{\mathcal{E}_r} : \frac{92,7}{7,2} : \frac{\mathcal{E}_{\text{H}_2}}{8}; \quad \mathcal{E}_{\text{H}_2} = \frac{92,7 \cdot 8}{7,3} = 101,6.$$

5. Симоб эквивалентини 101,6 га тенглигидан фойдаланиб, унинг валентлигини аниқлаш мумкин.

$$V = \frac{A}{\mathcal{E}}; \quad V = \frac{200}{101,6} = 2. \text{ Демак, симоб 2 валентли.}$$

$$6. \quad \frac{m_1}{m} = \frac{\mathcal{E}_{\text{H}_2\text{C}}}{\mathcal{E}_1} \quad \mathcal{E}_{\text{H}_2\text{C}} = \frac{1,20}{0,6124} = 32,7.$$

7. Бу масалани ечиш учун 22,4 л газнинг неча граммлигини топиш керак: 10 л газ (н. ш. да) 7,14 г  
22,4 л газ (н. ш. да)  $x$  г

ундан  $x = \frac{7,14 \cdot 22,4}{10} = 16$  г. Бу газ метан бўлиши мумкин, чунки унинг молекуляр массаси 16 га тенг.

8. Углерод (IV)-оксиднинг молекуляр массаси 44 га тенг.  $f = DM_1$  формуладан  $D_{\text{H}_2}$  ни топамиз.

$$D_{\text{H}_2} = \frac{44}{2} = 22$$

$$9. M = 2M = 1,52 \cdot 29 = 44,08.$$

Авогадро қонунидан фойдаланиб, 5,5 г газ эгаллаган ҳажмини топиш керак: 44,08 г газ (н. ш. да) 22,4 л  
5,5 г  $x$  л

$$\text{Бундан } x = \frac{22,4 \cdot 5,5}{44,08} = 2,8 \text{ л}$$

10.  $M = \frac{mRT}{PV}$  формулага тегишли қийматларни қўйиб,  $M$  ни ҳисоблаб топамиз:

$$M = \frac{1,3 \cdot 62 \cdot 400 \cdot 360}{624 \cdot 600} = 78.$$



Демак, бензол ( $C_6H_6$ ) нинг молекуляр массаси 78 га тенг.

11. Менделеев-Клапейрон тенгламасига кўра, газ массаси:

$$m = \frac{PVM}{RT} \text{ бўлади}$$

Масала шартига кўра:  $P=87$  атм,  $V=20,5$  л,  $T=273-17=290^\circ$   
 $M_{O_2}=32$ ,  $P=0,08$  г л $\times$ атм/ гр. Бу қийматларни тенгламага қўйи  
кислород массасини аниқлаймиз:

$$m = \frac{87 \cdot 10,5 \cdot 5 \cdot 32}{0,08 \text{ г} \cdot 290} = 2400 \text{ г}$$

$$12. TV = \frac{m}{P} RT \text{ дан } V = \frac{mRT}{PM} = \frac{80 \cdot 0,08 \text{ г} \cdot 290}{1,5 \cdot 3 \text{ г}} = 39,6 \text{ л.}$$

13. Дюлонг — Пти қондасига мувофиқ

$$A \cdot C = 26 \text{ Ж (моль—К)}$$

$$A = \frac{26,0}{0,39} = 67,7. \text{ Рухнинг атом массаси } 65,38 \text{ га тенг.}$$

14. Титаннинг эквиваленти:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_{Me}}{\mathcal{E}_O}; \quad 59,95:40,05 = \mathcal{E}_{Me}:8$$

$$\mathcal{E}_O = \frac{59,95 \cdot 80}{48,05} = 11,975$$

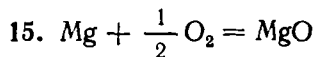
Титаннинг валентлиги:

$$B = \frac{A}{\mathcal{E}} = \frac{48,5}{11,975} = 4,05$$

Титаннинг атом массаси:

$$A = \mathcal{E} \cdot BA = 11,975 \cdot 4 = 47,9$$

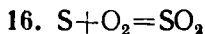
Демак, титаннинг аниқ атом массаси 47,9 га тенг.



1 г магний ёнганда 25,5 кЖ иссиқлик чиқади. Бунда MgO нинг  
 $\frac{1}{24}$  моли ҳосил бўлади. Агар 25,5 кЖ ни 24 га кўпайтирсак, 1 мол  
0 нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги келиб чиқади:

$$Q_p = 25,5 \cdot 24 = 601,2 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}; \quad Q_p = -\Delta H^0 \text{ бўлгани учун}$$

$$\Delta H = -601,2 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$$



1 г олтингурут ёнганда  $SO_2$  нинг  $\frac{1}{32}$  моли ҳосил бўлади. Агар 9,2

кЖ ни 32 га кўпайтирсак, 1 моль  $\text{SO}_2$  нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги  
 гопилади:  $Q_p = 9,28 \cdot 32 = 296,96 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$

$$\Delta H^\circ = -296,9 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$$

17.  $2 \text{Al} + \frac{3}{2} \text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 1670,2 \text{кЖ}$  — термохимиявий тенглама.

$2\text{Al} + \frac{3}{2} \text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\Delta H^\circ = -1670,2 \text{кЖ}$  — термодинамик тенглама

18. Ушбу  $\Delta H^\circ = \frac{\sum \Delta H^\circ_{\text{маҳсулотлар}} - \sum \Delta H^\circ_{\text{даст. моддалар}}}{\text{реакция}}$   
 тенгламани  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{с}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 3\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{CO}_2(\text{г})$   
 қараёнга қўлаймиз:

$$\Delta H^\circ_{\text{реак}} = 3(-241,84) + 2(-393,6) - (-277,6) = -235,12 \text{кЖ}$$

19. Ички энергия ўзгариши  $\Delta U = \Delta H - A$ ;  $A = \Delta U T$  — бу газнинг  
 тенгайишда бажарган иши.  $R = 8,3144 \frac{\text{Ж}}{(\text{моль} \cdot \text{К})}$ ;  $\Delta U$  — ички энергияси

ўзгарган модданинг моль сони, мисолимизда:  $\Delta n = \frac{250}{18} = 13,87 \text{ моль}$ ,

$T$  — абсолют температура, мисолимизда  $T = 20 - 273 = 293^\circ \text{К}$ .

Энди,  $\Delta U = \Delta H - \Delta U RT$  га бу қийматларни қўямиз:

$$\Delta U = 2451 \cdot 250 - 13,87 \cdot 8,3144 \cdot 293 = 579000 \text{ Ж ёки } 579 \text{кЖ}.$$

Демак, системанинг ички энергияси 579 кЖ миқдорда ортади,

20. Агар  $\Delta G > 0$  бўлса,  $\Delta G$  нинг ишораси плюс (+) бўлади. бундай  
 реакция ўз-ўзича фақат тесқари йўналишдагина бора олади.  $\Delta G = 0$   
 бўлса, система химиявий мувозанат ҳолатига келади;  $\Delta G < 0$  бўл-  
 га,  $\Delta G$  нинг ишораси минус (-) бўлади; бундай реакция ўз-ўзича  
 ўғри йўналишда кета олади.

21. Гиббс энергияси ўзгариши  $\Delta G$  икки қисмдан иборат; бири —  
 нергетик фактор  $\Delta H$ , иккинчиси — энтропик фактор —  $T \Delta S$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

бу тенгламадан кўрамизки,  $\Delta G$  нинг камайиш шартлари иккита, бири:  
 $\Delta H$  камайса,  $\Delta G$  ҳам камаяди; иккинчиси — энтропия кўпайганида ҳам  
 $\Delta G$  камаяди. Паст температураларда энтропия катта қийматга эга  
 ўлмайди, бинобарин, бундай шароитда системанинг эркин энергияси  
 сосан  $\Delta H$  га боғлиқ равишда ўзгаради; юқори температурада эса эн-  
 тропия катта қийматга эга. Шу сабабдан юқори температурада систе-  
 манинг эркин энергияси асосан энтропик факторга ( $-T \Delta S$  га) боғлиқ  
 ўлади.

22. Масалани ечиш учун

$$\Delta H^\circ_{\text{реакция}} = \sum \Delta H^\circ_{298} - \sum \Delta H^\circ_{298}$$

маҳсулотлар дастлабки моддалар

тенгламасини асос қилиб оламиз:

$$\Delta H^\circ_{\text{реак}} = [2 \cdot \Delta H^\circ(\text{Na}^+) + 2\Delta H^\circ(\text{OH}) + \Delta H^\circ(\text{H}_2)] - [2\Delta H^\circ(\text{Na}) + 2\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{с}))]$$

Дарсликнинг 12- жадвалидан ва масала шартидан фойдаланиб  $\Delta H^{\circ}_{\text{реакц.}}$  ни ҳисоблаб чиқарамиз.

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ}_{\text{реак.}} &= [2(-239,7) + 2(-228,9) + 0] - [2 \cdot 0 + 2(-285,83)] = \\ &= -279,4 - 457,8 + 57,66 = -365,54 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}\end{aligned}$$

Демак, реакциянинг энтальпияси  $\Delta H^{\circ}_{\text{реак}} = 365,54 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$  унинг иссиқлик эффекти эса  $Q_p = 365,54 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$ .

23. Бу масалани ечиш учун  $\Delta H^{\circ}_{\text{реак.}}$ ,  $\Delta S_{\text{реак.}}$ ,  $\Delta T$  ни топиш керак. Бунинг учун қуйидаги

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ}_{\text{реак.}} &= \sum \Delta H^{\circ} - \sum \Delta H^{\circ} & \Delta S^{\circ}_{\text{реак}} &= \sum S^{\circ} - \sum S^{\circ} \\ &\text{маҳсулотлар} & & \text{маҳсулот-} \\ &\text{дастлабки} & & \text{лар д.} \\ &\text{моддалар} & & \text{моддалар}\end{aligned}$$

$$\text{ва } \Delta G_T = \Delta H^{\circ}_{298} - T \Delta S_{298}$$

тенгламалардан фойдаланамиз.

$\text{CaCO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$  учун  $25^{\circ}$  (яъни  $298^{\circ}\text{K}$ ) даги  $\Delta H^{\circ}_{\text{реак}}$  ни ҳисоблаб чиқарамиз.

Дарсликнинг 13- жадвалидан фойдалансак:

$$\Delta H^{\circ}_{298} = -635,5 + (393,5) - (-1206,9) = 177,9 \text{ кЖ}$$

$$\Delta S^{\circ}_{\text{реак}} = 213,68 - 39,7 - 92,29 = 161,1 \text{ Жоуль}$$

$$\Delta G_{298} = \Delta H^{\circ}_{298 \text{ реак}} - 298 \cdot \Delta S^{\circ}_{298} = 177,9 - \frac{298 \cdot 161,1}{1000} = 129,1 \text{ КЖ}$$

$500^{\circ}$  (яъни  $773^{\circ}\text{K}$ ) учун

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ}_{298} - 772 \cdot \Delta S^{\circ}_{298} = 177,9 - \frac{773 \cdot 161,1}{1000} = 50,7 \text{ кЖ}$$

$1500^{\circ}$  (яъни  $1773^{\circ}\text{K}$ )

$$\Delta G^{\circ}_{1773} = 177,9 - \frac{1773 \cdot 161,1}{1000} = -114 \text{ кЖ}$$

Мувозанат вақтида  $\Delta G_T = 0$  бўлиши керак. Бинобарин,  $\Delta H^{\circ}_p = T \Delta S^{\circ}_p$  ва  $\Delta S^{\circ}_p$  температура ошганда ўзгармайди, деб фараз қилсак:

$T = \frac{177,9}{1000} = 1119^{\circ}\text{K}$  ёки  $846^{\circ}\text{C}$ , ана шу  $T$  дан юқорида  $\Delta G$  нинг ишораси + дан — га ўтади.

46. 16, 61, 14, 42.

47. Битта элементнинг турли изотопларининг атом массалари орасидаги фарқ ядродаги нейтронлар сонининг турличалиги билан тушунтирилади.

48. Электроннинг энергия запаси ўзгармас бўлган орбитал стационар орбитал дейилади.

49. *S*-поғонача сферик симметрик шаклга эга. Ундан кўпи билан иккита электрон бўлиши мумкин, *p*-поғонача—бу гантель шаклидаги узро перпендикуляр учта *p*-орбиталдан ҳосил бўлган поғонача. Уларнинг ҳар бирида антипараллел спинли 2 тадан электрон бўлиши мумкинлиги сабабли *p*-поғоначада кўпи билан 6 та электрон жойлашиши мумкин.

50. Қўзғалган ҳолатда электроннинг энергия запаси нормал ҳолатдаги энергия запасига нисбатан ортиқ бўлади, шу сабабли у ядродан зоқроқ энергетик жиҳатдан камроқ (афзал бўлган) поғонага ёки поғоначага ўтиши мумкин.

51.  $N = 2n^2$ , бунда  $n$  — бош квант сони,  $у$  сон жиҳатдан электрон аватининг тартиб номерига тенг;  $N$  — айни қаватда жойлаша оладиган электронларнинг максимал сони, яъни қаватнинг максимал сифими.

52. Магний атомининг электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^2 3s^2$  шаклида ёзилади.

53. Атом радиуси қанча катта бўлса, металллик хоссалар шунча ққол ифодаланган бўлади. Бундан ташқари ядронинг эффектив заряди атта аҳамиятга эга. В ва Al атомлари учун ядроларнинг эффектив арядлари қуйидаги қийматга эга:

$$В — 1s^2 2s^2 2p^1$$

$$z_{эф.} = 5 - 2 \cdot 0,35 - 2 \cdot 0,85 = 5 - 2,4 = 2,6$$

$$Al — 1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$$

$$z_{эф.} = 13 - 2 \cdot 0,35 - 8 \cdot 0,85 - 2 \cdot 1 = 13 - 9,5 = 3,5$$

Йемак, Al элементи ядро зарядининг охирги электронга таъсир этишуввати 13 эмас, ундан 9,5 бирлик кам бўлгани ҳолда В ники фақат 2,6 бирлик камдир. Шу сабабли В нинг атом ядроси охирги электронни кучли тартиб туради; алюминий атомининг ядроси эса ўзининг энг ашқи электронини В дагига нисбатан анча кучсиз тортади.

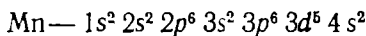
54. Хоссаларнинг даврий равишда такрорланишига сабаб ташқи ва ашқаридан олдинги қаватлар электрон конфигурацияларининг даврий равишда такрорланишидир.

55. *Сг* — ёнаки группача элементи, *d*-элементлар оиласига, *Se* эса *s*-элементлар оиласига киради. Хоссаларидаги фарқнинг сабаби ҳам ана гунда.

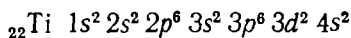
56. Элементнинг электрон формуласини тузиш учун унинг электронларини айни атомдаги қайси поғоначаларда тақсимланишини билиш керак. Бунинг учун аввал берилган элементнинг даврий системада эгаллаган ўрни аниқланади. Даврий системада тартиб номери 17 га тенг бўлган элемент хлор ( $Cl_2$ ), у III давр VII группанинг асосий группасида жойлашган. Хлор атомининг электрон конфигурацияси қуйидагича:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

57. Д. И. Менделеев жадвалидан маълумки, тартиб номери 25 бўлган элемент марганецдир. Айни элемент атомидаги 25 та электрон қуйидагича тақсимланади. Иккитаси  $2s^2$ -поғоначада, саккизтаси  $2s$  ва  $2p$ -поғоначада, саккизтаси  $3s$  ва  $3p$ -поғоначада жойлашади. Қолган еттита электрондан иккитаси  $4s$  поғоначани, бештаси эса  $3d$  поғоначани тўл-

диради. Энг сўнгги электрони  $d$ -поғоначага жойлашгани учун бу элемент  $d$ -оиллага киради:

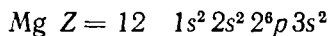
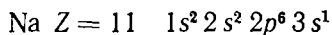


58. Электронларнинг энергия жиҳатдан жойлашиш қондасидан фойдаланиб 22-элементнинг электрон формуласини ёзамиз:

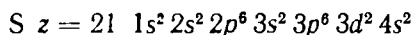
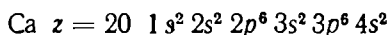


Бу элемент атомидаги электронлар тўртта энергетик поғоначага тақсимланган, демак, бу элемент тўртинчи даврда жойлашган. Навбатдаги охириги электрон  $d$ -поғоначада жойлашган. Бу эса 22-элементнинг  $d$ -оиллага киришини кўрсатади. Охириги қаватнинг  $s$ -поғоначаси ва ундан олдинги квант қаватнинг  $d$ -поғоначасидаги электронларнинг умумий сони тўртга тенг бўлгани учун аини элемент даврий системанинг тўртинчи группа қўшимча группачасига жойлашганлигини кўраимиз.

59. Асосий группача элементларида бир элементдан келгуси элементга ортиб борадиган битта электрон  $s$  ёки  $p$ -поғоначаларга, ёнаки группача элементларида эса асосан  $d$ -поғоначага жойлаша боради. Масалан, Na дан Mg га ўтганда элементларнинг электрон билан тўлиб бориши қуйидагича бўлади:



Асосий группа элементи Ca дан Se га ўтганда ортиб борадиган бир электрон  $3d$ -поғоначага жойлашади:



60. Мозли формуласи

$$\gamma = 2,48 \cdot 10^{15} (-1)^2$$

дан фойдаланиб, аввал  $K_\alpha$  — сериянинг максимумига мувофиқ келадиган рентген нурнинг частотаси  $\nu$  ни топамиз:

$$\nu = 2,45 \cdot 10^{15} (21 - 1)^2 = 2,45^{15} \cdot 10^{15} \cdot 400 = 9 \cdot 10^{17} \frac{\text{см}}{\text{сек}}$$

Сўнгра  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  формула асосида  $\lambda$  ни ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^{10} \cdot 10^8}{9 \cdot 10^{17}} = \frac{3 \cdot 10^{18}}{8 \cdot 10^{17}} = \frac{30}{9} = 3,3 \text{ \AA}$$

62. Хлорнинг электрманфийлиги олтингугуртга нисбатан каттароқ қийматга эга. Шунга кўра электронлар олтингугурт атомидан хлор атомлари томон силжийди. Бу бирикмада олтингугуртнинг оксидланиш даражаси +2 га, хлорники эса —1 га тенг.

63. Мишьякнинг электрманфийлиги олтингугуртга нисбатан кичик бўлгани учун  $\text{As}_2\text{S}_3$  да электронлар мишьяк атомидан олтингугурт атоми томон силжийди. Бу бирикмада мишьякнинг оксидланиш даражаси +3 га, олтингугуртники эса —2 га тенг.

64. Модда молекуласидаги боғнинг қутблиги билан унинг электрманфийлиги орасида маълум боғланиш бор. Уни қуйидаги формула ёрдамида ҳам тақрибан ҳисоблаш мумкин:

$$P_{MB} = \frac{\varepsilon_{MA} - \varepsilon_{MA}}{\varepsilon_{MA} - \varepsilon_{MB}} \cdot 100$$

бунда  $P_{MB}$  — АВ модда молекуласидаги боғнинг қутблиги.

$\varepsilon_{MA}$  ва  $\varepsilon_{MB}$  — А ва В моддаларнинг электрманфийликлари. Масалан, HF молекуласида H—F боғнинг қутблилиги қуйидагича топилади:

$$P_{HF} = \frac{4,1 - 2,1}{4,1 - 2,1} \cdot 100 = 32,3\%$$

бундан, HF молекуласидаги боғнинг 32,3% ионли боғланиш, қолган 67,7% эса ковалент боғланиш эканлиги маълум бўлади.

65. Сув (муз) молекуляр кристалл панжарага эга, у углероднинг атомли панжарасига қараганда анча осон емирилади.

66. Молекуляр кристалл панжарали моддалар паст температурада суюқланиши билан характерланади.

70. Реакциянинг тезлиги реакция учун олинган дастлабки моддалар ёки маҳсулотлар концентрацияларининг вақт бирлиги ичида ўзгариши билан ўлчанади. Гомоген реакция тезлигини топишда ҳажм бирлигида вақт бирлиги давомида химиявий жиҳатдан ўзгарган модданинг моль миқдорлари билан гетероген реакцияларда эса—бирор қаттиқ фаза сирти бирлигида вақт бирлиги мобайнида ўзгарган модданинг моль сонлари билан ўлчанади:

$$v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta n}{(v \Delta t)} \quad \text{ёки} \quad v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta C}{\Delta t}; \quad v_{\text{гетероген}} = \frac{\Delta n}{(s \cdot \Delta t)}$$

71. Эритма икки марта суюлтирилганда ҳар қайси модданинг концентрацияси икки марта камаяди. Демак, реакция тезлиги 4 марта камаяди.

72.  $[SO_2] = a$  ва  $[O_2] = b$  деб қабул қилсак,  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$  реакциянинг тезлиги  $V = R \cdot a^2 b$  бўлади; газ ҳажмининг 3 марта камайиши натижасида  $SO_2$  ва  $O_2$  нинг концентрацияси ҳам уч марта ошади:

$$[SO_2] = 3a; \quad [O_2] = 3b$$

у ҳолда

$$V^1 = K(3a)^2 \cdot 3b = 27a^2b$$

$V$  ва  $V^1$  ни таққослаш билан реакция тезлиги 27 марта ортиши аниқланади.

73. Температура ортганда реакциянинг тезлиги жуда кескин ортади. Бунинг сабаби шундаки, А ва В моддадан иборат реакцион системада А билан В орасидаги ҳар қандай тўқнашиш реакцияни амалга оширавермайди, балки дастлабки моддалар молекулаларида атомлараро боғланишни емириш учун етарли энергия запасига эга бўлган актив молекулалар орасидаги тўқнашувларгина реакцияни юзага чиқара олади. Нагижада дастлабки моддаларда реакция маҳсулотлари ҳосил бўлади. Де-

мак, ҳар қандай реакция ўзига хос энергетик ғов билан характерланади. Бу фақат актив молекулалар (яъни ўртача) молекуляр энергияга қараганда ортиқроқ энергия запасига эга молекулалар енгиб ўта олади, чунки фақат актив молекулалар орасидаги тўқнашувлар самарали бўлади. Температура кўтарилганида актив молекулалар сони тезда ортиб кетади. Шу сабабли реакция тезлиги ҳам ортади.

$$74. v_t = v_0 \gamma^{2/10} \quad \text{тенгламага мувофиқ}$$

$$v_{50} = \sqrt[10]{10} \cdot 4 \frac{50-10}{10} = v_{10} \cdot 4^4 = v_{10}^{\circ} \cdot 256$$

Демак, температура  $40^{\circ}$  кўтарилганида реакция тезлиги 256 марта ортади.

79.  $\text{CO}_2 + \text{H} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  реакцияси учун 5 моль  $\text{H}_2$  ва 1 моль  $\text{CO}_2$  олинган. Мувозанат қарор топганда реакциядан  $x$  моль  $\text{CO}$  ва  $x$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил бўлган бўлсин. Демак,  $\text{CO}_2$  нинг мувозанат вақтидаги миқдори  $(1-x)$  моль,  $\text{H}_2$  ники эса  $(5-x)$  моль бўлади. Ҳажмни 1 л деб қабул қилсак  $[\text{CO}_2] = (1-x) \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ ;  $[\text{H}_2] = (5-x) \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ ;  $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = x$

Мувозанат константа учун ифода ёзамиз:

$$K = \frac{x^2}{(1-x)(x-5)} = 0,83 \quad \text{ёки} \quad (1-x)(5-x) = x^2 \quad \text{ёки} \quad 5-5x-x-x^2 = x^2$$

Бундан  $6x = 5$ ,  $x = \frac{5}{6} = 0,83$  ёки 0,83%

Демак,  $\text{CO}_2$  нинг 83% реакцияга киришар экан.

81. Бу реакция учун мувозанат константасининг қиймати қуйидаги тенгламадан топилади:

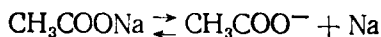
$$\frac{[\text{HJ}]^2}{[\text{H}^2][\text{J}_2]} = K$$

Реакцияга киришувчи моддалар концентрацияларининг мувозанат ҳолатидаги қийматини тенгламага қўйсак, мувозанат константаси топилади:  $K = \frac{0,08^2}{0,004 \cdot 0,025} = 64$  тенгламадан, бир молекула  $\text{H}_2$  ва бир молекула  $\text{J}_2$  дан икки молекула  $\text{HJ}$  ҳосил бўлиши кўриниб турибди. Демак, 0,08 моль  $\text{HJ}$  ҳосил бўлиши учун 0,04 моль  $\text{H}_2$  ва 0,04 моль  $\text{I}_2$  керак. Шундай қилиб, моддаларнинг дастлабки концентрациялари  $[\text{H}_2] = 0,004 - 0,04 = 0,044$  моль/л.  $[\text{I}_2] = 0,025 - 0,04 = 0,065$  моль/л.

84. Сирка кислотасининг диссоциланиш константаси

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Натрий ацетат  $\text{CH}_3\text{COONa}$  қуйидаги схема бўйича ацетат-ион  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ҳосил қилиб диссоциланади:



У эритмага қўшилганда ацетат ионнинг концентрацияси кўпаяди ва мувозанат диссоциланмаган молекулалар ҳосил бўлиш томонига силжийди.

Ўювчи натрий қўшилганда эритмага ортиқча  $\text{OH}^-$  ионлар киради, улар водород ионларини боғлаб, сув молекулаларига айлантиради. Эритмада водород ионларининг концентрацияси камаяди ва мувозанат ўнгга силжийди.

92. Эритма массасининг 10% 90 г бўлса, эритманинг 100% нинг массаси 900 г бўлади; бинобарин  $900 - 90 = 810$  г сув керак бўлади.

93. Ўювчи натрийнинг 10% ли эритмасининг солиштирма массаси 1,109 г/мл га тенг. Масса ( $m$ ), ҳажм ( $V$ ) ҳамда солиштирма массаси ( $d$ ) орасидаги боғланиш формуласидан фойдаланиб, 3 л эритманинг массаси ҳисоблаб топилади:

$$m = V \cdot d = 3000 \cdot 1,109 = 3327 \text{ г.}$$

Масаланинг шартига биноан, бу массанинг 10% ни ўювчи натрий ташкил қилиши керак. Демак, ўювчи натрийнинг 10% ли 3 л эритмасини тайёрлаш учун керак бўладиган қаттиқ ҳолатдаги ўювчи натрий

миқдори:  $\frac{3327 \cdot 10}{100} = 332,7$  г га тенг.

94. Калий нитратнинг молекуляр массаси 102 га тенглигидан фойдаланиб, унинг 1 литр 1 моляр эритмасини тайёрлаш учун 101 г  $\text{KNO}_3$  керак. Ундан 2 литр тайёрлаш учун  $2 \cdot 101 = 202$  г. калий нитрат керак бўлади.

95. Масала уч босқичда ечилади.

Дастлаб 1 литр (1000 мл) эритманинг массаси топилади. Бунинг учун  $m = Vd$  дан фойдаланиб,  $m = 1000 \cdot 1,31 = 1310$  г эканлиги аниқланади.

б) Бу массанинг неча фоизи нитрат кислота эканлиги ҳисобланади. Умумий масса 1310 г бўлса, эритманинг 50% ни ташкил қилган нитрат кислотанинг массаси:  $m = \frac{1310 \cdot 50}{100} = 655$  г бўлади.

в) нитрат кислотанинг молекуляр массаси 63 га тенг бўлганлиги учун 655 ни 63 га бўлинади:

$$\frac{655}{63} = 10,5 \text{ м.}$$

96. Бу масала ҳам уч босқичда ечилади.

а) 1000 мл эритманинг массаси топилади

$$m = Vd = 1000 \cdot 1,44 = 1440 \text{ г.}$$

б) 1 литр эритмадаги сульфат кислотанинг массаси топилади:

$$\begin{array}{r} 1440 \text{ г} - 100 \\ x - 34 \end{array}$$

$$\text{Бундан } x = \frac{1440 \cdot 34}{100} = 489,6 \text{ г.}$$



Сульфат кислотанинг эквивалент массаси  $49 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ . Шунинг учун 489,62 ни 49 моль га бўлиб, эритманинг нормаллиги топилади:

$$489,62 : 49 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 10 \text{ н.}$$

$$97. V_1 \cdot N_1 = V_2 N_2$$

$$V_1 = 25 \text{ мл. } N_1 = x; V_2 = 12,5 \text{ мл, } N_2 = 0,1$$

$$25 \cdot x = 12,5 \cdot 0,1$$

$$x = \frac{12,5 \cdot 0,1}{25} = 0,05 \text{ н.}$$

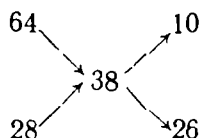
Демак, кислота эритмаси 0,05 н экан

98. Берилган эритмалар концентрацияси чап томонга, тайёрланиши керак бўлган эритмалар концентрацияси эса ўнг томонга ёзилади:



Тайёрланиши керак бўлган эритманинг концентрацияси дастлабки эритмалар концентрациялари оралигида бўлса, концентрацияси катта бўлганидан (64) тайёрланадиган концентрацияни айириб ташланади  $64 - 38 = 26$ . Кейин тайёрланадиган концентрациядан (38) суюлтирилган эритманинг концентрацияси (28) айириб ташланади:  $38 - 28 = 10$ . Натжа ўнг томонга ёзилади.

¶



Демак, 38% ли эритма тайёрлаш учун 64% ли эритманинг 10 масса қисмига 28% ли эритмадан 26 масса қисм аралаштириш керак.

99. Энг аввало 48 г тўйинган эритмада неча грамм сув борлиги топилади:  $48 - 28 = 20$  г.

20 г сувда 28 г модда эриган бўлса

100 г сувда  $x$  г модда эриган

$$x = \frac{28 \cdot 100}{20} = 140 \text{ г}$$

100.  $q = e \cdot m$  эритувчи  $\Delta t$  (бу ерда  $C$  — суяқликнинг солиштирма иссиқлик сифими,  $m$  — массаси,  $\Delta t$  — температура ўзгариши)  $\text{CH}_2\text{O} = 4,187 \text{ кЖ (г. град)}$  бўлгани учун  $\Delta t$  ва  $m$  қийматларини масала шартидан олиб,  $q$  учун қуйидаги қиймат топилади:

$$q = 4,187 \text{ кЖ (г.град)} \cdot 300 \text{ (г.град)} \cdot 2 = 2512 \text{ кЖ.}$$

Демак, 10 г KCl эриганида 2512 кЖ иссиқлик ютилса 742/моль KCl эриганда Q кЖ иссиқлик ютилади:

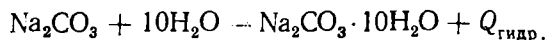
$$10 - 2512 \text{ кЖ}$$

Бунда: 74 — Q

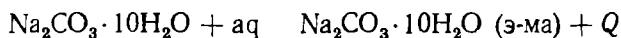
бундан:

$$Q = \frac{2512 \text{ кЖ} \cdot 74 \text{ г моль}}{10} = 18590 \text{ кЖ. мол}$$

101.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг сувда эриш жараёни икки босқичда боради деб қараш мумкин. Уларнинг бири  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг ўзига 10 молекула сув бириктириб олиши бўлса, иккинчиси ҳосил бўлган  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  нинг сувда эришидир. Биринчи босқичда иссиқлик чиқади, иккинчи босқичда иссиқлик ютилади. Биринчи босқични қуйидагича ёзамиз:



бу ерда  $Q_{\text{гидр.}}$  — сувсиз натрий карбонатнинг гидратланиш иссиқлиги. Иккинчи босқични эса



тенглама билан ифодаланади.

Умумий иссиқлик биринчи ва иккинчи жараёнларнинг иссиқликлари йиғиндисига тенг:

$$Q = Q_{\text{гидр}} + Q$$

$$\begin{aligned} \text{Бундан } Q_{\text{гидр}} &\neq Q - Q_1 \text{ демак, } Q_{\text{гидр}} = 25,10 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}} - \left( -66,94 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}} \right) = \\ &= 92,04 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}, \end{aligned}$$

102. Глюкозанинг молекуляр массаси 180.1 литр сувда 3,6 г, яъни  $\frac{3,6}{180} = 0,02$  моль. глюкоза эритилган. Топилган қийматлар Вант-Гофф тенгламасига қўйилса:

$$p = eRT = 0,02 \cdot 0,082(273 - 27) = 0,492 \text{ атм. келиб чиқади.}$$

103. Дастлаб 3,6 г глицерин ҳамда 360 г сувдаги моллар сони топилади. Глицериннинг бир моли 92 г, демак, унинг  $\frac{36,8}{92} = 0,4$  моль га тенг.

Сувнинг бир моли 18 г, унинг 360 грами  $\frac{360}{18} = 20$  моль га тенг.

Молларнинг умумий сони 0,4 — 20 = 20,4. Тегишли қийматлар тенглама  $\frac{P - \Delta P}{P_0} = \frac{n_2}{n_1 - n_2}$  га қўйилса,

$$\frac{P}{17,5} = \frac{0,4}{20,4}; \quad \Delta P = \frac{0,4 \cdot 17,5}{20,4} = 0,343 \text{ мм пасаяди}$$

бу ерда  $\Delta P = P_0 - P$ ;  $P_0$  — сувнинг буғ босими,  $P$  — эритманинг буғ босими.

$$104. \quad m = \frac{0,271 \cdot 1000}{400} = 0,677 \text{ г}$$

Сувнинг криоскопик константаси  $1,86^\circ$  га тенг.

$M = K \frac{m}{\Delta t}$  тенгламага тегишли қийматларни қўйиб, эриган модданинг молекуляр массасини топамиз.

$$M = \frac{1,86 \cdot 0,677}{0,037} = 34,06$$

Демак, эриган модданинг молекуляр массаси  $34,06 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$  га тенг экан.

105. Масала шартига мувофиқ, 98 г сувда 2 г глюкоза эриган. Сувнинг криоскопик константаси  $1,86^\circ\text{C}$  га, глюкозанинг молекуляр массаси 180 га тенг. Қийматларни тенгламага қўйсак:

$$\Delta t = K_{\text{к}} \cdot \frac{m_b \cdot 1000}{M m_2} = 1,86 \cdot \frac{2 \cdot 1000}{180 \cdot 98} = -0,21^\circ\text{C}$$

Демак, температура  $-0,21^\circ\text{C}$  га пасаяр экан.

106. 1000 г бензолга неча грамм нафталин тўғри келиши ҳисоблаб чиқилади:

$$m = \frac{20,48 \cdot 1000}{409} = 51,2 \text{ г.}$$

Нафталиннинг молекуляр массаси 128. Қайнаш температурасининг кўтарилиши  $\Delta t = 2,64 \cdot \frac{51,2}{128} = 1,056$ .

Демак, эритма  $81,156^\circ\text{C}$  да қайнайди.

111.  $P_{\text{осм.}} = CRT$

$$P_{\text{осм.}} = 0,01 \cdot 0,082 \cdot 273 = 0,224 \text{ атм.} \quad i = \frac{P_{\text{таж}}}{P_{\text{наз}}} = \frac{0,227}{0,229} = 1,013,$$

$n = 2$  лигини эътиборга олиб:

$$\alpha = \frac{1013 - 1}{2 - 1} = 0,013 \text{ ёки } 1,3\%$$

112.  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  кучлироқ электролит, чунки унинг радиуси  $\text{Mg}^{++}$  радиусининг радиусидан катта.

115.  $\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$  масала шартига кўра,

$$\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ ва } \text{Э}_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{1 \cdot 10^{-10}} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

116.  $283,43 \cdot 1000 = 2,83 \text{ мг/л}$  (бу ерда  $\text{Э}_{\text{BaSO}_4} \cdot \text{BaSO}_4$  нинг эрувчанлиги)

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[2,3 \cdot 10^{-5}] = -0,36 - 5 = 4,64$$

117. Аввал, водород ионларининг концентрацияси топилади:

$$C_{\text{H}^+} = C_{\text{M}} \cdot n^2$$

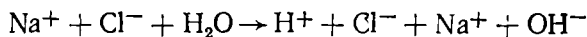
$$\alpha = 0,27, \quad C = 0,033; \quad \Pi = 3; \quad C_{\text{H}} = 0,033$$

$$3 \cdot 0,27 = 0,02673 = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ моль/ион-л.}$$

Сўнгра рН ҳисоблаб топилади:  $pH = -\lg[H^+] = -\lg(2,79 \cdot 10^{-2}) = 2,043 = 1,57$ .

119. а) NaCl кучли асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган туз. Бундай тузлар гидролизланмайди:  $NaCl + H_2O \rightarrow HCl + NaOH$

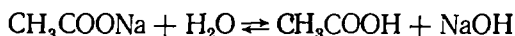
Бу тенглама ионли кўринишда ёзилса:



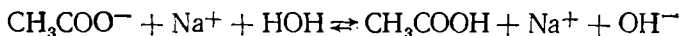
тенгламанинг ўнг ва чап қисмидаги ўхшаш ионлар қисқартирилса:  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  қолади.

Бу реакциянинг мувозанати ҳар доим чап томонга силжиган бўлади. Бундай эритманинг муҳити нейтралдир. Унинг рН-7 га тенг.

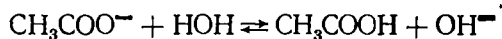
б)  $CH_3COONa$  кучли асос ва кучсиз кислотадан ҳосил бўлган туз гидролизга учраб, сувдаги эритманинг муҳитини ишқорий ҳолатга ( $pH > 7$ ) ўтказди:



Бу тенгламанинг ионли шакли:

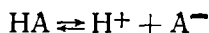


Бир хил ионлар қисқартирилса:



Масаланинг в) ва г) жавоблари ҳам шу тарзда ечилади.

120. Диссоциланиш тенгламаси



учун диссоциланиш константа топамиз:

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = 5 \cdot 10^{-6}$$

$[H^+] = x$  бўлсин, у ҳолда  $[A^-]$  ҳам  $x$  га тенг бўлади, чунки эритмада  $x$  дона заррача HA диссоциланганида  $xH^+$  ва  $xA^-$  ионлар ҳосил бўлади. HA нинг мувозанат қарор топган ҳолатдаги концентрацияси  $[HA]_m = 0,2 - x$ . Бу қийматларни тенгламага қўйсак:

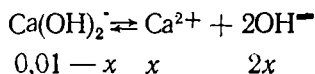
$$K = 5 \cdot 10^{-6} = \frac{x \cdot x}{0,2 - x}$$

Агар  $x$  ни 0,2 га нисбатан жуда кичик [миқдор, деб фараз қилсак, юқоридаги ифоданинг махражидagi  $x$  ни ташлаб юбориш мумкин. У ҳолда:

$$5 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,2}; x^2 = 0,2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ бундан } x = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

Демак, водород ионлар концентрацияси  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $pH = \lg 10^{-3} = 3$

121. Диссоциланиш тенгламасини ёзамиз.



$$0,01 - x \quad x \quad 2x$$

эритмада  $\text{OH}^-$  ионлар концентрацияси  $\text{Ca}^{2+}$  ионлар концентрацияси-дан 2 марта ортиқ бўлади. Демак,  $[\text{OH}^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] = 0,02 \text{ моль/л}$  маълумки  $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ ; бундан  $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0,02} = 5 \cdot 10^{-13}$ ;  $\text{pH} = -\lg(5 \cdot 10^{-13}) = 12,3$ ;  $\text{pOH} + \text{pH} = 14$  бундан;  $\text{pOH} = 1,7$  ёки  $\text{pOH} = -\lg 0,02 = 2 - 0,3 = 1,7$ .

124. а)  $2e$ ; б)  $3e$ ; в)  $1e$ ; г)  $2e$ ; д)  $1e$ .

125. а)  $\text{N}^{2+} + 5e \rightarrow \text{N}^{3-}$  (қайтарилади);  
 б)  $\text{S}^{+4} + 6e \rightarrow \text{S}^{2-}$  (қайтарилади);  
 в)  $\text{S}^{+6} + 2e \rightarrow \text{S}^{+4}$  (қайтарилади);  
 г)  $\text{S}^{2-} - 8e \rightarrow \text{S}^{+6}$  (оксидланади);  
 д)  $\text{N}^{3-} - 8e \rightarrow \text{N}^{+5}$  (оксидланади);  
 е)  $\text{N}^{+4} + 2e \rightarrow \text{N}^{2+}$  (қайтарилади);  
 ж)  $\text{Mn}^{4+} - 3e \rightarrow \text{Mn}^{7+}$  (оксидланади).

131. Қотишмалар — механик аралашмалар, интерметалл бирикмалар, қаттиқ эритмалар бўлиши мумкин.

132. Холат диаграммаси (22-расм) дан кўриниб турибдики, эвтетик қотишма таркибида 40% Cd ва 60% Bi бор. Берилган қотишмадаги кадмийнинг фоиз миқдори эвтетик қотишма таркибидаги висмутнинг фоиз миқдоридан кам бўлганлиги сабабли, кадмийнинг ҳаммаси эвтетика таркибига киради. Шунинг учун аввало, 3 кг қотишмада таркибида неча грамм кадмий борлигини ҳисоблаб топамиз:

$$\frac{3000 \cdot 30}{100} = 900 \text{ г}$$

Бундан 3 кг қотишма таркибидаги эвтетика миқдорини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$100 - 40 \quad x = \frac{900 \cdot 100}{40} = 2250 \text{ г.}$$

$$x - 90$$

136. Икки хил металл концентрацияси 1 моль/ион-л бўлган ўзининг тузи эритмасига ботирилганда ҳосил бўладиган гальваник элементнинг э.ю.к. иккала металнинг стандарт электрод потенциаллари орасидаги айирмага тенг бўлади: э.ю.к. =  $-0,23 - (-0,76) = 0,53$ , В чунки

$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^{\circ} = -0,25 \text{ В}, \quad E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = -0,76 \text{ В.}$$

137. Металлнинг ўз тузи эритмасига ботиришда металл ионининг концентрацияси 1 моль/ион-л дан катта ёки кичик бўлса, металл потенциали қиймати қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \text{ с}$$

бунда  $E_0$  (мис учун) = 0,34 В;  $n = 2$ .  $E = 0,34 + \frac{0,058}{3} \lg 10^{-2} = 0,281 \text{ В}$

138. Кадмий электроди учун  $E = E_0 = -40 \text{ В}$  га, симоб учун  $E^{\circ} = 0,86 \text{ В}$  га тенг.  $(-\text{Cd}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / (\text{Hg}/\text{NO}_3)_2 / \text{Hg}^+$  занжир асосида

тузилган гальваник элементнинг Э.Ю.К. қуйидагича топилади. э.ю.к. =  
= 0,86 - (-0,4) = 1,23 В.

140.  $\text{CuSO}_4$  да миснинг эквивалент массаси

$$63,54 : 2 = 31,77 \text{ г га тенг.}$$

Электролиз қонуни тенгламасига тегишли қийматларни:  $\mathcal{E} = 31,77$ ,  
 $i = 4$ ;  $t = 60 \cdot 60 = 3600$  ни қўйиб, ажралиб чиққан мис миқдорини то-  
памиз:

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot t}{96500} \text{ асосида } m = \frac{31,77 \cdot 4 \cdot 3600}{96500} = 4,77 \text{ г.}$$

141.  $m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{96500}$  бундан,  $t = \frac{96500}{\mathcal{E} \cdot i}$

Кумушнинг эквиваленти массаси 107,87 г/моль га тенг. Келтирилган  
тенгламага тегишли қийматлар:  $m = 5,3985$ ,  $\mathcal{E} = 107,87$ ;  $i = 8$  ни  
қўйилса,  $t = \frac{5,3935 \cdot 96500}{107,87 \cdot 8} = 603$  сек.

142.  $m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{96500}$ ; бундан  $\mathcal{E} = \frac{96500}{i \cdot t}$ ;  $i \cdot t = Q = 3880$  Кл (кулон).

Тенгламага тегишли қийматлар қўйилса;

$$\mathcal{E} = \frac{11,742 \cdot 96500}{3880} = 29,35 \text{ г/моль}$$

143.  $m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{26,8}$  ( $F = 96500$  Кл 26,8 ампер-соатга тенг.

бундан  $i = \frac{m \cdot 26,8}{\mathcal{E} \cdot t}$  тенгламага тегишли қийматлар ( $m = 4,74$  г;  $\mathcal{E} =$   
= 31,77;  $t = 1$  соат) қўйилса:

$$i = \frac{4,74 \cdot 26,8}{31,77 \cdot 1} = 4,3 \text{ А}$$

160. 55,8 кг натрий карбонат.

162. Нитрат кислотанинг 169 мл. 30% ли эритмаси. Бу масала-  
ни ечишда қуйидагиларни ҳисобга олиш лозим: а) нитрат кислота мис  
билан ҳам мис оксид билан ҳам реакцияга киришади; б) азот (II)-  
оксид нитрат кислотанинг мис билан реакциясидагина ажралиб чиқади  
демак, азот (II)-оксиднинг миқдорига қараб миснинг миқдорини ҳисоб-  
лаб топиш мумкин; в) масалани ечишда нитрат кислотанинг турли кон-  
центрациядаги зичликлари жадвалидан фойдаланиш лозим.

164. Бунга сабаб шуки, энергетик поғонанинг s- поғоначаси олдин-  
ги поғонанинг d-поғоначасидан энергетик жиҳатдан доимо афзал бўла-  
ди, шу сабабли s-поғонача олдинроқ тўлади?

165. 92%  $\text{MgCO}_3$

166. 0,672 л  $\text{H}_2$ .

168. Симоб сув, хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота  
билан реакцияга киришмайди. Фақат концентрланган сульфат кислота  
билан реакцияга киришади.

170. 72 г алюминий.

171. 118 г натрий алюминат ҳосил бўлади.

173. 15,5 кг темир.

174. 16,7%: 64,4 г HCl.

175. Сақлаб қўйилганда нитрат кислота аста-секин парчаланиб, сув ажратиб чиқаради, бу сув тўпланган сари эритмани суюлтиради.

180. Фтор учун  $D_{\text{хаво}} = \frac{38}{29} = 1,3$ ;  $D_{\text{H}_2} = \frac{38}{2} = 19$ .

хлор учун:  $D_{\text{Cl}_2} = \frac{71}{29} = 1,3$ ;  $D_{\text{H}_2} = \frac{71}{2} = 35,5$ .

181. 29,2% 12 м, 12N моляр ва нормал концентрацияларни дастлаб эритма ҳажмини аниқлаган ҳолда процент концентрация орқали ҳисоблаб топиш лозим.

182. 13,2%. Дастлаб икки бошланғич моддадан қайси бири ортиқча миқдорда эканлигини аниқлашни унитманг.

185. Газларни билиб олиш учун металл ҳолидаги литийдан фойдаланиш мумкин, у одатдаги шароитда ксслород билан бирикиб, оксид  $\text{Li}_2\text{O}$  ҳосил қилади, азот билан бирикканида нитрид  $\text{Li}_3\text{N}$  ҳосил қилади, аргон билан эса реакцияга киришмайди.

187. Титаннинг ташқи ва ташқидан олдинги қаватларининг электрон конфигурацияси  $3s^2 3p^6 3s^2 4s^2$ .

194. 593 кг.

196.  $\text{FeSO}_4$  ни  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  га айлантириш учун сульфат кислота иштирокида оксидловчи масалан, нитрат кислота таъсир эттириш керак.  $\text{FeCl}_3$  ни  $\text{FeCl}_2$  га айлантириш учун қайтарувчидан, масалан,  $\text{H}_2\text{S}$  дан фойдаланиш мумкин. Тузларни аниқлаш учун қизил қон тузи  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  сариқ қон тузи  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  калий роданит  $\text{KCNS}$  ва кумуш нитрат ишлатиш мумкин.

199. 352,4 кг чўян.

200. а)  $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

б)  $\text{Bi}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Bi}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

## ЖАДВАЛЛАР

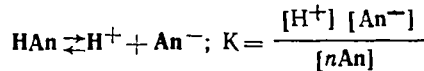
23-жадвал

### Халқаро (СИ) системанинг асосий бирликлари

Катталик номи	Бирлик белгиси
Уzunлик	l
Масса	m
Вақт	t
Электр ток кучи	i
Температура	T
Ёруғлик кучи	L
Модда миқдори	n
Метр	m
Килограмм	кг
Секунд	с
Ампер	А
Реакциянинг иссиқлик эффекти	Q
Моляр энтальпия	кГ/моль
Босим	P
Реакция тезлиги	моль/л

24-жадвал

### Баъзи электролитларнинг диссоциаланиш константаси Қислоталарнинг ионланиш константаси (298, 15К)



Номи	Формуласи	K <sub>a</sub>	pK = -lgK <sub>a</sub>
Нитрат	NNO <sub>3</sub>	4,36 · 10	-1,64
Нитрит	HNO <sub>2</sub>	6,9 · 10 <sup>-4</sup>	3,16
Борат	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	7,1 · 10 <sup>-10</sup>	9,15
Водород бромид	HBr	1 · 10 <sup>9</sup>	-9,0
Сув	H <sub>2</sub> O	1,8 · 10 <sup>-16</sup>	15,76
Водород йодид	HI	1 · 10 <sup>11</sup>	-11,0
Манганат	HMnO <sub>4</sub>	20 <sup>8</sup>	-8
Арсенат	H <sub>3</sub> ASO <sub>4</sub>	5,6 · 10 <sup>-3</sup>	2,25
Водород пероксид	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,0 · 10 <sup>-12</sup>	11,70
Сульфат	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 · 10 <sup>3</sup>	-3
Сульфит	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,4 · 10 <sup>-2</sup>	1,85
Сульфид	H <sub>2</sub> S	1,0 · 10 <sup>-7</sup>	6,99
Карбонат	CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	4,5 · 10 <sup>-7</sup>	6,35
Ацетат	CH <sub>3</sub> COOH	1,74 · 10 <sup>-5</sup>	4,76
Фосфат	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	7,1 · 10 <sup>-3</sup>	2,15



Сувда қийин эрийдиган моддаларнинг  
эрувчанлик кўпайтмаси

Моддалар	Эрувчанлик кўпайтмаси	Моддалар	Эрувчанлик кўпайтмаси
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-20}$	SrSO <sub>4</sub>	$2,8 \cdot 10^{-7}$
AgBr	$7,7 \cdot 10^{-13}$	HgCl <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-1}$
AgI	$1,5 \cdot 10^{-19}$	Mg(OH) <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-18}$
AgCN	$2,0 \cdot 10^{-12}$	MgS	$2,0 \cdot 10^{-12}$
AgCNS	$1,2 \cdot 10^{-12}$	Mg(OH) <sub>2</sub>	$4 \cdot 10^{-11}$
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$6,5 \cdot 10^{-12}$	MnS	$1,4 \cdot 10^{-15}$
BaCO <sub>3</sub>	$8,0 \cdot 10^{-9}$	Ni(OH) <sub>2</sub>	$1,6 \cdot 10^{-14}$
BaSO <sub>4</sub>	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCO <sub>3</sub>	$1,5 \cdot 10^{-12}$
CaCO <sub>3</sub>	$7 \cdot 10^{-9}$	PbCl <sub>2</sub>	$1,5 \cdot 10^{-13}$
CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$2,6 \cdot 10^{-9}$	PbI <sub>2</sub>	$1,7 \cdot 10^{-5}$
CaSO <sub>4</sub>	$6,1 \cdot 10^{-5}$	Pb(OH) <sub>2</sub>	$8,7 \cdot 10^{-4}$
CdS	$1,0 \cdot 10^{-20}$	PbS	$1,1 \cdot 10^{-29}$
Ca(OH) <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-18}$	PbSO <sub>4</sub>	$1,8 \cdot 10^{-8}$
Cu <sub>2</sub> S	$2,5 \cdot 10^{-50}$	Pb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-30}$
CuS	$4 \cdot 10^{-38}$	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Fe(OH) <sub>2</sub>	$4,8 \cdot 10^{-16}$	SnS	$1 \cdot 10^{-29}$
Fe(OH) <sub>3</sub>	$4 \cdot 10^{-23}$	Zn(OH) <sub>2</sub>	$4 \cdot 10^{-16}$
FeS	$4 \cdot 10^{-19}$	ZnS	$8 \cdot 10^{-26}$

Баъзи комплекс ионларнинг беқарорлик константаси

Комплекс ион	Беқарорлик константаси	Комплекс ион	Беқарорлик константаси
[AgCl <sub>2</sub> ] <sup>-1</sup>	$2,3 \cdot 10^{-6}$	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>-3</sup>	$1,0 \cdot 10^{-44}$
[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	$7,2 \cdot 10^{-8}$	[Fe(CNS) <sub>6</sub> ] <sup>-2</sup>	$3,8 \cdot 10^{-7}$
[Ag(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	$1,0 \cdot 10^{-13}$	[HgI <sub>4</sub> ] <sup>-2</sup>	$5,0 \cdot 10^{-31}$
[Ag(CN <sub>2</sub> )] <sup>-</sup>	$1,0 \cdot 10^{-21}$	[Hg(CN) <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	$4,0 \cdot 10^{-42}$
[Cd(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>+2</sup>	$1,0 \cdot 10^{-7}$	[Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>+2</sup>	$1,8 \cdot 10^{-9}$
[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>+2</sup>	$7,8 \cdot 10^{-6}$	[Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>+2</sup>	$3,5 \cdot 10^{-10}$
[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>+3</sup>	$6,2 \cdot 10^{-36}$	[Zn(CN) <sub>4</sub> ] <sup>-2</sup>	$2,0 \cdot 10^{-17}$
[Co(CNS) <sub>4</sub> ] <sup>-2</sup>	$1,0 \cdot 10^{-3}$	[Cu(CN) <sub>4</sub> ] <sup>-3</sup>	$5,0 \cdot 10^{-28}$
[CuCl <sub>4</sub> ] <sup>-2</sup>	$2,4 \cdot 10^{-6}$	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>-4</sup>	$1,0 \cdot 10^{-37}$
[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>+2</sup>	$2,1 \cdot 10^{-13}$		

Баъзи металлларнинг кучлиниш қатори ва  
стандарт электрод потенциаллари

Электрод	Стандарт электрод потенциаллари	Электрод	Стандарт электрод потенциаллари
Li <sup>+</sup> /Li	-3,02	Co <sup>++</sup> /Co	-0,28
Rb <sup>+</sup> /Rb	-2,99	Ni <sup>++</sup> /Ni	-0,25
K <sup>+</sup> /K	-2,92	Sn <sup>++</sup> /Sn	-0,13
Ba <sup>++</sup> /Ba	-2,90	H <sup>+</sup> /1/2H <sub>2</sub>	0
Sr <sup>++</sup> /Sr	-2,89	Sb <sup>+++</sup> /Sb	+0,20
Ca <sup>++</sup> /Ca	-2,87	Bi <sup>+++</sup> /Bi	+0,23
Na <sup>+</sup> /Na	-2,71	Cu <sup>++</sup> /Cu	+0,34
La <sup>+++</sup> /La	-2,37	Cu <sup>+</sup> /Cu	+0,52
Mg <sup>++</sup> /Mg	-2,34	[Hg <sub>2</sub> ] <sup>++</sup> /2Hg	+0,79
Zn <sup>++</sup> /Zn	-0,76	Ag <sup>+</sup> /Ag	+0,80
Cr <sup>+++</sup> /Cr	-0,71	Pd <sup>++</sup> /Pd	+0,83
Fe <sup>++</sup> /Fe	-0,44	Hg <sup>++</sup> /Hg	+0,86
Cd <sup>++</sup> /Cd	-0,40	Pt <sup>++</sup> /Pt	+1,20

Ҳар хил температурада баъзи тузларнинг эрувчанлиги

	Температура °C								
	0	10	20	30	40	50	60	80	100
CuSO <sub>4</sub>	12,9	14,8	17,2	20,0	22,8	25,1	28,1	34,9	42,4
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	4,68	7,5	11,1	15,4	20,6	25,9	31,2	41,1	50,5
KNO <sub>3</sub>	11,6	17,7	24,1	31,5	39,1	46,2	52,5	62,8	71,1
NH <sub>4</sub> Cl	23,0	25,0	27,1	29,3	31,4	33,5	35,6	39,6	43,6
NaCl	35,5	26,3	26,4	26,5	26,8	27,0	27,1	27,7	28,4
NaNO <sub>2</sub>	41,9	43,8	45,8	47,8	49,6	51,0	52,9	57,0	62,0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,9	8,5	10,0	11,5	13,1	14,2	15,4	17,6	19,4
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	23,8	25,1	26,6	28,8	31,4	34,3	37,1	42,2	47,1
NaNO <sub>3</sub>	72,7	44,6	46,8	49,0	51,2	53,3	55,5	59,7	64,5

25°C да баъзи моддаларнинг ҳосил бўлиш  
иссиқлиги (кЖ/моль)

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кристал.)	1670,7	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (крист.)	1115,0
CaO (кристал.)	634,7	FeS <sub>2</sub> (крист.)	162,3
CH <sub>4</sub> (газ)	74,9	H <sub>2</sub> O (газ)	241,8
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (газ)	225,5	H <sub>2</sub> O (сувоқ.)	286,2
CO (газ)	110,5	PbO (крист.)	217,6
CO <sub>2</sub> (газ)	393,3	SO <sub>2</sub> (газ)	297,0
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (крист.)	156,9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (сувоқ)	800,8
FeO (крист.)	816,71	MgSO <sub>4</sub> (крист.)	1278,2

Сулфат, нитрат ва ацетат кислота эритмаларининг  
фоиз миқдори ва солиштирма оғирлиги (г/мл)

Фоиз миқдори	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	Фоиз миқдори	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COOH
0	0,998	0,998	0,998	43	1,329	1,266	1,052
1	1,005	1,004	1,000	46	1,357	1,285	1,054
2	1,012	1,009	1,001	49	1,385	1,304	1,057
3	1,018	1,015	1,003	52	1,415	1,322	1,059
4	1,025	1,020	1,004	55	1,445	1,339	1,061
5	1,032	1,026	1,006	58	1,477	1,356	1,063
6	1,038	1,031	1,007	61	1,509	1,372	1,065
7	1,045	1,037	1,008	64	1,542	1,387	1,066
8	1,052	1,043	1,010	67	1,576	1,400	1,068
9	1,059	1,049	1,011	70	1,611	1,413	1,069
10	1,066	1,054	1,013	73	1,646	1,426	1,069
13	1,087	1,072	1,017	76	1,681	1,438	1,070
16	1,112	1,090	1,021	79	1,716	1,449	1,070
19	1,132	1,109	1,025	82	1,799	1,459	1,070
22	1,155	1,128	1,029	85	1,779	1,469	1,069
25	1,178	1,147	1,033	88	1,802	1,477	1,068
28	1,202	1,167	1,036	91	1,819	1,485	1,065
31	1,227	1,187	1,040	94	1,8312	1,441	1,062
34	1,252	1,207	1,043	97	1,8363	1,497	1,057
37	1,272	1,227	1,046	100	1,8305	1,513	1,050
40	1,303	1,246	1,049				

Туз ва асосларнинг сувда эрувчанлиги (18°C да)  
(1000 г сувда сувсиз модданинг грами кўрсатилган)

Катион Анион	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ti <sup>4+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
Cl <sup>-</sup>	35,9	33,0	77,8	0,0316	0,3	37,2	51,5	73,2	55,8	204	1,49
Br <sup>-</sup>	88,8	65,9	168,7	0,041	0,042	103,6	143,3	103,1	103,1	478	0,598
I <sup>-</sup>	177,9	137,5	161,5	0,635	6·10 <sup>-3</sup>	201	169,2	200	148,2	419	0,08
F <sup>-</sup>	4,44	92,6	0,27	195,4	72,1	0,16	0,12	1,6·10 <sup>-3</sup>	8,7·10 <sup>-3</sup>	5·10	0,06
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	84,0	30,3	71,4	213	8,91	8,74	66,3	121,8	74,3	117,8	51,7
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	97,0	6,6	313	12,25	3,69	35,4	174,9	179,3	126,4	183,9	150,6
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	36,7	6,38	152,5	0,59	0,30	0,8	30,0	85,2	42,9	58,4	1,3
IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8,33	7,62	80,4	0,004	0,059	0,05	0,25	0,25	6,87	0,83	2·10 <sup>-3</sup>
OH <sup>-</sup>	116,4	142,9	12,04	0,01	40,0	3,7	0,77	0,17	1·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	0,01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,83	11,11	35,6	0,55	4,74	2,3·10 <sup>-4</sup>	0,011	0,20	35,4	53,1	4,1·10
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	61,3	63,1	111,6	2,5·10 <sup>-3</sup>	6·10 <sup>-3</sup>	3,5·10 <sup>-4</sup>	0,12	0,4	73,0	—	2·10 <sup>-5</sup>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	19,39	108,0	1,3	0,003	4,95	2,3·10 <sup>-3</sup>	1,1·10 <sup>-3</sup>	1,3·10 <sup>-3</sup>	0,1	4·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-4</sup>

Ҳар хил температурада сув бугининг босими  
(мм. симоб устини)

Температура	Босим	Температура	Босим	Температура	Босим	Температура	Босим
0	4,58	25	23,76	50	92,5	75	289,1
1	4,93	26	25,21	51	97,2	76	301,4
2	5,29	27	26,74	52	102,1	77	314,1
3	5,69	28	28,35	53	107,2	79	327,3
4	6,10	29	30,04	54	112,5	79	341,0
5	6,54	30	31,82	55	118,0	80	355,1
6	7,01	31	33,79	56	123,8	81	369,7
7	7,51	32	35,66	57	129,8	82	384,9
8	8,05	33	37,73	58	136,1	83	400,6
9	8,61	34	39,89	59	142,6	84	416,8
10	9,21	35	42,18	60	149,4	85	433,6
11	9,84	36	44,56	61	156,4	86	450,9
12	10,51	37	47,07	62	163,8	87	468,7
13	11,23	38	49,69	63	171,4	88	487,1
14	11,99	39	54,44	64	179,3	89	506,1
15	12,79	40	55,32	65	187,5	90	525,7
16	13,63	41	58,34	66	196,1	91	546,0
17	14,53	42	61,50	67	204,9	92	566,9
18	15,48	43	64,80	68	214,2	93	588,6
19	16,48	44	68,26	69	223,7	94	610,9
20	17,54	45	71,88	70	233,7	95	633,9
21	18,65	46	75,65	71	243,9	96	657,6
22	19,83	47	79,60	72	254,6	97	682,0
23	21,07	48	83,71	73	265,7	98	707,2
24	22,38	49	88,02	74	277,2	99	733,2
						100	760,0

## Асосларнинг ионланиш константаси (29 8,15К)

Номи	Формуласи	$K_b$	$p^K = -\lg K_t$
Алюминий гидроксид	$Al(OH)_3$	$1,38 \cdot 10^{-9}$	8,86
Аммиак эритмаси	$NH_3 \cdot H_2O$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	4,755
Темир (II)-гидроксид	$Fe(OH)_2$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	3,89
Темир (III)-гидроксид	$Fe(OH)_3$	$1,82 \cdot 10^{-11}$	10,74
Кальций гидроксид	$Ca(OH)_2$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	1,40
Литий гидроксид	$LiOH$	$6,8 \cdot 10^{-1}$	0,17
Магний гидроксид	$Mg(OH)_2$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2,60
Мис гидроксид	$Cu(OH)_2$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	6,47
Натрий гидроксид	$NaOH$	5,9	0,77
Қурғоқин гидроксид	$Pb(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,30
Хром (III)-гидроксид	$Cr(OH)_3$	$1,02 \cdot 10^{-10}$	9,99
Рух гидроксид	$Zn(OH)_2$	$4 \cdot 10^{-5}$	4,4

## МУНДАРИЖА

Сўз боши

3

### I боб. Кимёнинг асосий тушунча ва қонунлари

1- §. Атом-молекуляр таълимот	5
2- §. Моддалар массасининг сақланиш қонуни	5
3- §. Таркибнинг доимийлик қонуни	5
4- §. Эквивалентлар қонуни	6
5- §. Авогадро қонуни	7
6- §. Д.л.тропия	8
7- §. Газ моддаларнинг молекуляр массасини аниқлаш	8
8- §. Элементларнинг атом массасини аниқлаш	11
9- §. Кимёвий формула	12
10- §. Кимёвий тенглама	13
11- §. Кимёвий реакцияларда энергетик ҳодисалар ва термокимёвий ҳисоблар	13
12- §. Энтропия ва энтальпия	15

### II боб. Анорганик бирикмаларнинг энг муҳим синфлари

1- §. Оксидлар	20
2- §. Кислоталар	20
3- §. Асслар	25
4- §. Тузлар	27
5- §. Комплекс бирикмалар	31

### III боб. Д. И. Менделеевнинг кимёвий элементлар даврий қонуни ва даврий системаси

1- §. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни	38
2- §. Кимёвий элементлар даврий системаси	39

### IV боб. Атом тузилиши

1- §. Атом мураккаб система	40
2- §. Атом тузилишининг нуклеар назарияси	41
3- §. Атом ядросининг заряди	42
4- §. Атом ядросининг сунъий йўл билан парчалаш. Атом ядросининг таркиби	43
5- §. Атом ядроларининг ҳосил бўлиш энергияси	44
6- §. Атом тузилиши назарияси	45
7- §. Атомларнинг электрон қаватлари	46
8- §. Атом тузилиши ва элементларнинг даврий системаси	50
9- §. Элементларнинг химиявий хоссалари ва даврий қонунининг ривожланиши	51

### V боб. Кимёвий боғланиш назарияси

1- §. Ионли боғланиш ёки электростатик ўзаро таъсир	53
2- §. Ковалент боғланиш	53
3- §. Кимёвий боғланишнинг ҳосил бўлиш механизми ҳақида, тушунча	54
4- §. Координатив боғланиш	55
5- §. Водород боғланиш	56
6- §. Қутбли ва қутбсиз молекулалар	57
7- §. Молекулалараро кучлар	59

### VI боб. Кимёвий кинетика ва кимёвий мувозанат

1- §. Химиявий реакцияларнинг тезлиги	59
2- §. Кимёвий мувозанат	63
3- §. Ле-Шателье қондаси	64
4- §. Катализ	65

## **VII боб. Эритмалар**

1- §. Эритмаларнинг асосий характеристикаси	69
2- §. Модданинг эриш иссиқлиги	69
3- §. Эрувчанлик	70
4- §. Эритмаларнинг концентрацияларини ифодалаш усуллари	70
5- §. Эритмаларда бўладиган диффузия ва осмос ҳодисалари	72
6- §. Эритманинг буғ босими	73
7- §. Эритманинг музлаш ва қайнаш температураси	74

## **VIII боб. Электродитлар эритмалари**

1- §. Электродитик диссоциланиш назарияси	75
2- §. Кислота, асос ва тузларнинг диссоциланиши	76
3- §. Электродитларнинг диссоциланиш даражаси	77
4- §. Босқичли диссоциланиш	79
5- §. Ионларнинг активлиги ҳақида тушунча	79
6- §. Эрувчанлик кўпайтмаси	80
7- §. Электродит эритмасидаги реакцияларнинг йўналиши	80
8- §. Сувнинг ион кўпайтмаси	81
9- §. Тузларнинг гидролизланиши	82

## **IX боб. Оксидланиш- қайтарилиш реакциялари**

1- §. Оксидланиш- қайтарилиш реакцияларининг моҳияти	86
2- §. Оксидланиш- қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузиш	88
3- §. Оксидланиш ва қайтарилиш реакцияларининг ионли тенгламаларини тузишнинг ион- электрон (ярим- реакциялар) усули	89

## **X боб. Металлар**

1- §. Металларнинг умумий хоссалари	93
2- §. Металларнинг кимёвий хоссалари	93
3- §. Металларнинг олиниши	96
4- §. Металл қотишмалар	97
5- §. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси	97

## **XI боб. Электрохимия асослари**

1- §. Гальваник элементлар	99
2- §. Электролиз ва электролиз қонунлари	102
3- §. Аккумуляторлар	102
4- §. Металларнинг коррозияга учраши	104

## **XII боб. Элементлар кимёси**

1- §. Водород. Олиниши, хоссалари	108
2- §. Сув	109
3- §. Водород изотоплари	110
4- §. Водород пероксид	110

## **XIII боб. I группа элементлари**

1- §. I группанинг асосий группача S- элементлар	113
2- §. I группанинг ёнаки группача элементлари.	115

## **XIV боб. II группа элементлари**

1- §. II группанинг асосий группачаси элементлари. S- элементлар	123
2- §. Сувнинг қаттиқлиги	125
3- §. Икки группанинг ёнаки группачаси элементлари (d элементлар)	126

## **XV боб. III группа элементлари**

1- §. III группанинг асосий группача элементлари. p- элементлар	132
2- §. III группанинг қўшимча элементлари. d- элементлар	137

<b>XVI боб. IV группа элементлари</b>	
1- §. IV группанинг асосий группачаси, <i>p</i> - элементлар	140
2- §. IV- группанинг ёнаки группача элементлари. <i>d</i> - элементлар	151
<b>XVII боб. V группа элементлари</b>	
1- §. V группанинг асосий группача элементлари. <i>p</i> - элементлар	153
2- §. Азотли ўғитлар. Фосфор	155
3- §. Мишьяк группачаси	156
<b>XVIII боб. VI группа элементлари</b>	
1- §. VI группанинг асосий группача элементлари. <i>p</i> - элементлар	162
2- §. VI группанинг ёнаки группача элементлари. ( <i>d</i> - элементлар)	169
<b>XIX боб. VII группа элементлари</b>	
1- §. VII группанинг асосий группача элементлари. <i>p</i> - элементлар	173
2- §. VII группанинг ёнаки группача элементлари. Марганец группачаси	178
<b>XX боб. VIII группа элементлари</b>	
1- §. VIII группанинг асосий группача элементлари	181
2- §. VIII группанинг ёнаки группача элементлари	182
<b>XXI боб. Жавобларнингизни текшириб кўринг</b>	
	191

*На узбекском языке*

Ташпулатов Юнус, Исхаков Шамахсуд

## КУРС НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Ташкент «Ўқитувчи» 1992

Махсус муҳаррир **Х. Раҳимов**  
 Муҳаррирлар: **Б. Акбаров, М. Одилова**  
 Бадий муҳаррир **Н. Е. Митирев**  
 Техмуҳаррир **Н. Винникова**  
 Мусаҳҳиҳ **М. Махсудова**

ИБ №5594

Теришга берилди 29.05.91. Босилшга руҳеат этилди 10.02.92. Формати 60×90<sup>1/16</sup>. Тип. коғози №2. Ҳагл 10 шпонсиз. Литературная гарнитураси. Юқори босма усулида босилди. Шартли .6л. 13,5+0,25 форзац. Шартли кр-отг 14,44. Нашр л. 55000. Зак. 2413. Баҳоси 21 с.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси 30. Шартнома 19- 260- 90.

Ўзбекистон Матбуот давлат комитетининг ижара пудратигади Тошкент полиграф комбинати. Тошкент, Навоий кўчаси 30. 1992.

Арендное предприятие ТПК Государственного комитета Республики Узбекистан. Ташкент, Навоий, 30.