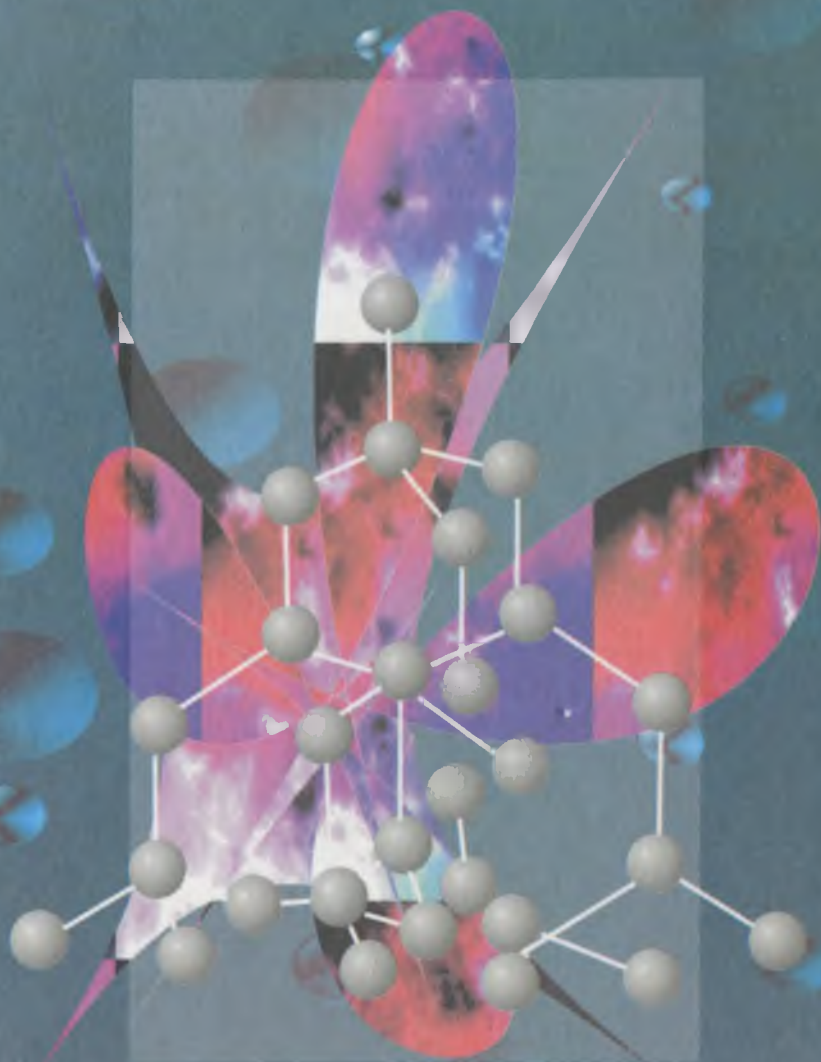


Q. AHMEROV, A. JALILOV, K. SAYFUTDINOV

UMUMIY VA ANORGANIK KIMYO



24.1
1798

Q. AHMEROV, A. JALILOV, R. SAYFUTDINOV

UMUMIY VA ANORGANIK KIMYO

QAYTA ISHLANGAN VA TO'LDIRILGAN
IKKINCHI NASHRI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi kimyoviy texnologiya, oziq-ovqat texno-
logiyasi va boshqa yo'nalishlar bo'yicha
bakalavrlarni tayyorlash uchun darslik
sifatida tavsiya etgan.*

335
705 T

QAYTA ISHLANGAN VA TO'LDIRILGAN
IKKINCHI NASHRI
689/6

TOSHKENT
NDKI Axborot-resurs markazi
Kimyo metallurgiya fakulteti
o'quv zali

24.1
A 98

Taqrizchilar: k.f.d., prof. — A. YO'LCHIHOYEV,
k.f.d., prof. — I. ISMOILOV

Muharrir *R. Tairova*

Ahmerov Q. va boshq.

A 98. Umumiy va anorganik kimyo. Kimyoviy texnologiya va biotexnologiya yo'nalishlari bo'yicha texnika fanlari bakalavrlarini tayyorlash uchun darslik /Q. Ahmerov, A. Jalilov, R. Sayfutdinov - T.: O'zbekiston, 2006. 472-b.

1,2. Avtordosh.

ISBN 5-640-03046-1

Mazkur darslik oliy texnika o'quv yurtlarining kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha), oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha) va turdosh yo'nalishlar bo'yicha bilim oladigan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, unda umumiy va anorganik kimyo fanidan nazariy qonun-qoidalar, ma'ruzalarda beriladigan materiallarga oid savollar, testlar, masala-misollar va mustaqil o'rganish uchun ma'lumotlar keltirilgan.

Darslikda keltirilgan ma'lumotlardan oliy texnika o'quv yurtlarining talabalari va magistrantlar foydalanishlari mumkin.

BBK 24.1ya73

№470-2006

Alisher Navoiy nomidagi
O'zbekiston milliy kutubxonasi.

A 1705000000-131 2006
M351(04)2006

© «O'ZBEKISTON» nashriyoti, 2003-y.

© «O'ZBEKISTON» NMIU, o'zgarishlari bilan, 2006-v.

SO'ZBOSHI

Mazkur darslik (2005-yilning eng yahshi darsliq va adabiyoti naminatsiyasi bo'yicha Respublika tanloida deb topilgan va diplom bilan taqdirlangan) O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tasdiqlangan dastur asosida tuzilgan bo'lib, oliy texnik yurtlarining turli yo'nalishlarida bilim olayotgan bakalavrlar uchun mo'ljallab yozilgan. U talabalar bilimlarini chuqurlashtirish auditoriyada va mustaqil ishlashlari uchun amaliy dastagidir. Unda o'qitishning reyting usulidan va test usulidan foydalanib umumiy kimyo asoslarini singdirish tutiladi. Tabiatda ro'y beruvchi jarayonlar, atmosfera koinotdagi o'zgarishlar, turli minerallarning hosil bo'lishidan bularidan kimyoviy xomashyo sifatida foydalanish sintezda qo'llanishini o'rgatish umumiy kimyo amaliyotiga yuklatiladi. Fanning nazariy masala va muammolari, qoidalari, gipotezalar, boshqa fanlar bilan uzviy bog'lanish va boshqalar tahlil qilinadi. Ko'p yillar davomida fanning rivojlanish tarixi, ilmiy va amaliy yutuqlari, munoziralar kelajakda hal qilinishi lozim bo'lgan texnologik yechimlar bilan bo'lajak bakalavrlarni tanishtirish, ularda ta'lim qiziqish uyg'otish hamda dastlabki ijodiy kurtaklarni qo'llab-quvvatlash fanning asosiy maqsadi hisoblanadi.

Fanni o'rganish natijasida talaba:

- kimyoning moddalar ishlab chiqarishdagi roli;
- atom tuzilishi nazariyalari;

24.1
A 98

Taqrizchilar: k.f.d., prof. — A. YO‘LCHIHOYEV,
k.f.d., prof. — I. ISMOILOV

Muharrir *R. Tairova*

Ahmerov Q. va boshq.

A 98. Umumiy va anorganik kimyo. Kimyoviy texnologiya va biotexnologiya yo‘nalishlari bo‘yicha texnika fanlari bakalavrlarini tayyorlash uchun darslik /Q. Ahmerov, A. Jalilov, R. Sayfutdinov - T.: O‘zbekiston, 2006. 472-b.

1,2. Avtordosh.

ISBN 5-640-03046-1

Mazkur darslik oliy texnika o‘quv yurtlarining kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo‘yicha), oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo‘yicha) va turdosh yo‘nalishlar bo‘yicha bilim oladigan talabalarga mo‘ljallangan bo‘lib, unda umumiy va anorganik kimyo fanidan nazariy qonun-qoidalar, ma‘ruzalarda beriladigan materiallarga oid savollar, testlar, masala-misollar va mustaqil o‘rganish uchun ma‘lumotlar keltirilgan.

Darslikda keltirilgan ma‘lumotlardan oliy texnika o‘quv yurtlarining talabalari va magistrantlar foydalanishlari mumkin.

BBK 24.1ya73

№470-2006

Alisher Navoiy nomidagi
O‘zbekiston milliy kutubxonasi.

A $\frac{1705000000-131}{M351(04)2006}$ 2006

© «O‘ZBEKISTON» nashriyoti, 2003-y.

© «O‘ZBEKISTON» NMIU, o‘zgarishlari bilan, 2006-v.

SO‘ZBOSHI

Mazkur darslik (2005-yilning eng yahshi darsligi va o‘quv adabiyoti naminatsiyasi bo‘yicha Respublika tanlovida g‘olib deb topilgan va diplom bilan taqdirlangan) O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan dastur asosida tuzilgan bo‘lib, oliy texnika o‘quv yurtlarining turli yo‘nalishlarida bilim olayotgan bakalavrlarga mo‘ljallab yozilgan. U talabalar bilimlarini chuqurlashtirish, auditoriyada va mustaqil ishlashlari uchun amaliy yordam dastagidir. Unda o‘qitishning reyting usulidan va test nazoratidan foydalanib umumiy kimyo asoslarini singdirish ko‘zda tutiladi. Tabiatda ro‘y beruvchi jarayonlar, atmosfera va koinotdagi o‘zgarishlar, turli minerallarning hosil bo‘lishi, bulardan kimyoviy xomashyo sifatida foydalanish hamda sintezda qo‘llanishini o‘rgatish umumiy kimyo zimmasiga yuklatiladi. Fanning nazariy masala va muammolari, qonun-qoidalari, gipotezalar, boshqa fanlar bilan uzviy bog‘liqligi va boshqalar tahlil qilinadi. Ko‘p yillar davomida kimyoning rivojlanish tarixi, ilmiy va amaliy yutuqlari, muammolari, kelajakda hal qilinishi lozim bo‘lgan texnologik yechim asoslari bilan bo‘lajak bakalavrlarni tanishtirish, ularda bu ishlarga qiziqish uyg‘otish hamda dastlabki ijodiy kurtaklarni o‘stirish fanning asosiy maqsadi hisoblanadi.

Fanni o‘rganish natijasida talaba:

- kimyoning moddalar ishlab chiqarishdagi salmog‘i;
- atom tuzilishi nazariyalari;

— D. I. Mendeleevning davriy qonuni va kimyoviy bog‘lanish;

— molekular tuzilishi va kimyoviy bog‘lanish;

— kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlari;

— eritmalar xossalari, konsentratsiyalarni ifodalash usullari;

— elektrokimyoviy jarayonlar;

— koordinatsion birikmalar, nomenklaturasi, klassifikatsiyasi, olinishi va ahamiyati;

— elementlarning elektron formulalari, tabiatda uchraydigan asosiy birikmalarining olinish usullari, fizik-kimyoviy xossalari, xalq xo‘jaligi uchun ahamiyatli birikmalari to‘g‘risida ma‘lumotlar;

— atmosferaning ekologik vaziyati va uning kimyo sanoati bilan uzviy bog‘liqligi haqidagi dastlabki bilimlarni egallashi lozim bo‘ladi.

Darslikdagi ma‘lumotlar, o‘lchov birliklari, fizik-kimyoviy doimiylar Xalqaro SI sistemasida berildi, hozirgi zamon fani erishgan yutuqlar tegishli boblarda o‘z ifodasini topdi. Koordinatsion birikmalar, bioanorganik kimyo, ekologiya va boshqa ba‘zi yo‘nalishlar bo‘yicha yangi ma‘lumotlar berildi. Bular bilan bir qatorda atom, molekula, kimyoviy element tushunchalari va birikmalarining xossalari zamonaviy tahlilda talqin qilindi.

Mualliflar darslik haqida o‘z fikr va mulohazalarini bildirgan hamda maslahatlarini ayamagan kitobxonlarga o‘z minnatdorchiligini bildiradi.

KIRISH

Materiya va uning harakati. (*Materia* — lat. modda ma'nosini anglatuvchi obyektiv borliq.) Materiya tevarakatrofimizni o'rab turadi, moddalar turli ko'rinishda mavjud obyekt va sistemalar holida, xususiyat, aloqa, munosabat hamda harakat shakllarining asosi sifatida mavjud. Materiya tabiatda bevosita ko'z bilan ko'radigan narsa va jismlargina emas, balki ilmiy-texnika taraqqiyotining o'sishi natijasida kelajakda aniqlanishi mumkin bo'lgan narsalarni ham o'z ichiga oladi. Butun olamdagi narsalar harakatdagi materiyaning ko'rinishidir. Materiyaning abadiyligi, uning yo'qdan bor bo'lmasligi va izsiz yo'qolib ketmasligi minglab yillar davomida isbotlandi.

Materiya qator universal xususiyatlarga ega. Dunyoning moddiy birligi ham uning ana shu xususiyatlarida o'z aksini topadi. Materiyaning vaqtda abadiy mavjudligi hamda fazoda cheksizligi, strukturalarining bitmas-tuganmasligi uning universal xususiyatlari qatoriga kiradi.

Materiya harakatining shakllari turli-tumandir. Jismlarni isitish va sovitish, nurlanish, qorning erib suvga aylanishi, suvning muzga o'tishi, kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga va ba'zi jarayonlarda ajraluvchi issiqlik energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi, kosmik hodisalar, biologik jarayonlar shular jumlasidandir. Bunday aylanish va o'zgarishlar materiya harakati ko'rinishlarining birligi va uzluksiz bog'liqligidan dalolat beradi. Materiya harakatining bir ko'rinishdan ikkinchi

ko‘rinishga o‘tishi tabiatning asosiy qonuni — materiya va uning harakati abadiyligi qonunidan kelib chiqadi.

Har bir fan materiya harakatining asosiy ko‘rinishini: kimyo — moddalar, ularning tarkibi, xossalari, tuzilishi va ularda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlarni o‘rganuvchi fan hisoblanadi.

Materiyaning ma‘lum fizik xossalarga ega bo‘lgan har bir ko‘rinishi, masalan, kimyo fanida suv, temir, tosh, qum, kislorod, azot va boshqalar **modda** deyiladi. Alyuminiy kumushrang yengil metall bo‘lib, zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$, yoqlari markazlashgan kub panjarada kristallanadi, $658,6^\circ\text{C}$ da eriydi, 2447°C da qaynaydi. Bularning hammasi alyuminiyga xos fizik xossalardir.

Moddaning fazoda chegaralangan qismi **jism** deb ataladi. Bu moddaga nisbatan nisbiy tushuncha bo‘lib, aniq bir narsani anglatadi. Alyuminiydan yasalgan qoshiq, idish-tovoqlar, samolyot qismlari sim yoki qurilish materiali jismga misol bo‘la oladi. Modda iborasi jism tushunchasiga nisbatan umumiydir.

Hozirgi vaqtda moddalar to‘rt guruhga: elementar zarrachalar, oddiy moddalar, murakkab moddalar (kimyoviy birikmalar) hamda aralashmalarga bo‘lib o‘rganiladi.

Elektron, proton, neytron, pozitron, neytrino, mezon, myuon va boshqalar **elementar zarrachalarni** tashkil qiladi. Hozirgi vaqtda ularning soni 100 dan ortadi. Oddiy moddalar kimyoviy elementning erkin holda mavjud bo‘la oladigan bir turidir. **Murakkab moddalar** (kimyoviy birikmalar) ma‘lum nisbatlarda ikki yoki undan ortiq elementning o‘zaro birikishi natijasida vujudga keladi. Bunday moddalar tabiatda ko‘p uchraydi. **Aralashmalar** ham tabiatda ko‘p tarqalgan, biroq ular o‘z xossalari bilan kimyoviy birikmalardan farq qiladi. Ba’zi aralashmalardagi alohida modda miqdorini optik mikroskoplarda ham aniqlab bo‘lmaydi. Aralashmalarga tog‘ jinslari, loyqa va mineral qazilma boyliklari misol bo‘la oladi.

Kimyo tarixidan qisqacha ma‘lumot. Mamlakatimizda kimyo fani va sanoatining rivojlanishi.

Kimyo inson amaliy faoliyatining mahsuli sifatida vujudga kelgan fundamental fanlarning biridir. Yashash uchun bo‘lgan

kurashda inson Yer yuzida vujudga keluvchi hodisalarni o'rgandi, tabiiy boyliklardan foydalandi, bularni bir-biriga aylanishini o'yladi. Rudalardan metallarni ajratishni o'rgandi, qotishmalar tayyorladi, bulardan turli buyumlar yasadi. Shishani eritib, undan turli buyumlar tayyorladi. Qadimiy Misrda kimyoviy jarayonlarga asoslangan mahsulotlar tayyorlanganligi tarixdan ma'lum. Toza temir ishlab chiqarish, rangli shisha tayyorlash, terini oshlash, o'simliklardan dori-darmon sifatida foydalanish, bo'yoq chiqarish, hidli moddalar komponentlarini yetkazish va boshqalarni bilganlar. Shu bois ham kimyo faniga Misrda asos solinganligi haqida ma'lumotlar bor. Ana shu davrlarda kimyoviy jarayonlardan Xitoy, Hindiston, Movarounnahr va ularga yaqin mamlakatlarda ham qo'llanilganligi ma'lum. Necha ming yillik qazilma topilmalar orasidagi keramik buyumlar, qog'oz, bo'yoq va boshqa ashyoviy dalillar fikrimiz isbotidir.

Qadimda olimlar tabiiy hodisalarni o'rganar ekanlar atrofdagi materiya tuzilishiga ahamiyat berdilar, uni o'zgartirishga va o'z ehtiyojlariga moslashtirishga urindilar. Bu borada yunon olimlarining xizmati katta bo'ldi. Ular fikricha, moddalarning asosi yagona bo'lib, turli-tuman ko'rinishda namoyon bo'ladi. Suv, havo, olov, keyinroq ular qatoriga tuproqni qo'shib, elementlarga nom (Empedokl) berishdi. Shu davrda materiya tuzilishini falsafiy jihatdan tushuntiruvchi yo'nalish ham vujudga keldi. Mazkur yo'nalishning mashhur vakili bo'lgan Demokrit tabiatdagi barcha jismlar mayda, qattiq va bo'linmas zarrachalardan tashkil topganligi haqida fikr bildirib, bularni atomlar deb ataganligi ma'lum.

O'рта asrlarda fan alkimyogarlari tomonidan rivojlantirishga harakat qilindi. Arab alkimyogarlari bu borada munosib hissa qo'shishdi, ammo Yevro'pa alkimyosida vujudga kelgan ma'lum oqimlar fan rivojiga salbiy ta'sirini o'tkazib keldi. Kimyo fani rivojlanishi faqat Uyg'onish davriga kelib o'zining to'g'ri ilmiy yo'liga tushib oldi. Yadrokimyo asoschisi Paratselsning kimyoviy preparatlardan meditsinada muvaffaqiyatli foydalanishi boshqa sohalarga o'z ta'sirini o'tkazdi. Agrikola ishlari tufayli kimyoviy jarayonlar metallurgiyaga kirib keldi.

XVII asrga kelib fan tabiat hodisalarini o'rganishning xolastik yondashuvlardan voz kechdi hamda o'zining tajribaga asoslangan xulosalariga suyana boshladi. Bunda R. Boyl ishlarining ahamiyati katta bo'ldi. U birinchi bo'lib fan tajriba va undan kelib chiquvchi qonuniyatlarning mujassamlashuvidan kelib chiquvchi fikrlarni ilgari surdi. U kimyogarning vazifasi tajriba g'ilish, natijalarni tahlil qilgan holda nazariya yaratish mumkinligini uqtirdi.

Vujudga kelgan flogistan nazariyasi ham barbod bo'ldi. Ana shundan so'nggina fan to'g'ri yo'lga tusha boshladi.

Kimyoning alohida fan bo'lib ajralib chiqishida (XIX asr) massaning saqlanish qonuniga suyanildi: **reaksiyaga kirishgan moddalarning massasi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning massasiga teng.**

Bunda M.V. Lomonosov bilan A. Lavuazyening xizmatlari katta bo'ldi. Lavuazye kimyoviy reaksiyalarda moddalarning umumiy massasigina emas, balki o'zaro birikayotgan moddalar tarkibiga kiruvchi har bir element massasi ham saqlanishini isbotladi. 1905-yili A. Eynshteyn jism massasi (m) va energiyasi (E) orasida quyidagi nisbat bilan ifodalanuvchi bog'lanish borligini ko'rsatdi:

$$E = mc^2$$

bu yerda, c — nurning vakuumdagi tezligi, u $2,997925 \cdot 10^8$ m/s yoki taxminan 300000 km/s ga teng. Bu Eynshteyn tenglamasi nomi bilan ma'lum: massa o'zgarganda tegishli energiya ham o'zgaradi.

1861-yili A.M. Butlerov tomonidan kimyoviy tuzilish nazariyasining kashf etilishi va 1869-yili D.I. Mendeleev tomonidan elementlar davriy sistemasining e'lon qilinishi kimyoning rivojlanishiga buyuk hissa bo'lib qo'shildi. Ushbu kashfiyotlar tufayli 40 dan ortiq yangi element topildi, ming-minglab yangi sintezlar amalga oshirildi, tabiat yaratmagan ajoyib xossali birikmalar vujudga keltirildi. O'tda kuymaydigan polimerlar, hosildorlikni oshiruvchi organik va mineral o'g'itlar, qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi ishlatiladigan gerbitsidlar, dori-darmon, sintetik kiyim-kechak, suv ostida ishlatishga mo'ljallangan kabel simlar kimyo tufayli vujudga keldi.

O'tgan asrning 40-yillaridan boshlab Vatanimizda o'g'it sanoati uchun asos bo'lgan ammiak ming tonnalab ishlab chiqarila boshlandi, ko'plab sement, qurilish materiallari, tibbiyot va qishloq xo'jaligi preparatlari yaratildi. Hozir kimyo sanoati ishlab chiqarayotgan mahsulotlardan foydalanmayotgan biror sohani ko'rsatish qiyin.

Kimyo fani va sanoatining katta odimlar bilan rivojlana-yotganligi boshqa sohalarning rivojiga ham ijobiy ta'sir etmoqda. Qator yirik kimyo ishlab chiqarish birlashmalari, o'nlab zavodlar, sex va korxonalar turli xil mahsulotlar ishlab chiqarmoqda. Bu korxonalarda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar chet ellarda ham ma'lum va mashhurdir. Respublikamizda joylashgan 5 ta kimyo yo'nalishidagi ilmiy-tadqiqot instituti, oliy o'quv yurtlaridagi fakultet, kafedra va tarmoq ilmiy tashkilotlarida kimyo muammolari hal etilmoqda.

Mamlakatimizda kimyo fani va sanoatini jadal rivojlanti-rish, xususan kimyo korxonalarining quvvatini yanada oshirish, mahsulot sifatini ko'tarish, oziq-ovqat mahsulot-larini ko'paytirish, kimyo yutuqlaridan amaliy foydalanish vazifalari turibdi. Tabiiy gaz, toshko'mir, neft, kondensat va boshqa xomashyolardan foydalanish samarasi ko'tarilmoqda. Biotexnologiya rivojlantirildi, chiqitsiz texnologiyaga keng yo'l ochildi, chorvachilik mahsulotlarining mahsuldorligi, qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligini oshirish uchun kimyoviy vositalar ko'plab ishlab chiqarilmoqda. Qisqacha qilib aytganda, kimyo yutuqlaridan xalq xo'jaligining barcha sohalorida ko'p va samarali foydalanilmoqda.

Kimyoning stexiometrik qonunlari

Tarkibning doimiylik qonuni. Biror toza moddaning turli namunalari analiz qilinar ekan, doimo bir xil natijalarga ega bo'linadi. Masalan, yaxshilab tozalangan okean suvi, daryo suvi, dengiz suvi, quduq suvi, ko'l suvi, yog'och yondirilganda yoki murakkab modda parchalanganda hosil bo'luvchi suv —tajribada 1 qism vodorodga 8 qism kislorod to'g'ri keladi. Uglerod monoksid yoki uglerod dioksid turli yo'llar bilan olinsalarda ular tarkibi bir xilligicha qolaveradi. Boshqa

har qanday modda uchun ham shunday natijani ko'rish mumkin, ya'ni:

Mazkur kimyoviy birikma qanday usul va sharoitda olinishidan qat'i nazar bir xil tarkibga ega bo'ladi. Bu qoida tarkibning doimiylik qonuni deb ataladi. Mazkur qonun Prust nomi bilan bog'liqdir.

Ekvivalentlar qonuni. XIX asrda kimyoviy birikmalar tarkibi va o'zaro birikkan elementlarning miqdoriy nisbatlariga ahamiyat berildi. Ingliz olimi J. Dalton kimyoviy elementlarning muayyan miqdordagina o'zaro birika olishini aniqladi va mazkur miqdorlarni «birikuvchi miqdorlar» sifatida ta'rifladi. Vaqt o'tishi va fanning rivojlanishi orqasida bu ibora o'rniga ekvivalent iborasi ishlatila boshlandi. Masalan, suvda 1,008 massa qism vodorodga 8 massa qism kislorod to'g'ri keladi. 1,008 massa qism vodorod uning ekvivalenti sifatida qabul qilingan bo'lib, bu miqdor bilan birikuvchi sakkiz massa qism kislorodning bir ekvivalentidir. O'zga elementlar ekvivalentlarini aniqlashda vodorod bilan kislorod elementlarining ekvivalentlari birlik sifatida qabul qilingan. Har bir elementning 8 massa qism kislorod yoki 1,008 massa qism vodorod bilan birika oladigan miqdori mazkur elementning **ekvivalenti** deyiladi. Masalan: 1,008 massa qism vodorod bilan 18,9984 (yaxlitlanganda 19) massa qism ftor birikadi yoki almashinadi, bundan ftor elementining ekvivalenti 19 ga tengligi ma'lum bo'ladi. Shu yo'l bilan natriy elementi uchun uning ekvivalentini 23 ga, kaliyniki 39 ga teng qilib olinadi.

Ekvivalent so'zi teng miqdorli, teng qiymatli degan ma'noni anglatadi. Xulosa qilib aytganda, elementlarning bunday miqdorlari qoldiqsiz birikishi va almashinishi mumkin. Shu asosda ekvivalentlar qonuni vujudga keldi, u shunday ta'riflanadi:

Elementlar o'z ekvivalentlariga proporsional miqdorda o'zaro birikadi va almashinadi.

Ekvivalent iborasi qisqacha E harfi bilan belgilanadi. Ba'zi elementlarning ekvivalenti turli miqdorlarda bo'ladi. Masalan, uglerod yonganda (oksidlanganda) kislorod mo'l bo'lsa uglerod dioksid (CO_2), kamroq bo'lsa uglerod monoksid (CO) hosil bo'ladi. Bu birikmalarda uglerod ekvivalenti tegishli 3 va

6 bo'ladi. Bu ekvivalentlar o'zaro hamisha kichik va butun sonlar nisbatida, masalan, 3:6=1:2 kabi nisbatda bo'ladi. Ekvivalent tushunchasini qator murakkab moddalar (kislota, asos, tuzlar) ga ham tatbiq qilish mumkin.

Kislotaning metallarga almashina oluvchi 1,008 massa qismining vodorodli miqdori mazkur kislotaning ekvivalenti sifatida qabul qilinadi. Xlorid kislotaning ekvivalenti $E_{\text{HCl}}=36,461$ bo'lganidan uning ekvivalenti o'zining molekulyar massasiga teng deb olinadi.

Quyida ba'zi kislotalarning ekvivalenti keltirilgan:

$$E_{\text{HNO}_3} = \frac{M}{1} = \frac{63,0146}{1} = 63,0146;$$

$$E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{M}{2} = \frac{98,077}{2} = 49,039;$$

$$E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{M}{3} = \frac{97,9953}{3} = 32,665.$$

Asos va tuzlarning ekvivalentlari ularning bir ekvivalent metallar to'g'ri keladigan miqdorlaridir:

$$E_{\text{KCl}} = \frac{M}{1} = \frac{74,55}{1} = 74,55 ;$$

$$E_{\text{MgCl}_2} = \frac{M}{2} = \frac{95,218}{2} = 47,609 ;$$

$$E_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{M}{2 \cdot 3} = \frac{342}{6} = 57 ;$$

$$E_{\text{KOH}} = \frac{M}{1} = \frac{56,1811}{1} = 56,1811 ;$$

$$E_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = \frac{M}{2} = \frac{171,4982}{2} = 85,7491 ;$$

$$E_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{M}{3} = \frac{234}{3} = 78.$$

Hajmiy nisbatlar qonuni.

Havo isitilganda kengayadi, shunda uning zichligi kamayadi. Shu bois ham issiq havo bilan to'ldirilgan havo sharlari havoga ko'tariladi. Bunday o'zgarishni o'z tajribalarida (shu jumladan, havo sharlarida ham) sezgan fransiyalik olimlar

Gey-Lyussak (1778—1850) bilan Jak Sharl (1746—1825) issiqlikning gaz bosimiga ta'sirini miqdoriy jihatdan birinchi bo'lib o'Ichadilar. Reaksiyaga kirishayotgan va reaksiya natijasida hosil bo'layotgan gazlarning hajmlarini o'Ichab, Gey-Lyussak o'zining hajmiy nisbatlar qonunini quyidagicha ta'rifladi:

Kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gazlarning hajmlari o'zaro va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazlarning hajmlari bilan oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo'ladi.

Bitta gazning har xil temperatura va hajmdagi namunalarini (faqat doimiy bosimda) solishtirib, Gey-Lyussak qonuni uchun quyidagi matematik ifodani qo'llasa bo'ladi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

bu yerda: V_1 , V_2 — gazning turli temperaturadagi hajmi; T_1 , T_2 — temperaturalarning miqdoriy sonlari; P_1 , P_2 — gazning turli temperaturadagi bosimi.

Masalan, ikki hajm vodorod bir hajm kislorod bilan yuqori haroratda birikkanda 2 hajm suv bug'i hosil bo'ladi (bir xil harorat va bosimda). Bu qonun Avogadro qonuni asosida juda oson izohlanishi mumkin. Buni o'sha suv misolida tushuntirsa bo'ladi. 2 hajm vodorod bilan 1 hajm kislorod o'zaro reaksiyaga kirishib, ikki hajm suv bug'ini hosil qilishini tushuntiraylik. Kislorod va vodorodning har qaysi molekulasi ikki atomdan tashkil topgan bo'lib, kislorodning bir molekulasi vodorodning ikki molekulasi bilan birikadi va bir molekula suv hosil qiladi, demak, quyidagi reaksiya amalga oshadi:



Avogadro qonuni. Italyan olimi Amedeo Avogadro birikmalarning sifat va miqdoriy tarkibini ular hosil qiladigan gazsimon moddalar hajmlari nisbatidan sistemali ravishda aniqlashni boshlab berdi. Natijada u qator gazlarning formulalarini to'g'ri aniqlashga erishdi. Avogadro vodorod, azot va kislorod atom holda emas, balki ikki atomli molekular holida mavjud bo'lishini amalda ko'rsatdi. U gazlarning molekulyar massalarining nisbiy massalarini aniqlashning oddiy hamda ishonchli usulini topdi. Molekulani

moddaning eng kichik zarrachasi sifatida qabul qilib, moddaning barcha xossalarini o'zida namoyon qiluvchi bu zarracha o'zida atomni ham mujassamlaganini bilgan holda masalani to'g'ri hal qildi. Shunda u 1811-yili o'z qonunini quyidagi ko'rinishda e'lon qildi:

Bir xil temperatura va bosimda olingan gazlarning baravar hajmida bo'lgan molekular soni teng bo'ladi.

Fransuz fizigi Perren atom va molekular avval mavjudligini tekshirish maqsadida olib borgan tajribalariga asoslanib zarrachalarda doimiy harakat mavjudligini isbotladi. Suspenziyadagi zarrachalarning o'rtacha tezligini aniqladi, kinetik energiyasini hisoblashga muvaffaq bo'ldi. Zarrachalar kinetik energiyasi gaz molekulari kinetik energiyasiga mos tushib kinetik nazariyasini tasdiqladi. Perren zarrachalari vodorod molekulariga qaraganda 10^{12} baravar og'ir bo'lishiga qaramay, ularning kinetik energiyasi deyarli bir xil chiqdi. Mana shu ma'lumotlar atom va molekularning real mavjudligini to'raligicha isbotladi. Perren tajribalari bir gramm-molekular gazdagi molekular sonini hisoblab topishga imkon berdi. Mana shu kattalik endilikda **Avogadro soni** nomi bilan ma'lumdir. Avogadro sonining aniq qiymati $5,02296 \pm 0,0006$ bo'lsada, uni $6,02 \cdot 10^{23}$ ga teng deb qabul qilingan.

Har qanday gazning gramm-molekulari normal sharoitda 22,4/ hajmni egallaganligi tufayli 1 ml gazda shu sharoitda $2,7 \cdot 10^{10}$ ta molekular mavjud bo'ladi. Molekular diametri juda kichik sonlarni tashkil etadi. Agar molekularni sharsimon deb belgilasak, unda uning diametri santimetrning milliondan bir ulushiga ham to'g'ri kelmaydi. Masalan, kislorod molekulari diametri taxminan $3,2 \cdot 10^{-8}$ sm, vodorodniki $2,6 \cdot 10^{-8}$ sm va vodorod atomniki esa $1,0 \cdot 10^{-8}$ sm atrofidadir. 1 sm^3 hajmdagi molekular sonini yer sharimizdagi barcha odamlar soniga baravar kelishi mumkinligi hisoblangan. Atom va molekularning chiziqqligi kattaligi angstrom (Å) yoki nm larda o'lchanadi.

Karrali nisbatlar qonuni

J. Dalton (1766—1844) ko'pgina tajribalar o'tkazib, karrali nisbatlar qonunini kashf etdi. Uglarod monoksid bilan uglarod dioksididagi bir element — uglarodning teng miqdoriga to'g'ri

keladigan ikkinchi element — kislorodning miqdori hisoblansa, uglerod monoksid (CO)da 12 massa qism uglerodga 16 massa qism kislorod to‘g‘ri keladi, uglerod dioksid (CO₂)da 12 massa qism uglerodga 32 massa qism kislorod to‘g‘ri keladi. Bu nisbatlar to‘g‘ri qisqartirilsa, uglerod monoksidda 3 massa qism uglerodga 4 massa qism kislorod, uglerod dioksidda esa 3 massa qism uglerodga 8 massa qism kislorod to‘g‘ri keladi, boshqacha qilib aytganda bu ikki birikmada uglerodning teng miqdoriga to‘g‘ri keladigan ikkinchi element (kislorod) miqdorlari o‘zaro kichik va butun karrali sonlar nisbatida bo‘ladi (8:4=2:1). Dalton topgan karrali sonlar nisbati qonuni quyidagicha ta‘riflanadi:

Agar ikki element o‘zaro birikib, bir necha birikma hosil qilsa, bu birikmalarda bir elementning teng miqdorlariga to‘g‘ri keladigan ikkinchi element miqdorlari o‘zaro karrali kichik sonlar nisbatida bo‘ladi.

Dalton gazlar bosimini hisoblashda parsial bosimdan foydalanishni ko‘zda tutib quyidagi qonunni ham ta‘rifladi:

Gazlar aralashmasining umumiy bosim P alohida olingan gazlarning parsial bosimlari (P₁, P₂, P₃, ... P_n) yig‘indisiga teng.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Boyl-Moriott qonuni. Doimiy haroratda gaz bosimi bilan hajmi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydigan qonun. Qonunga muvofiq, gaz hajmi qanchalik katta bo‘lsa, bosim shunchalik kichik bo‘ladi va aksincha, bosimning hajmga ko‘paytmasi $PV = \text{const}$ (bu yerda: P — bosim, V — hajm) bo‘ladi.

Odatda gazlar hajmi normal sharoitda o‘zgacha holatlarda o‘lchanadi. Shu bois gaz hajmini normal sharoitlarga keltirish uchun Boyl-Moriott bilan Gey-Lyussakning gaz qonunlarini birlashtiruvchi tenglamasidan foydalaniladi:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

Bu yerda: V — bosim P ga tengligi va T — haroratdagi hajm;
 V_0 — normal bosim P_0 va T_0 haroratdagi (273 K) gazning hajmi.

Boyl-Moriott qonunini tasvirlovchi egri chiziq **izoterma** deyiladi. Ushbu qonun ideal gazlarga tatbiq etiladi, real gaz bu qonunga qisman bo'ysunadi. Biroq normal harorat (0°C) va normal bosim (760 mm.sim.ust.) ga yaqin sharoitda bu gazlar ushbu qonunga bo'ysunadi, yuqori bosimda chetga chiqadi.

I B O B

UMUMIY KIMYO

I.1. O'LCHOV VA BIRLIKLARNING METRIK SISTEMASI

Miqdoriy o'lchovlarning ahamiyati haqida XVIII asrda Lavuazye qayd etib o'tgan edi. 1881-yili metrik sistemaga asoslangan birliklarning SGS sistemasi (uzunlik birligi — santimetr, massa birligi — gramm, vaqt birligi — sekund) qabul qilindi. Hozirgi vaqtda o'lchovlarni miqdoriy topishda turli asboblardan foydalaniladi. Fanda qo'llaniladigan standartlar esa birliklarning metrik sistemasida ifodalanadi. Amaliyotda metrik sistema va undan kelib chiqadigan birliklardan foydalanish ko'zda tutiladi. Bular hozirda xalqaro miqyosda qabul qilingan.

Xalqaro birliklar sistemasi — SI (Systeme Internationale — SI) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal sistemasi bo'lib, u 1960-yili o'lchov va tarozilar XI Bosh konferensiyasida qabul qilindi. Bu sistemada oltita asosiy, ikkita qo'shimcha kattalik va shularga mos holda oltita asosiy, ikkita qo'shimcha birlik hamda juda ko'p hosilaviy kattaliklar va ularga mos birliklar qabul qilingan. 1971-yili o'lchov va tarozilar XIV Bosh konferensiyasida Xalqaro birliklar sistemasining yettinchi asosiy birligi sifatida mol qabul qilindi hamda unga quyidagicha ta'rif berildi: **Mol** — massasi 0,012 kg bo'lgan ^{12}C uglerodda qancha atom bo'lsa, tarkibida shuncha strukturaviy elementi bo'lgan modda miqdoridir. «Massa» va «modda» miqdori bir xil tushuncha emas. I-jadvalda SI sistemasidagi asosiy birliklar va ularning ta'rifi keltirilgan.

SI sistemasining asosiy birliklarini aniqlash uchun qo'llaniladigan dastlabki standartlar ular qaytadan o'lchanganida aynan takrorlanganligi va aniq o'lchovlarda qo'llanilishi mumkinligiga qarab tanlangan. Masalan, kilogramm Fransiyadagi Sevra shahrida joylashgan tarozi va o'lchovlar Xalqaro byurosida saqlanuvchi platina-iridiy silindri standart massasi sifatida berilgan. Metrik sistemada qo'llaniluvchi o'nlik kasr yoki o'nlik qismlar uchun asosiy nomlarga qo'shimchalar qo'shib ishlatiladi. Bularning ayrimlari 2-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

SI sistemasi asosiy birliklari va ularning ta'rifi

No	Kattalik nomi	Birlik belgisi	Ta'rifi
1	Molyar massa	kg/mol	Miqdori 1 mol bo'lgan modda massasi
2	Molyar hajm	m ³ /mol	1 m ³ hajmni egallaydigan 1 mol moddaning mol hajmi
3	Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti, J	J	Turli kimyoviy reaksiyalar natijasida 1 J energiyaga ekvivalent miqdorda hosil bo'ladigan issiqlik effekti
4	Molyar ichki energiya	J/mol	Ichki energiyasi 1 J bo'lgan 1 mol moddaning energiyasi
5	Molyar entalpiya	J/mol	1 mol kimyoviy moddaning 1 J energiyaga ekvivalent entalpiyasi
6	Kimyoviy potensial	J/mol	1 mol kimyoviy moddaning 1 J energiyaga ekvivalent kimyoviy potentsiali
7	Kimyoviy moyillik	J/mol	1 mol moddaning 1 J energiyaga ekvivalent miqdorda namoyon bo'ladigan kimyoviy potentsiali
8	Aktivlanish energiyasi	J/mol	1 mol moddaning kimyoviy reaksiya jarayonida 1 J energiyaga ekvivalent aktivlanish energiyasi
9	Molyar issiqlik sig'imi	J/mol. K	Issiqlik sig'imi 1 J/K bo'lgan 1 mol moddaning molyar issiqlik sig'imi
10	Molyar entropiya	J/mol. K	Ekvivalent 1 mol moddaning molyar entropiyasi

NPKI Axborot-resurs markazi
 kimyo metallurgiya fakulteti

o'quv zali

11	Massa konsentratsiyasi	kg/m ³	1 m ³ hajmda massasi 1 kg modda bo'lgan qattiq eritma konsentratsiyasi
12	Foiz konsentratsiya	%	100 g eritmada erigan kimyoviy moddaning grammlarda ifodalangan miqdori
13	Molyar konsentratsiya	mol/g	1 l erituvchida 1 mol moddaning erishi natijasida hosil bo'lgan eritma
14	Mol konsentratsiya	mol/l	1 kg eritmada 1 mol moddaning erishi natijasida hosil bo'lgan eritma
15	Normal konsentratsiya	ekv/l	1 l hajmda 1 ekvivalent modda bo'lgan eritma konsentratsiyasi
16	Osmotik bosim	Pa	Yarim o'tkazib yuboruvchilardagi 1 Pa bosimga ekvivalent bo'lgan osmotik bosim
17	Diffuziya koeffitsiyenti	m ² /s	Konsentratsiya gradiyenti 1 m ⁴ bo'lganda 1 s vaqt ichidagi 1 m ² yuzadan o'tadigan zarrachaning diffuziya koeffitsiyenti
18	Kimyoviy reaksiyaning tezligi	mol/m ³ ·s	1 s vaqt ichida eritmadagi dastlabki molyar konsentratsiyasi 1 mol/m ³ ga o'zgaradigan monomolekulyar kimyoviy reaksiyaning o'rtacha tezligi
19	Katalizatorning aktivligi	mol/kg·s	1 s vaqt ichida eritmadagi dastlabki molyar konsentratsiyasi mol/kg ga o'zgaradigan reaksiya tezligi
20	Di pol momenti	Kl·m	Kuchlanganligi birga teng bo'lgan bir jinsli elektr maydonida mexanik moment hosil qila oladigan elektr kuch
21	Qutblanuvchanlik	Kl·m ² /V	1 m ² yuzaga ta'sir eta oladigan elektr kuchlanganlik
22	Oksidlanish-qaytarilish potentsiali	V	1 mol moddaning oksidlanish reaksiyasiga kirishganda hosil bo'lgan kuchlanganlik
23	Nurlanish intensivligi	Vt/m ²	1 m ² yuzaga quvvati 1 Vt bo'lgan nurlanish tushgandagi intensivlik

24	Kvantlar oqimining zichligi	$S^{-1} \cdot m^2$	Oqimga tik bo'lgan $1 m^2$ yuzadan 1 s vaqt ichida o'tadigan kvantlar soni
25	Elementar elektr zaryad	Kl	e —elektronning elementar zaryadidan olingan karrali zaryad qiymati
26	Bog'lanish energiyasi	J	Kimyoviy bog'lanishni uzishga sarf bo'lgan energiya
27	Yarim yemirilish davri	C	Atom dastlabki miqdorining yarmisi yemiriladigan vaqt

O'lchov sistemasi belgilari

Qo'shimcha	Belgilanishi	Son miqdori	Misollar
Mega	M	10^6	1 megametr (Mm) = $1 \cdot 10^6$ m
Kilo	K	10^3	1 kilometr (km) = $1 \cdot 10^3$ m
Detsi	D	10^{-1}	1 detsimetr (dm) = 0,1 m
Santi	S	10^{-2}	1 santimetr (sm) = 0,01 m
Milli	M	10^{-3}	1 millimetr (mm) = 0,001 m
Mikro	MK	10^{-6}	1 mikrometr (mkm) = $1 \cdot 10^{-6}$ m
Nano	N	10^{-9}	1 nanometr (nm) = $1 \cdot 10^{-9}$ m
Piko	P	10^{-12}	1 pikometr (pm) = $10 \cdot 10^{-12}$ m

3-jadvalda asosiy fizik-kimyoviy kattaliklar keltirilgan.

1.3-jadval

Ba'zi fizik-kimyoviy kattaliklarning miqdori va belgisi

Kattalik nomi	Kattalik miqdori belgisi
Massaning atom birligi	1 m.a.b.=1,66057·10 ⁻²⁷ kg 6,022169·10 ²³ m.a.b.=1kg
Elektron zaryadi	e=1,6022·10 ⁻¹⁹ K/
Proton massasi	m _p = 100728 m.a.b.=1,67265·10 ⁻²⁴ g
Neytron massasi	m _n = 1,00866 m.a.b.=1,67495·10 ⁻²⁴ g
Elektron massasi	m _p = 5.48580·10 ⁻⁴ m.a.b.= 9,10953·10 ⁻²⁴ g
Molyar gaz doimiysi	K=8.3144 J/K·mol=0,08205/atm/K·mol
Bolsman doimiysi	1,38066·10 ²³ J/K
Plank-doimiysi	6,6262·10 ⁻³⁴ J·s.
Faradey doimiysi	9,6485·10 ⁴ Kk/mol
Vakuumdagi yorug'lik nuri tezligi	s=2,997925·10 ⁸ m/s
Avogadro soni	N _A =6,022045·10 ²³ mol ⁻¹
Pi soni (π)	π=3,1415926536

I.2. ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT

Atom-molekulyar ta'limot asoslarini M.V. Lomonosov kimyoga tatbiq etdi. U o'zining «Matematik kimyo elementlari» (1741-y.) nomli maqolasida modda tuzilishining korpuskulyar nazariyasini e'lon qildi. Bu nazariya kimyo fanining rivojlanishida muhim ahamiyatga ega. (Korpuskulyar so'zi hozirgi molekula terminiga mos keladi.) Olim fikricha, barcha moddalar mayda zarrachalardan tarkib topgan bo'lib, fizik jihatdan bo'linmaydi va o'zaro tortishib turadi. Moddaning xossalari xususan uning agregat holati shu zarralar xossasi bilan aniqlanadi, ya'ni moddalar xossalarining har xilligi zarrachalar xossalarining turlicha bo'lishiga va o'zaro bog'lanish usuliga bog'liq bo'ladi.

Atom-molekulyar nazariyaga muvofiq barcha moddalar «korpuskula» lardan tuzilgan bo'lib, ular bir-biridan fazo oralig'i bilan ajralgan va to'xtovsiz harakatda bo'ladi: korpuskulalar ham o'z navbatida «elementlar» dan (atomlardan) tarkib topgan, aniq massa hamda o'lchamga ega, oddiy moddalarning korpuskulalari bir xil elementlardan, murakkab moddalarniki esa turli elementlardan tuzilgan. Korpuskulalar boshqa mexanik jismlar kabi harakatda bo'ladi.

Jismlarning isish yoki sovish hodisalari korpuskulalarning harakati natijasida sodir bo'ladi, deb tushuntirildi. Shuningdek, unda moddaning holati korpuskulalar harakati bilan bog'liq ekan, kimyoviy o'zgarishlar ham kimyoviy usullar bilan bir qatorda fizik va matematik usullar yordamida o'rganilishi kerakligi ta'kidlangan edi. Lomonosov ilgari surgan fikrlar yangi asbob va uskunalar yordamida keyinchalik o'tkazilgan aniq miqdoriy tajribalar va fanda qo'lga kiritilgan ilmiy dalillar asosida to'la isbotlandi. Lomonosovning metallarni qizdirish bo'yicha o'tkazgan tajribalarini fransuz olimi Antuan Lavuazye 1773-yili takrorlaganligi va olingan ma'lumotlarning bir xilligi qiziqarli bo'ldi. Lavuazye idish ichida metall bilan reaksiyaga kirishayotgan gazning kislorod ekanligini aniqladi. Idishda reaksiyaga kirmay qolgan gazni azot deb atadi. Lavuazyening yonish hodisasini aniqlab berishi kimyodagi ko'p hodisalarni to'g'ri tushunishga olib keldi. Avvalo bu flogiston nazariyasiga katta zarba bo'ldi: kuyindi va flogistondan iborat deb qaralgan metallar oddiy moddalar bo'lib chiqdi. Aksincha kuyindi yoki «yerlar» esa murakkab birikmalar sifatida qaralishi kerak bo'lib qoldi. Shunda suv ham murakkab birikma (u vodorodning kislorod bilan birikmasi) ekanligi isbotlandi. Havoning kislorod bilan azotdan tashkil topganligi, azot yonishga yordam bermasligi amalda tasdiqlandi. Ilgari elementlar deb, hisoblab kelingan suv, havo, kuyindilar murakkab moddalar yoki aralashmalar ekanligi aniqlandi. Haqiqiy elementlar: metallar, kislorod, azot, vodorod, oltingugurt va boshqalar kimyoviy jihatdan bo'linmaydigan moddalardir.

A. Lavuazye fanda katta ishlar qilishiga qaramay, issiqlikni «og'irligi bo'lmagan» (massasiz) element deb qaradi, uni «teplorod» deb atashgacha bordi va elementlar ro'yxatiga kiritdi. Bu xato fikr edi, albatta.

XIX asr boshlarida ingliz olimi J. Dalton o'zining fizik-kimyoviy tadqiqotlari asosida modda tuzilishining atomistik ta'limotini yaratdi. Bu ta'limotga ko'ra, moddalar nihoyatda mayda zarrachalar — atomlardan tuzilgan, bular yanada kichikroq zarrachalarga bo'lina olmaydi: har qaysi kimyoviy element faqat o'ziga xos «oddiy» atomlardan tuzilgan: ya'ni har bir elementning atomi o'ziga xos massa va o'lchamga ega bo'ladi; kimyoviy reaksiya paytida turli elementlarning «oddiy» atomlari o'zaro aniq va o'zgarmas butun sonlar nisbatida birikib «murakkab» atomlar hosil qiladi: har xil xossalarga ega bo'lgan atomlarga faqat o'zaro birika oladi, bir element atomlari o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, ular bir-biridan qochadi.

Dalton gazlarning parsial bosimi va karrali nisbatlar qonunini kashf etdi. U kimyoviy element tushunchasini aniq ta'rifladi: **Kimyoviy element — bir xil xossalari bilan tavsiflanadigan atomlar turidir.**

Dalton kimyoga atom-massasi tushunchasini kiritdi, vodorodning atom massasini shartli ravishda birga teng deb qabul qilishni taklif qildi.

Dalton ta'limotida oddiy moddalar molekularini inkor qilishdek katta xatoga yo'l qo'yilgan edi. U bir elementning bir atomi ikkinchi elementning faqat bir atomi bilan birikadi, deb o'yladi. Bunday holda suv formulasini bitta kislorod va bitta vodoroddan, benzolni bitta uglerod va bitta vodoroddan tuzilgan deb, suvni OH va benzolni CH formulalar ko'rinishida yozish kerak bo'lar edi. Murakkabroq formulali sulfat va nitrat kislotalar, marmar tosh, minerallar, qand moddalari va sellyulozalarni yozish imkoniga ega bo'lmagan bo'lardik. Bu Daltonning ikkinchi katta xatosi va ta'limotidagi kamchiligi edi.

I.3. KIMYOVIY ELEMENT

Kimyoviy element oddiy va murakkab moddalarning tarkibiy qismi hisoblanadi. Kimyoviy element yadro zaryadi bir xil bo'lgan atomlar to'plamidan iborat. Hozirgi vaqtda 107 ta kimyoviy element ma'lum bo'lib, ularning 89 tasi tabiatda uchraydi, qolganlari esa yadro reaksiyalari natijasida sun'iy ravishda olingan. **Kimyoviy ta'rifga ko'ra:** *kimyoviy*

element — oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan va ma'lum atom massasiga ega bo'lgan atomlar turidir.

Elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlik davriy sistemada o'z aksini topgan. Elementning atom raqami proton zaryadi birligida ifodalangan yadro zaryadiga; son jihatdan esa atom yadrosidagi protonlar soniga teng. Element yadrosidagi neytronlar soni protonlar sonidan farq qilishi mumkin.

Masalan, vodorod izotopi tritiy (${}^3_1\text{H}$)da bir proton, ikki neytron va bir elektron bor.

Yadrosi aniq protonlar va neytronlar soniga ega atom nuklid deyiladi. Yadrodagi protonlar va neytronlarning umumiy soni massa soni deb yuritiladi.

Kimyoviy elementning nisbiy atom massasi uning tabiatda tarqalishi hisobga olingan tabiiy izotoplari massalarining o'rtacha qiymatiga teng. U odatda massaning atom birligi (m.a.b.) da ifodalanadi. Buning uchun ${}^{12}\text{C}$ atom nuklidi massasining $\frac{1}{12}$, ulushi qabul qilingan. Massaning atom birligi

taxminan $1,66057 \cdot 10^{-27}$ kg ga teng.

Kimyoviy elementlarning tabiatda mustaqil mavjud bo'la oladigan shakli oddiy modda tushunchasiga mos keladi. Har bir kimyoviy element atomi o'z birikmalarida o'ziga xos oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Kimyoviy reaksiyalarda atomlar saqlanadi, chunki atomlarning tashqi qobiqlaridagi elektronlar qaytadan taqsimlangani holda atom yadrosi o'z holicha saqlanib qoladi.

Kimyoviy elementlar metall va metallmaslarga bo'linadi. 22 ta metallmas element (H, B, C, Si, N, P, As, O, S, Se, Te, galogenlar va inert gazlar) bo'lib, qolganlari esa metallardir.

I.4. TOZA MODDA VA ARALASHMALAR

Tabiatdagi minglab moddalar ma'lum bo'lgan 100 dan ortiq kimyoviy elementlardan tarkib topgandir (ularning hammasi ham o'ta zarur moddalar bo'lmasligi mumkin). Yer qa'ridan qazib olinadigan foydali qazilmalar asosan besh element: kislorod, kremniy, alyuminiy, temir va kalsiydan tarkib topgan. Inson organizmining 90 foizi asosan uch element — kislorod, uglerod va vodoroddan tashkil topgan.

Shuningdek, 20 ga yaqin element tabiatda juda oz miqdorda uchraydi yoki laboratoriyalarda olingan. Ular topilishi qiyin va noyob elementlar hisoblanadi.

Tabiatda sof holda oltin, kumush, platina yombilari uchraydi. Uglerod, oltingugurt, simob va boshqa ba'zi elementlar ham nisbatan toza holda uchraydi. Qolgan elementlar tabiatda, asosan aralashmalar va minerallar tarkibida uchraydi.

Moddalarni tozalashning zamonaviy usullari. Kimyogarlar ko'pincha aralashmalar bilan ish ko'radilar. Aralashmalardan toza moddani ajratib olishda filtrlash, haydash va xromatografiya usullaridan foydalaniladi.

Mayda ko'p teshikli to'siq orqali suyuqliklardan qattiq zarrachalarni ajratib olish usuli filtrlash deyiladi. Ichimlik suv qum va loyqadan ana shunday oddiy yo'l bilan tozalanadi. Eritmalardan moddalarni ajratib olishda ularning eruvchanligidan ham foydalaniladi. Masalan, 10 g osh tuzi va 10 g ichimlik soda aralashmasini bir-biridan ajratish uchun, uni 70°C gacha isitilgan 100 ml suvda eritish va keyin temperaturani 0° gacha sovitish kerak. Temperatura pasaytirilganda osh tuzining eruvchanligi deyarli o'zgarmaydi, u eritmada qoladi, ichimlik soda esa 0°C atrofida eritmadan deyarli qattiq holda ajraladi (eritmani filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi).

Haydash (distillash) usuli moddalar uchish xususiyatining har xilligiga asoslangan. Dengiz suvidan ichimlik suvi olish maqsadida suv ma'lum vaqt ichida qaynatiladi. Suv bug'i boshqa idishga o'tkazilib kondensatlanadi. Tuz haydalayotgan idish tagida qoladi. Bug' kondensatlanishidan hosil bo'lgan suyuqlik *distillyat* deyiladi. Haydash usulida fraksion kolonnalardan foydalaniladi. Bu usul bir-biridan ajralishi qiyin yoki qaynash temperaturalari yaqinroq bo'lgan suyuqliklarni bir-biridan ajratish uchun qo'llaniladi. Neftni haydashda shunday kolonnalar ishlatiladi. Neft sifatiga qarab benzin 60—150°C atrofida, kerosin 150—250°C da, surkov moylari 250—350°C da ajratiladi. Dizel yoqilg'isi, mazut, vazelin va boshqa mahsulotlar ham ma'lum temperaturada haydalib, fraksiyanadi. Qoldiq sifatida smola (bitum) qoladi.

Hozirgi vaqtda turli aralashmalar (suyuqliklar aralashmasi, suyuqlik bilan gaz aralashmasi va hokazo) tarkibidagi

moddalarni bir-biridan ajratishda xromatografiya usuli keng qo'llanilmoqda. Bu usul moddalarning qattiq holatdagi inert materiallarda adsorbilanish xususiyatiga asoslangan. Inert material (sorbent) sifatida alyumosilikatlar, inzen g'ishti, pemza, chinni kukuni, qum va boshqalar ishlatiladi. Moddalarning adsorbilanish tezligiga muvofiq olingan xromatogrammalar asosida qilingan hisoblar bo'yicha aralashmadagi u yoki bu moddaning miqdori aniqlanadi. Xromatografik analizning afzalligi shundaki, u sekund yoki minutlar ichida o'tkaziladi. Bu usuldan sanoat korxonalarida uzluksiz ravishda o'tkaziladigan analiz va nazorat maqsadlarida ham foydalaniladi. Xromatografik usul aralashmada qancha modda bo'lsa, hammasini aniqlashga imkon beradi. Aralashmadagi 20—30 moddani bir yo'la bir necha daqiqalarda aniqlashning xromatografik yo'li «ekspress usul» deb ham yuritiladi. Shu bilan birga sanoatda kolonkali xromatografiya usuli, qog'ozdagi xromatografiya usuli va boshqa usullar qo'llaniladi.

I.5. ANORGANIK BIRIKMALAR NOMENKLATURASI

Kimyoviy birikmalarning nihoyatda ko'pligi (ularning soni 4 milliondan ortiq) ularni ma'lum tartibda aniq nomlashni talab qiladi. Tabiiyki, bularning ma'lum bir qismi o'zining xususiy nomiga ega (masalan: suv, ammiak). Lekin ko'pgina birikmalarni nomlashda har bir moddani informativ yoki sistematik ravishda nomlashga imkon beradigan ma'lum qoidalarga amal qilinadi.

Dastlabki nomenklatura sistemasi anorganik va organik birikmalar orasidagi tafovutni ko'rsatish asosida tuzilgan edi. Vaqt o'tishi bilan bunday nomenklatura talabga javob bera olmay qoldi. Anorganik moddalar ko'proq jonsiz tabiatga, organik moddalar esa jonli tabiatga hamohang ravishda nomlangani ham ma'lum. Anorganik moddalar nomenklaturasida bunday birikmalar shartli ravishda ikki qismga «musbat» va «manfiy» qismlarga bo'linadi. Ion birikmalar musbat va manfiy zaryadli ion yoki atomlar gruppasidan tarkib topadi.

Ion birikmalarda ionlar kation va anion sifatida mavjud. Oddiy kationlarni ko'pincha metall elementlari hosil qiladi.

Ular element nomi bilan ataladi. Masalan, Na^+ — natriy ioni, Ca^{2+} — kalsiy ioni, Fe^{2+} — temir (II) ioni, Fe^{3+} — temir (III) ioni va hokazo. Oddiy anionlarga F^- — fluorid-ion, O^{2-} — kislorod-ion, S^{2-} — sulfid-ion, N^{3-} — nitrid-ionlarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

Oksianionlarda kislorod kam bo'lganda, ularning nomi — *it*, ko'p bo'lganda — *at* qo'shimchasi bilan tugaydi: NO_2^- — nitrit-ion; SO_3^{2-} — sulfit-ion; NO_3^- — nitrat-ion; SO_4^{2-} — sulfat-ion va hokazo.

Kislotalar uchun eski nomenklatura saqlanib qolgan. Bularni vodorod ioni (yoki bir necha shunday ionlar) va oddiy yoki kompleks aniondan tashkil topgan deb qaraladi. Agar kislotalar tarkibida oddiy anion bo'lsa, ular quyidagi misollarda keltirilganidek nomlanadi. Muhim kislotalar nomi shu kislotalar tarkibidagi anionlar nomidan keltirib chiqariladi; HCl — xlorid kislota; H_2S — sulfid kislota, HClO — gi poxlorit kislota, HClO_2 — xlorit kislota, HClO_3 — xlorat kislota va HClO_4 — perxlorat kislota.

Takrorlash uchun materiallar

Mavzularning qisqacha mazmuni. *Atrofimizni o'rab turgan borliq materiya ko'rinishidir. Turli xil moddalar, birikmalar, minerallar, foydali qazilma va boshqalar shular jumlasiga kiradi. Materiya doimiy harakatda bo'lib Quyosh sistemasi, qolaversa Koinotdagi borliq narsalar to'xtovsiz harakatdadir.*

SI sistemasida asosiy birliklari va ular ta'rifi keltiriladi. O'lchov sistemasi birliklari, keng qo'llaniladigan fizik-kimyoviy kattaliklar va ularning belgilariga to'xtab o'tiladi.

O'tilgan bobni o'rganishdan maqsad:

1. Metrik sistema bilan chuqurroq tanishish, asosiy birliklarni bilib olish, olingan natijalarni metrik sistemaga o'tkaza bilish, haroratni Selsiy shkalasiga o'tkazish, undan Kelvin yoki Farengeytga o'tkaza olish.

2. Zichlik va shu kabi boshqa fizik birliklar uchragan hollarda hisoblar olib borishni o'rganish.

3. Olingan sonlar miqdorini turli birliklarda ifodalay olish.

Mashqlar

1. Materiyaning ko'zga ko'rinmaydigan turlaridan misollar keltiring, bir energiya turini ikkinchi turga o'tishini misollarda isbotlang.

2. SI sistemasida hovuzdagi suv hajmi, kondan topib olingan oltin yombisi, radioizotoplarning yarim yemirilish davri qanday birliklarda ifodalanishini ayting.

3. Metalldan qilingan reaktor kattaligi $4.5 \times 14 \times 24$ sm ga teng bo'lsa, uning hajmi kub santimetr va kub metrda qanday miqdorga teng bo'lishini hisoblang.

Test savollari

1. Bir gramm oltin oddiy sharoitda qanday hajmni egallaydi ($r=10,21 \text{ sm}^3/\text{mol}$)?

A) 0,0420; B) 0,0845; D) 0,0518; E) 0,0381; F) 0,0221.

2. Normal sharoit (101,325 KPa bosimi va 273K) da havoning zichligi qanday miqdorga ega bo'ladi?

A) 2,29 g/l; B) 3,12 g/l; D) 1,79 g/l; E) 2,67 g/l; F) 1,19 g/l.

ATOM TUZILISHI

II.1. ATOMLAR

Tabiatda mavjud moddalar bir-biridan elementar zarrachalar — protonlar, neytronlar soniga qarab farqlanadi. Soʻnggi yillarda katta quvvatga ega boʻlgan tezlatgichlarning kashf etilishi va kosmik nurlar tarkibining analiz qilinishi natijasida 200 dan ortiq elementar zarrachalarning borligi aniqlandi. Shu sababli, koʻpincha «elementar zarrachalar» tushunchasi oʻrniga «fundamental zarrachalar» termini ishlatilmoqda.

Kimyoviy elementning xossalarini saqlovchi eng kichik zarracha **atom** deyiladi.

Moddaning xossalarini oʻzida saqlaydigan, bir nechta atomdan tarkib topgan va mustaqil mavjud boʻla oladigan eng kichik zarrachasi **molekula** deb ataladi.

Atom — protonlar va neytronlardan tarkib topgan musbat zaryadlangan yadrodan va uning atrofida harakatlanadigan manfiy zaryadli elektronlardan iborat. Koʻpgina atomlar barqaror boʻlib, juda uzoq muddatgacha oʻz holatini saqlay oladi. Lekin baʼzi atomlar maʼlum vaqtdan keyin yadroda boʻladigan oʻzgarishlar tufayli boshqa atomlarga aylanib ketadi. Bunday atomlar **radioaktiv atomlar** deb ataladi. Atom elektroneytral boʻlib, yadro atrofidagi elektronlarning umumiy soni yadroning musbat zaryadiga teng. Agar atomdan bir yoki bir necha elektron chiqarib yuborilsa, **musbat zaryadli ion** — **kation**, atom elektron biriktirib olsa, **manfiy zaryadli ion** — **anion** hosil boʻladi. Atomdagi elektronlar soni va musbat zaryadlangan yadro zaryadi ayni atomning kimyoviy reaksiyadagi ahamiyatini tavsiflaydi.

Kimyoviy element — bir xil zaryadli yadroga ega boʻlgan atomlar toʻplamidir. Yadro zaryadi elementning kimyoviy elementlar davriy sistemasida joylashgan oʻrnini belgilaydi; elementning davriy sistemadagi tartib raqami uning atom yadrosi zaryadiga teng.

II. 2. AVOGADRO SONI

Har qanday elementning bir molidagi atomlar soni **Avogadro soni** deb ataladi va *N* harfi bilan belgilanadi. Aniq

o'ldashlar bu sonning $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ mol-1 ga teng ekanligini ko'rsatdi. Har qanday moddaning bir molida ham xuddi shuncha molekula bo'ladi. Bu miqdor universal o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, uglerod atomi massasining o'n ikkidan bir ulushi bilan tavsiflanib, moddaning tarkibi va agregat holatiga bog'liq bo'ladi.

Avogadro soni hozirgi vaqtda bir-biriga aloqador bo'lmagan 60 ga yaqin usul bilan aniqlanadi. Biz quyida, ulardan ikkitasi bilan tanishib chiqamiz.

1. Rezerford usuli. Bu usulni Rezerford 1911-yili kashf etgan. Radioaktiv elementlar parchalanishi natijasida o'zidan α -zarrachalar chiqaradi. Bu zarrachalar biror moddaga to'qnashib qarshilikka uchraydi. Natijada o'ziga ikkita elektron biriktirib, geliy atomiga aylanadi. Hosil bo'lgan geliy miqdorini mikrousul yordamida aniqlash mumkin. Bir gramm radiyning bir yilda parchalanishi natijasida 159 mm^3 yoki sekundiga $5,03 \text{ nm}$ geliy hosil bo'lishi tajribada aniqlangan. Geliy atomi hosil qiladigan α -zarrachalar ko'z bilan kuzatish mumkin bo'lgan energiyaga ega. Shuning uchun ma'lum miqdordagi radioaktiv modda chiqargan α -zarrachalarni hisoblash mumkin. Masalan: 1 g radiy bir sekundda $13,6 \cdot 10^{10}$ ta α -zarracha chiqaradi. Bizga ma'lumki, 1 mol geliy oddiy sharoitda $22,4 \text{ l}$ hajmni egallaydi. Shunga asoslanib proporsiya tuziladi:

$$\begin{aligned} 5,03 \cdot 10^{-9} \text{ sm}^3 \text{ He da} & - 13,6 \cdot 10^{10} \text{ ta atom bor} \\ 22,4 \cdot 10^3 \text{ sm}^3 \text{ He da} & - N_A \text{ ta atom bor} \end{aligned}$$

bu yerda:

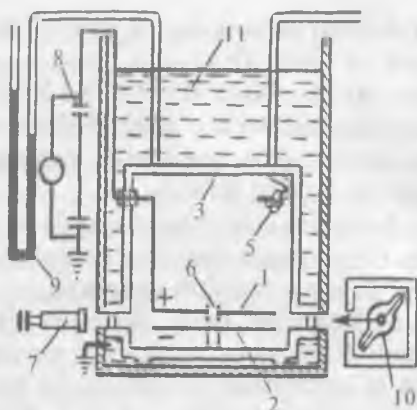
$$N_A = \frac{22,4 \cdot 10^3 \cdot 13,6 \cdot 10^{10}}{5,03 \cdot 10^{-9}} = 6,04 \cdot 10^{23} \text{ atom.}$$

Topilgan miqdor Avogadro sonidan juda kam farq qiladi. Bu farq α -zarrachalarni kuzatishda yo'l qo'yilgan xato natijasida kelib chiqqan.

2. Milliken usuli. Avogadro tajribasini birinchi bo'lib 1909-yili Milliken elektronlar zaryadini o'ldash orqali amalga oshirgan. Milliken tomonidan yaratilgan qurilma sxemasi II.1-rasmda ko'rsatilgan.

Bu qurilma termostatga joylashtirilgan metallsimon kameraga (3) o'rnatilgan ikkita (1,2) latun plastinkadan tashkil topgan

kondensatordan iborat. Purkagich (5) yordamida teshikchadan (6) o'tib, kondensatorga tushadigan bir tomchi moy tumani hosil qilinadi. Hosil qilingan moy tumanining harakatini kuzatgich (7) orqali kuzatish mumkin. Kamradagi havo rentgen naychasidan (10) yuborilgan rentgen nurlari ta'sirida ionlanadi. Natijada hosil bo'lgan musbat zaryadli ionlar moy tomchilari bilan to'qnashib zaryadlanadi. Bu zaryadlanish e_k bilan belgilanadi. Kondensator plastinkalarida hosil bo'lgan kuchlanishni o'zgartirib, shunday qiymat tanlab olinadiki, bu qiymat elektr maydonida zaryadlangan tomchining tortishish kuchiga teng bo'lsin, ya'ni:



II.1 - rasm. Elektron zaryadini o'lchashda qo'llaniladigan Milliken qurilmasining sxemasi:

1,2-kondensator plastinkalari; 3-metall kamera; 4-termostat; 5-moy purkagich; 6-plastinka teshikchasi; 7-kuzatkich nay; 8-akkumulyator; 9-monometr; 10-rentgen naychasi; 11-issiqlikni izolyatsiyalovchi suyuqlik kerosin.

$$mg = e_k \cdot E \quad (II.1)$$

Bu yerda: m — tomchi massasi; g — erkin tushish tezlanishi, E — elektr maydon kuchlanishi.

Tekis sirtli kondensator uchun elektr maydoni kuchlanishi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$E = \frac{V}{d} \quad (II.2)$$

Bu yerda: V — plastinkaga berilgan kuchlanish; d — plastinkalar orasidagi masofa.

Birinchi va ikkinchi tenglamani umumlashtirsak,

$$e_k = \frac{mg \cdot d}{V} \text{ hosil bo'ladi.} \quad (\text{II.3})$$

(II.3) tenglamadan tomchining massasini bilgan holda e_k miqdorni topish mumkin (tomchining massasini elektr maydoniga kiritmasdan turib, havoda erkin tushish tezligi orqali ham aniqlab olish mumkin).

Tomchi zaryadi doimo elektron zaryadiga nisbatan kar-rali bo'lishini Milliken aniqladi. Elektron zaryadidan kichik bo'lgan tomchi zaryadi kuzatilmagan. Bunga sabab, tomchi bitta, ikkita, uchta elektronni (yoki ionni) o'zi bilan olib ketishi mumkin. Hech qachon tomchi elektronning bir qismini biriktirib ololmaydi, chunki elektron bo'linmasdir. Shuning uchun tomchining eng kam qiymatga ega bo'lgan zaryadi elektron zaryadiga teng bo'ladi.

Milliken juda ko'p o'lchashlar natijasida elektron zaryadi-ni miqdori $e_k = 4,77 \cdot 10^{-10}$ elektrostatik birlik (yoki $1,603 \cdot 10^{-19}$ Kl)ka tengligini aniqladi.

Hozirgi vaqtda bu miqdor juda aniq hisoblangan bo'lib, $e_k = 4,803 \cdot 10^{-10}$ e.s.b. (yoki $1,602 \cdot 10^{-19}$ Kl) ga teng deb qabul qilingan. Bu miqdor o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, Avo-gadro sonini topishda qo'llaniladi.

Haqiqatan Faradey qonuniga muvofiq elektroliz jarayo-nida 1 mol-ekv modda ajratib olish uchun eritmadan 96485 kulon elektr energiya o'tkazish kerak. Demak, xlorid kislota eritmasidan 1,008 g vodorod va 35,453 g xlor ajratib olish uchun 96485 kulon elektr energiya sarf qilinadi. Chunki vodorod xlorid eritmasi elektroliz qilinganda elektron zaryadiga teng bo'lgan H^- va Cl^- ionlari hosil bo'ladi. U holda Faradey sonini elektronning zaryad miqdoriga bo'lib, 35,453 g xlor yoki 1,008 g vodorod nechta atomdan tashkil topganligini hisoblab topish mumkin. Umuman, 1 mol har qanday elementdagi atomlar soni Avogadro sonini tavsiflaydi. U holda,

$$N_A = \frac{E}{e} \quad (\text{II.4})$$

Bu yerda: N_A — Avogadro soni,

$$N_A = \frac{96495}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 6,023 \cdot 10^{23}$$

Avogadro soni juda katta qiymatga ega. Masalan, agar biz hajmi $0,3 \text{ sm}^3$ ga teng bo'lgan Avogadro soniga teng sharchalarni qutiga joylashtirsak, $0,3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ sm}^3 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ km}^3$ hajmni egallaydi. Bunday kubsimon qutichaning qirralari 565 km uzunlikka ega bo'lgan bo'lar edi.

Shunday katta qiymatga ega bo'lgan Avogadro sonidan kimyogarlar uchun ikkita muhim xulosa kelib chiqadi.

1. Optik mikroskopda juda oz miqdordagi kichik zarracha kuzatilganda ham u juda ko'p atomlardan tarkib topgan bo'ladi. Shuning uchun modda mikroskopda uzluksiz namoyon bo'laveradi.

Har qanday toza modda tarkibida ham oz miqdorda bo'lsada, turli elementlarning atomlari aralashgan bo'ladi. Hozirgi vaqtda tarkibida birorta ham boshqa element atomi bo'lmagan absolyut toza modda olish mumkin emas. Lekin tarkibida $10^{-5} - 10^{-8} \%$ gacha qo'shimcha element atomlari bo'lgan moddalar (kremniy, germaniy) olishga erishilgan. Bunday holatda ham 1 g mutlaq toza moddada milliardlab qo'shimcha atomlar bo'lar ekan.

II.3. ATOM MASSASI VA UNING O'LCHAMI

Avogadro sonini bilgan holda har qanday atomning grammda ifodalangan massasini va o'lchamini topish mumkin. Atom massani Avogadro soniga bo'lish orqali topish mumkin:

$$m = \frac{A}{N_A} \quad (11.5)$$

U holda vodorod atomi uchun:

$$m_H = \frac{1,008}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

Uran atomi uchun esa:

$$m_U = \frac{238}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3,95 \cdot 10^{-23} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Qattiq holatdagi 1 mol oddiy modda egallagan hajmni Avogadro soniga bo'lib, bitta atomga to'g'ri keladigan hajm —

V ni aniqlash mumkin. Qattiq holatdagi moddalarda atomlar bir-birlariga yaqin joylashganligi uchun o'lchashda qilinadigan xato kam bo'ladi. U holda bitta atomga to'g'ri keladigan hajmni kub ildizdan chiqarib, atom diametrini ham aniqlasa bo'ladi.

Bunday hisoblashni mis atomi misolida ko'raylik. Misning zichligi $8,93 \text{ g/sm}^3$ bo'lgani uchun bir mol misning hajmi $7,12 \text{ sm}^3$ ni tashkil qiladi. Bundan bir atomga to'g'ri keladigan hajmni topamiz:

$$V_{\text{Cu}} = \frac{7,12}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,182 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$$

Mis atomning diametri esa

$$d_{\text{Cu}} \approx \sqrt[3]{V_{\text{Cu}}} = \sqrt[3]{1,182 \cdot 10^{-23}} = 2,28 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$$

ni tashkil qiladi va atom radiusi $1,14 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ ga teng bo'ladi.

Atomlar o'lchamini juda aniqlik bilan hisoblash uchun, ularning qattiq modda kristallida joylashgan o'rnini bilish kerak. Buni rentgen struktura analizi yordamida aniqlash mumkin. Bu usulda ko'pgina metallarning atomlari jipslashgan sharchalar kabi joylashganligi aniqlangan.

Jipslashib joylashgan sharchalarning hajmi umumiy hajmning 74% ini tashkil etadi. Shunga asoslanib kristalldagi mis atomi radiusining qiymatini quyidagi hisoblash orqali aniqlash mumkin.

$$V_{\text{Cu}} = 1,182 \cdot 10^{-23} \cdot 0,74 = 0,872 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$$

Bundan:

$$r_{\text{Cu}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{\text{Cu}}}{4 \pi}} = \sqrt[3]{\frac{0,872 \cdot 10^{-23}}{4 \cdot 3,14}} = 1,28 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Ko'rinib turibdiki, mis atomi radiusining aniq qiymati yuqoridagi taxminiy topilgan qiymatdan uncha katta farq qilmaydi. Shuni aytib o'tish kerakki, kristalldagi atom uni o'rab turgan bo'shliq bilan aniq chegara sirtiga ega emas.

Shuning uchun atom o'lchamlari shartli belgilanadi. Atom o'lchamlari deyilganda oddiy modda kristallidagi atom radiusini tushunish kerak. Atom radiusi esa qo'shni atomlar yadrolari orasidagi masofaning yarmiga tengdir. Barcha atomlar radiusi 10^{-9} nm bilan o'lchanganidan moddaning tuzilish nazariyasida hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida yaxlitlangan birlik qabul qilingan. Bu birlik nanometr deb ataladi va *nm* harfi bilan belgilanadi. Demak, mis atom radiusi $r_{Cu} = 0,128$ nm ga tengdir.

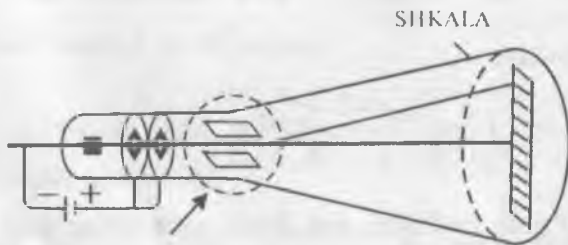
Misning bir million atomini ketma-ket joylashtirib chiqsak faqatgina $2,6 \cdot 10^{-4}$ m masofani egallaydi.

II.4. ATOMNING TUZILISHI

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kimyoviy elementlarning atomlari yadrodan va uning atrofida harakatlanadigan elektronlardan tarkib topgan. O'tgan asrning o'rtalarida zarrachalar oqimi hosil qilingandan keyingina elektronlarning xossasi o'rganilgan. Bunda birinchi navbatda elektron zaryadining uning massasiga nisbati o'lchangan. Bu miqdor elektronlar oqimining elektr va magnit maydon ta'sirida chetga chiqishini aniqlash orqali belgilangan. Bunday tajribani birinchi bo'lib, 1897-yili Tomson o'zi tayyorlagan asbobda o'tkazdi (II.2-rasm).

Tajriba natijalariga asoslanib $e/m_e = 5,273 \cdot 10^{17}$ elektrostatik birlik taqsim gramm (e.s.b./g)ga teng ekanligi aniqlangan.

Elektron zaryadining miqdori yuqorida ko'rsatilgan usul bilan aniqlanadi: elektron zaryadi e/m_e va e ning miqdorini



II.2-rasm. Elektronlarning e/m miqdorini aniqlaydigan asbob sxemasi.

bilgan holda elektron massasini hisoblab topish mumkin, ya'ni:

$$m_e = \frac{4,80286 \cdot 10^{-10}}{5,273 \cdot 10^{17}}; \quad m_e = 0,91084 \cdot 10^{-27} \text{ g}$$

Elektron massasini belgilash uchun, uni yuqorida hisoblab topilgan vodorod atomi massasi bilan taqqoslab ko'ramiz:

$$\frac{m_e}{m_H} = (0,9108 \cdot 10^{-27}) / (1,674 \cdot 10^{-24}) = \frac{1}{1837}$$

Demak, elektronning massasi eng yengil hisoblangan vodorod atomining massasidan 1837 marta kichik ekan. Shunday qilib, atomning hamma massasi yadroga to'g'ri kelishiga (tegishli ekanligiga) ishonch hosil qilish mumkin. Yadroning o'lchami esa juda kichik. Agar atom o'lchami taxminan 10^{-10} m bo'lsa, u holda atom yadrosining radiusi taxminan $10^{-14} - 10^{-15}$ m bo'ladi. Zaryadlangan zarrachalarda bo'lgan yadro va elektronlar o'z atrofida elektr maydon hosil qiladi.

Atomda yadro mavjudligini birinchi bo'lib Rezerford (1909—1911-yillarda) aniqladi. Metall plastinkalar sirtiga α -zarrachalar yog'dirib, ularning metalldan o'tish yo'llarini tekshirish natijasida ajoyib natijalar kuzatilgan. Yog'dirilgan α -zarrachalarning ko'pchilik qismi metall plastinkadan to'g'ri o'tib ketaveradi, zarrachalarning juda oz qismi o'zining dastlabki yo'lidan ma'lum burchakka og'adi, lekin ba'zi zarrachalar (o'n mingtadan bittasi) dastlabki yo'lidan qarama-qarshi tomonga qaytadi. Bu hodisani faqat α -zarrachalarning musbat zaryadlangan yadro bilan to'qnashishi natijasi deb tushuntirish mumkin.

Atom yadrosi ikki elementar zarrachalar — proton va neytronlardan tuzilgan. Yadroning bunday tuzilishga ega ekanligini 1932-yili D.D.Ivanenko, E.N. Gapon va Geyzenberg-lar asoslab berganlar. Protonning massasi taxminan 1 m.a.b ga, zaryadi +1 ga tengdir.

Neytron elektroneytral bo'lib, uning massasi taxminan proton massasiga tengdir. Proton massasi elektron massasidan 1836,12 marta, neytronning massasi esa 1838,65 marta kattadir. Yadroning zaryadi yadrodagi protonlar soni bilan aniqlanadi. Yadrodagi protonlar soni Z va neytronlar soni N yig'indisi massa soni A ga teng bo'ladi:

$$A = Z + N$$

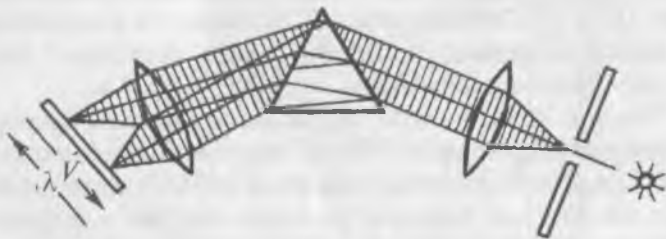
Elementning yadro zaryadlari bir xil bo'lib, atom massalari bilan bir-biridan farq qiladigan atomlari shu elementning izotoplari deyiladi. Ma'lum elementning izotoplari bir-biridan atom yadrosidagi neytronlar soni bilan farqlanadi.

II.5. ATOM SPEKTRLARI

Kimyoviy elementlarning spektrlarini o'rganishga doir tajribalarda to'plangan ma'lumotlar atomning tuzilishi nazariyasini yaratishga asos qilib olingan dalillardan biri bo'lib xizmat qildi. Hozirgi vaqtda spektr chiziqlari chastotasi $\pm 0,001\%$ aniqlikda o'lchanmoqda. Shuningdek, spektr chiziqlarining ravshanligini ham aniq o'lchash mumkin. Shubhasizki, atom tuzilishi haqidagi tushunchalar ishonchli tajribalar natijalariga asoslangan.

1. Spektrografning ishlash prinsipi. *Spektr turlari.* Yorug'lik manбайдan teshikcha orqali taqsimlagich qurilmaga nur beriladi. Bu taqsimlagich yutilgan nurni fotoplastinkaga tushiradi. Fotoplastinkada nur ma'lum to'lqin uzunligiga mos holda shakllanadi. Ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlarni tekshirishda optik spektrograflardan foydalaniladi. Bu spektrograflar ishi nurni shishadan yoki kvarsdan tayyorlangan prizma orqali o'tkazishga asoslangan. Bunday spektrograf II.3-rasmda ko'rsatilgan.

Prizmadan o'tayotgan nurning taqsimlanishi nur to'lqin uzunligining o'zgarishi bilan sindirish ko'rsatkichining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Ko'pgina hollarda nurning to'lqin uzunligi ortishi bilan sindirish ko'rsatkichi kamayadi.



II.3-rasm. Spektrografning ishlash sxemasi.

Jismning nurlanishi natijasida hosil qilingan spektrlar **emission spektrlar** deyiladi. Emission spektrlar uzluksiz, chiziqsimon va yo'l-yo'l bo'ladi. Cho'g'latilgan qattiq va suyuq jismlar uzluksiz spektrlar hosil qiladi. Gazlarni qizitish yoki elektrod zaryadi ta'sirida nurlantirish natijasida esa alohida chiziqlardan tashkil topgan **chiziqsimon yoki yo'l-yo'l** spektrlar hosil bo'ladi.

Hozirgi vaqtda atomlar nurlanishi natijasida chiziqsimon spektrlar, molekulalar nurlanishi natijasida uzluksiz yoki yo'l-yo'l spektrlar hosil bo'lishi aniqlangan.

Uzluksiz (tutash) spektrlar. Quyosh nurlarining yoki yoy fonari nurlarining spektri uzluksiz spektrdir. Bu spektrda barcha uzunlikdagi to'lqinlar bo'ladi, demakdir. Spektrda uzilish bo'lmaydi. Shuning uchun spektrograf ekranida har xil rangli spektrlarning tasviri yaxlit ko'rinadi. Energiyaning chastotalar bo'yicha taqsimlanishi har xil jismlar uchun turlicha bo'ladi. Harorat ko'tarilganda nurlanish energiyasining maksimumi qisqa to'lqinlar tomon siljiydi. Tajriba natijalarining ko'rsatishicha, qattiq yoki suyuq holatdagi moddalargina uzluksiz spektrlar hosil qiladi. Uzluksiz spektrlar hosil qilish uchun moddalar qizdirilishi kerak. Uzluksiz spektrning tabiati va mavjudlik faktori nur chiqaruvchi ayrim atomlarning xossalari-gagina emas, balki ularning o'zaro ta'siriga ham ko'p darajada bog'liq bo'ladi. Gazlar uzluksiz spektr hosil qilmaydi. Chunki suyuqlik va qattiq moddalarda atomlar bir-biriga juda kuchli ta'sir etadi. Temperaturasi yuqori bo'lgan plazma ham uzluksiz spektr beradi. Bu asosan elektronlar bilan ionlar to'qnashuvi natijasida sodir bo'ladi.

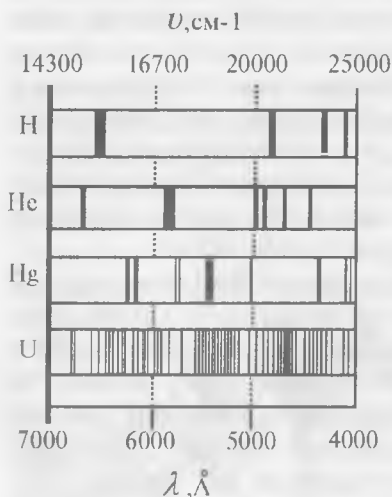
Chiziqsimon spektrlar. Agar gaz gorelkasi alangasiga osh tuzi eritmasi bilan ho'llangan bir bo'lak asbest kiritilib, unga spektroskop orqali qaralganda alanganing zo'rg'a ko'rinadigan uzluksiz spektrida ravshan sariq chiziq paydo bo'ladi. Bu sariq chiziqni natriy bug'i hosil qiladi. Natriy bug'i esa osh tuzi molekulalarining alangada parchalanishidan vujudga keladi. Bunday spektrlar chiziqsimon spektrlar deb ataladi.

Chiziqsimon spektr hosil bo'lishi moddaning muayyan uzunlikdagi (juda ensiz muayyan spektral oraliqlaridagi) to'lqinlar chiqarishini bildiradi. Chiziqsimon spektrlarni

molekulyar holatdagina emas, balki atomlar holidagi barcha gazsimon moddalar ham hosil qiladi. Bu holda yorug'lik nurlari bir-biriga ta'sir etmaydigan atomlardan chiqadi. Bu xildagi spektr spektrlarning eng asosiy turi hisoblanadi. Berilgan ayni bir kimyoviy elementning yakkalangan atomlari ma'lum uzunlikdagi to'liqlarni chiqaradi. Atom holatdagi gazning zichligi orttirilganda ayrim spektr chiziqlarining kengayishini va, nihoyat, gazning zichligi juda katta bo'lganda, ya'ni atomlarning o'zaro ta'siri kuchli bo'lganda esa spektr chiziqlari bir-birini qisman qoplab, uzluksiz spektr hosil qilganligini ko'rish mumkin.

Yo'l-yo'l spektrlar. Yo'l-yo'l spektr bir-biridan ma'lum oraliq bilan ajralgan ayrim yo'llardan iborat. Har bir yo'l bir-biriga juda yaqin joylashgan ko'pdan-ko'p zich chiziqlardan iborat ekanligini spektral qurilma yordamida aniq payqash mumkin.

Yo'l-yo'l spektrlarni atomlar emas, balki bir-biri bilan bog'lanmagan yoki zaif bog'langan molekularlar hosil qiladi. Molekulyar spektrlarni kuzatish uchun chiziq-chiziq



II.4-rasm. Ba'zi elementlar spektrlarining sxemasi.

spektrlarniki kabi bug'ning yoki zaryadlangan gazning alangada shu'lalanishidan foydalaniladi.

Har qaysi moddaning atom yoki molekulasi to'liq uzunligiga mos keladigan spektr chiziqlari to'plamiga ega bo'ladi (II.4-rasm).

Ko'pgina elementlarning spektrlari juda murakkab. Masalan, temir spektrida besh mingdan ortiq chiziqlarni sanab ko'rsatish mumkin.

Atom spektrlarining chiziqlari bir-biriga juda yaqin joylashganligini juda sezgir asboblarda kuzatish orqali aniqlangan. Agar nurlanish manbai magnit maydoniga kiritilsa, spektrdagi bitta chiziq atrofida unga juda yaqin joylashgan chiziqchalar hosil bo'lishi kuzatiladi. Bunday chiziqchalar **Zeeman effekti** deb ataladi.

Nurlanish manbai elektr maydoniga kiritilganda ham spektr chiziqchalari hosil bo'ladi. Bunday chiziqchalar **Shtark effekti** deb ataladi.

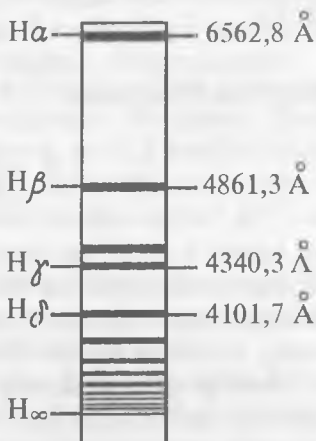
Vodorod spektri. Eng oddiy spektr vodorod spektridir. Ko'rinadigan sohada faqatgina H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} lar bilan belgilangan to'rtta spektr chiziqni kuzatish mumkin (II.5-rasm). Shuningdek, bu chiziqlar bilan birga bir nechta ultrabinafsha soha spektri hosil bo'lishi ham kuzatiladi. Bu soha **Balmer seriyasi** deb ataladi.

Balmer seriyasi chizig'i to'liq sonini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$\bar{\nu} = \left(\frac{R}{2^2} \right) - \left(\frac{R}{n^2} \right)$$

bu yerda: R — Ridberg doimiysi bo'lib, uning qiymati $R=109678 \text{ sm}^{-1}$ ga teng, $n = 3, 4, 5...$

Bundan tashqari, vodorod spektrini ultrabinafsha va infraqizil sohalarda tekshirish yo'li bilan yana bir qancha chiziqlar seriyasi topilgan. Ultrabinafsha sohada topilgan chiziqlar seriyasi **Layman seriyasi**, infraqizil sohada topilgan chiziqlar seriyasi **Pashen**, **Brekket** va **Pfunda** seriyalari deb ataladi. Bunday chiziqlar seriyasining to'liq soni xuddi



II.5-rasm. Ko'zga ko'rinadigan vodorod spektri va unga yaqin bo'lgan ultrabinafsha spektr sohasi (Balmer seriyasi).

Balmer formulasidagiga o'xshash topiladi. Lekin formuladagi 2^2 o'rniga 1^2 , 3^2 , 4^2 va 5^2 lar qo'yiladi.

Shunday qilib, vodorod spektri quyidagi umumiy formula bilan ifodalanadi:

$$\bar{V} = \left(\frac{R}{n_1^2} \right) - \left(\frac{R}{n_2^2} \right)$$

bu yerda: n_1 va n_2 lar butun sonlar bo'lib, $n_2 > n_1$ bo'ladi.

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, vodorod spektridagi chiziqlar soni cheksiz ko'p bo'lishiga qaramay ularni juda oddiy ifodalash mumkin.

Boshqa elementlarning spektrlari. Ko'prina boshqa elementlar spektrlarida ham chiziqlar seriyasi borligi aniqlangan. Bu spektr chiziqlari ancha murakkab bo'lib, vodorod spektrlari seriyasiga o'xshab turli sohalarda joylashgan bo'lmay, balki bir-birining ustiga taxlanib qoladi. Shunday bo'lishiga qaramasdan spektroskopda bu chiziqlar seriyasini ajratishga muvaffaq bo'lingan.

1889-yili Ridberg spektr seriyasi chiziqlarining to'liq sonini ikki n_1 va n_2 butun sonlar funksiyasi orqali ifodalash mumkinligini aniqladi:

$$V = T(n_1) - T(n_2) \quad (\text{II.6})$$

bu yerda: $n_2 > n_1$. Bu sonlar funksiyalari **spektral term** deb ataladi (*term* — algebraik tenglamalar a'zosi ma'nosini anglatadi).

Tarkibida faqat bitta elektroni bo'lgan vodorod atomi, bitta zaryadli geliy He^+ ioni, ikki zaryadli litiy Li^{+2} ioni va boshqa zarrachalar uchun spektrlarning termi quyidagi formuladan topiladi:

$$T = \frac{Rc^2}{n^2} \quad (\text{II.7})$$

Vodorod atomi uchun $Z=1$, bitta zaryadli geliy He^+ ioni uchun $Z=2$, ikki zaryadli litiy Li^{2+} ioni uchun $Z=3$ bo'ladi. Boshqa elementlar uchun term quyidagi formuladan topiladi:

$$T = \frac{R_Z^2}{(n+\alpha)^2} \quad (\text{II.8})$$

Bu yerda α ning miqdori birdan kichik o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, muayyan chiziqlar seriyasini ifodalaydi. Turli xildagi chiziqlar seriyasi uchun $\alpha = s, p, d, f$ harflari bilan belgilanadi. Yuqoridagi (II.7) formuladagi kabi, neytral atomlar uchun $Z=1$, bitta zaryadli ionlar uchun $Z=2$ va hokazo.

Shunday qilib, spektral chiziqlar juda murakkab va turli-tuman bo'lishiga qaramay seriyalar butun chiziqlardan iborat bo'lgani sababli ular oddiy ifodalanishi mumkin.

Kvant nurlari haqida tushuncha. M.Plank 1900- yilda qizdirilgan jismlar spektrlari energiyasining taqsimlanishini tushuntiradigan nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq energiya atomdan uzluksiz ravishda emas, balki mayda-mayda zarrachalar — kvantlar tarzida ajratiladi. Har qaysi kvantning qiymati shu nur to'lqinlarining bir sekunddagi tebranish soniga bog'liq bo'ladi. Har qanday tebranma sistema energiyani faqat kvantlar holida yutadi yoki energiya o'zidan kvantlar holida chiqaradi. Har qaysi kvant kattaligi quyidagi Plank tenglamasi bilan hisoblanadi:

$$E = h\bar{\nu} \quad (\text{II.9})$$

Bu yerda: E — energiya kvanti, h — Plank doimiysi, uning qiymati $h=6,625 \cdot 10^{-27}$ erg.sek yoki $h=6,625 \cdot 10^{-34}$ Joul·sek, $\bar{\nu}$ — tebranish chastotasi, uning to'lqin uzunligi bilan tavsiflasak, u holda:

$$\bar{\nu} = \frac{C}{\lambda} \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu yerda: C — yorug'lik tezligi, λ — to'lqin uzunligi.

M. Plank nazariyasidan kelib chiqadigan xulosalar tajribada topilgan natijalarga to'la muvofiq keldi. Yorug'lik kvantlarining haqiqatan mavjudligi boshqa xil tajribalarda ham isbotlangan. Plank tenglamasidan foydalanib spektrdagi har qaysi chiziqqa muvofiq keladigan yorug'lik energiyasining kvantini hisoblash mumkin.

Masalan, vodorod spektrining H_{α} chizig'ini uchun E ni quyidagicha hisoblaymiz:

$$\lambda = 6562,8 \text{ \AA} = 0,656 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

u holda:

$$\bar{\nu} = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,9979 \cdot 10^{10}}{0,656 \cdot 10^{-4}} = 4,57 \cdot 10^4 \text{ sek}^{-1}$$

$$E = h\nu = 6,625 \cdot 10^{-27} \cdot 4,57 \cdot 10^4 = 3,03 \cdot 10^{-12} \text{ erg yoki } 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Bu misoldan ko'rinib turibdiki, ko'zga ko'rinadigan nurning kvant energiyasi uncha katta bo'lmagan qiymatga ega. Atom o'zidan yorug'lik kvantini chiqarib birinchi energetik holatdan ikkinchi energetik holatga o'tadi. Demak, spektral term atomdagi elektronlar energiyasining o'zgarishini ifodalaydi. Shunga ko'ra, energiya o'zgarishini Plank tenglamasiga muvofiq quyidagicha yozish mumkin:

$$h\bar{\nu} = E_2 - E_1$$

yoki

$$\bar{\nu} = \left(\frac{E_2}{hC} \right) - \left(\frac{E_1}{hC} \right) \quad (\text{II.10})$$

Yuqorida keltirilgan (II.6) va (II.10) tenglamalarini taqqoslasak, ular orasida o'xshashlik borligini ko'rish mumkin.

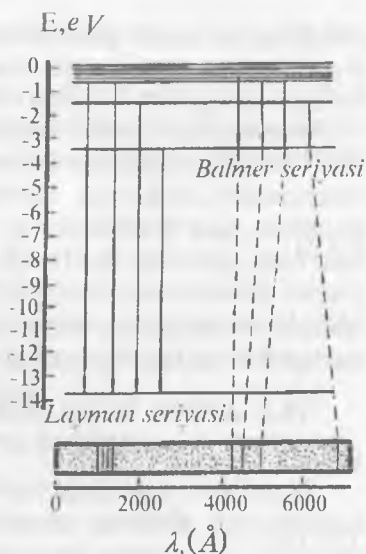
Bunda ko'rinib turibdiki, atomdagi elektron energiyasi spektral term miqdori bilan bog'langan, ya'ni:

$$E = -h \cdot C \cdot T \quad (\text{II.11})$$

Energiyaning manfiy qiymatga ega bo'lishiga sabab shuki, atomda elektronlar cheksiz masofaga chiqarib yuborilgan holatdagi energiya qiymati nolga teng deb olingan. Demak, atomdagi elektron energiyasi har doim noldan kichik bo'ladi. Yuqorida keltirilgan tenglama (II.7) ni (II.11) formulaga keltirib qo'ysak, vodorod elektronining energiyasini aniqlaydigan tenglama hosil bo'ladi:

$$E = -h \cdot C \cdot R/n^2 \quad (\text{II.12})$$

Shunday qilib, atomdagi elektronlar ma'lum qiymatdagi energiyaga ega. Shuning uchun atomda elektronlar energetik pog'onachalar bo'yicha taqsimlanadi. Molekulyar spektrlarni o'rganish har bir molekulada ham elektronlar energetik pog'onachalar bo'ylab joylanishini tasdiqlagan. Quyidagi II.6-rasmda vodorod atomidagi elektronning energiya pog'onachasi ko'rsatilgan. Energiya birligi qilib elektron volt (eV) qabul qilingan. Elektron volt — elektronning potentsiallar ayirmasi bir voltga teng bo'lgan elektr maydonidagi energiyasini ifodalaydi:
 $1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.



II.6-rasm. Vodorod atomi elektronining energetik sathi.

Atomdagi elektronlar ma'lum bir energiya miqdoriga ega ekanligi spektral ma'lumotlardan tashqari boshqa dalillar bilan ham tasdiqlangan. 1912-yili Frank va Gers gaz atomlarini elektronlar bilan bombardimon qilib, elektronlarning bunda yo'qotgan energiyasi miqdorini hisoblash mumkinligini isbotladilar. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, agar elektron energiyasi ma'lum miqdordagi atom energiyasidan kichik bo'lsa, u holda elektron gaz atomlariga hech qanday energiya bermasdan orqaga qaytadi. Bunday hodisa simob bug'larini energiyasi 4,9 eV dan kichik bo'lgan elektronlar bilan bombardimon qilinganda kuzatilgan. Agar bombardimon qilayotgan elektron energiyasi 4,9 eV dan katta bo'lsa, u holda elektron energiyasining bir qismini simob atomlariga o'tkazadi. Demak, 4,9 eV simob atomini eng kichik energetik satxdan keyingi energetik satxga o'tkazish uchun sarf bo'lgan energiyadir.

Simob atomlarini energiyasi 4,9eV dan yuqori bo'lgan elektronlar bilan bombardimon qilinganda atomda to'liq uzunligi 253,7 nm bo'lgan nurlanish hosil bo'ladi. Nurla-

nish miqdori simob atomining 4,87 eV ga teng bo'lgan energiya kvantiga teng bo'lib, atomning nurlanishi uchun sarf bo'lgan energiya miqdoriga (4,9 eV) taxminan ekvivalentdir.

Shunday qilib, katta energiyaga ega bo'lgan elektronlar bilan atomlarni bombardimon qilish yo'li bilan, atomdagi elektronlarni uchinchi, to'rtinchi pog'onalarga ko'chirish mumkin. Agar bombardimon qilayotgan elektron energiyasi juda katta qiymatga ega bo'lsa, u holda bombardimon qilina-yotgan atomdan elektron uzilib chiqadi va gazlarning ionlanishi kuzatiladi. Simob atomining ionlanishi uchun 10,4 eV energiya kerakligi shu usul bilan aniqlangan.

II.6. ATOM TUZILISHI NAZARIYALARINING RIVOJLANTIRILISHI

Rezerford yuqoridagi tajriba natijalariga asoslanib, atom tuzilishining **planetar nazariyasini** yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq, har qanday element atomi markazida juda kichik o'rinni egallovchi yadro joylashadi, uning atrofida elektronlar xuddi planetalar quyosh atrofida harakat qilgani kabi o'z orbitalari bo'ylab aylanadi. Elektrodinamik nazariyadan ma'lumki, yadro atrofida aylanib turgan manfiy zaryadli elektron elektromagnit tebranish manbai hosil qiladi. Shu sababli elektron nurlanib, ma'lum miqdorda uzluksiz energiya chiqarib turadi. Natijada ma'lum vaqtdan keyin elektron energiyasi tugab, yadroga qulab tushishi kerak edi. Lekin tajriba buni tasdiqlamadi. Bor atomda statsionar orbitalar mavjudligini, bu orbitalarda harakatlanayotgan elektronlar o'zidan energiya yo'qotmasligini aniqladi. Bunday holatda quyidagi munosabat bajarilishi kerak:

$$m_e V \cdot r = n \left(\frac{h}{2\pi} \right) \quad (\text{II.13})$$

bu yerda: $m_e \cdot Vr$ — elektronning impuls momenti, V — elektron tezligi, m_e — elektron massasi, r — orbita radiusi, n — orbita soni — 1, 2, 3,, h — Plank doimiyligi.

$\frac{h}{2\pi}$ — miqdor o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun h bilan

belgilasak, (II.13) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_e V \cdot r = nH \quad (II.14)$$

Bu formulaga asoslanib Bor vodorod atomining tuzilish sxemasini yaratdi. Haqiqatan ham elektronni yadroga nisbatan tortilish kuchini markazga intilma kuchga tenglashtirib, quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{m_e \cdot V^2}{r} = \frac{e^2}{r^2} \quad (II.15)$$

(II.14) va (II.15) tenglamalar sistemasini yechib, statsionar orbitadagi elektronning tezligi hamda yadrogacha bo'lgan masofani topish mumkin:

$$V = \frac{e^2}{nH} \quad (II.16)$$

$$r = \frac{n^2 H^2}{m_e \cdot e^2} \quad (II.17)$$

(II.17) tenglamadagi o'zgarmas qiymatlarni o'rniga qo'ysak, statsionar orbita radiusi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$r = 0,0529 n^2 \text{ nm} \quad (II.18)$$

(II.18) tenglamadan Bor birinchi orbitasining radiusi 0,0529 nm ga tengligi ko'rinib turibdi.

Elektron energiyasi kinetik va potensial energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi:

$$E = T + U$$

bu yerda; E — elektron energiyasi, T — elektronning kinetik energiyasi, U — elektronning potensial energiyasi. E — turli zaryadli r masofada joylashgan q_1 va q_2 zarrachalarning potensial energiyasi nolga teng bo'lgan holat bir-birlari bilan cheksiz masofada joylashgan zarrachalarni siljitishi natijasida bajarilgan ish bilan tavsiflanadi. Bajarilgan ish kulon qonuniga asosan quyidagi integral tenglama bilan ifodalanadi:

$$\int_{-\infty}^{\infty} (q_1 q_2 / r^2) dr = (q_1 q_2 / r) \quad (II.19)$$

Bir xil zaryadli zarrachalar uchun yuqoridagi tenglamani musbat ishora bilan ifodalash mumkin. Vodorod atomida yadro va elektron zaryadlar e ga teng. Shuning uchun elektron energiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$E = \frac{m_e v^2}{2} + \left[-\left(\frac{e^2}{r} \right) \right] \quad (\text{II.20})$$

Bu tenglamaga yuqorida keltirilgan (II.16) va (II.17) tenglamalardagi v va r larning qiymatlarini qo'ysak, vodorod elektronining energiyasini aniqlaydigan tenglamaga ega bo'lamiz:

$$E = -\left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{m_e \cdot e^4}{n^2 h^2} \right) = -\left(\frac{\text{const}}{n^2} \right) \quad (\text{II.21})$$

(II.21) tenglama vodorod atomi pog'onasidagi elektron energiyasini topish formulasi (II.12) ga mos keladi. Bu ikki tenglamani tenglashtirib, Ridberg doimiysi uchun nazariy nisbatni hosil qilamiz:

$$R = 2\pi \cdot m_e \cdot e^4 / ch^3 \quad (\text{II.22})$$

Bu tenglama orqali hisoblab topilgan R miqdori tajribada aniqlangan miqdorga mos keladi. Demak, Bor vodorod spektrini nazariy jihatdan hisoblagan.

Bor nazariyasi vodorod spektri chiziqlarining hosil bo'lishini tushuntirib berdi. Agar elektron uchinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa, vodorod spektrining H_α chizig'i hosil bo'ladi. To'rtinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa H_β beshinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tsa H_γ chizig'i vujudga keladi.

Agar elektron to'rtinchi, beshinchi va hokazo orbitallardan uchinchi orbitalga o'tsa, vodorod spektrining infraqizil sohasida **Pashen seriyasi** vujudga keladi:

$$V = R \cdot \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad n = 4, 5, 6, \dots$$

Agar elektron ikkinchi, uchinchi va hokazo orbitalardan birinchi orbitaga ko'chsa, vodorod spektrining ultrabi-nafsha sohasida **Layman seriyasi** hosil bo'ladi:

$$V = R \cdot \left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad \text{yoki} \quad V = 3,3 \cdot 10^{15} \left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

bu yerda, $n = 2, 3, 4 \dots$

Shunday qilib, Bor nazariyasi atomdagi elektronlar energiya darajalari haqidagi tasavvurni hosil qildi. Boshqacha qilib aytganda, Bor atomdagi har qaysi orbitalning o'ziga xos energiya darajasi bo'lishini izohlaydi. Energiya darajalari quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$E = - \frac{2\pi^2 \cdot m_e \cdot e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

Bu tenglamadagi n — **bosh kvant son** deb ataladi. Mana shu tenglamadan foydalanib, vodorod atomining ionlanish energiyasini hisoblab topish mumkin. Agar tenglamadagi o'zgarmas kattaliklar o'rniga ularning son qiymatlari qo'yil-sa, unda tenglama birmuncha soddalashadi:

$$E = \frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Demak, vodorod atomining birinchi orbitali bo'ylab harakat qilayotgan elektronni atomdan butunlay chiqarib yuborish uchun: $E = \frac{13,6}{n^2} 13,6 \text{ eV}$ energiya talab qilinadi. Ik-

kinchi orbitaldagi elektronni chiqarib yuborish uchun esa $E = \frac{13,6}{2^2} 13,6 \text{ eV}$ energiya sarf bo'ladi.

1916—1925- yillarda Zommerfeld va boshqa olimlar Bor nazariyasini rivojlantirib, ko'p elektronli **atomlarning tuzilishi nazariyasini** yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra atomlardakvantlangan orbitallar doirashaklidagina emas, balki ellips shaklida ham bo'lishi mumkinligi ko'rsatildi. Orbitallar faqat

tekislikka joylashibgina qolmay, balki fazoda turli vaziyatda bo'lishi mumkin. Bu nazariya spektrlarda kuzatiladigan juda ko'p hodisalarni to'g'ri tushuntirib berdi. Biroq Bor-Zommerfeld nazariyasi bir qadar kamchiliklarga ega bo'lgan sababli kimyoviy bog'lanishni miqdoriy jihatdan tushuntirishga ojizlik qildi. Masalan, molekulyar geliy ioni He_3^+ ning bog'lanish energiyasi bu nazariya asosida hisoblaganda manfiy qiymatga ega bo'lib chiqdi, ya'ni bunday ion borligi tasdiqlanmadi. Vaholanki, bunday ion mavjud bo'lib, uning bog'lanish energiyasi $+2,55 \cdot 10^5$ J/mol ga teng. Bor-Zommerfeld nazariyasi keyinchalik to'liqin-mexanika tasavvurlar bilan almashtirildi.

II.7. ZARRACHALARNING TO'LIQIN XUSUSIYATLARI

Hozirgi zamon molekula va atom tuzilish nazariyasida **mikroobyekt** deb ataluvchi juda kichik massaga ega bo'lgan zarracha va elektronlar harakatini ifodalaydigan qonunlar asoslanadi. Bu qonunlar asosan 1925—1926- yillarda yaratilgan bo'lib, makroobyekt deb ataluvchi oddiy ko'z va mikroskop orqali ko'rinadigan buyumlar harakati qonunlaridan keskin farq qiladi. Mikroobyektlar ikki xil — zarracha va to'liqin xossasini namoyon qiladi, ya'ni ular bir vaqtning o'zida korpuskulyar va to'liqin xossalarga ega bo'ladi.

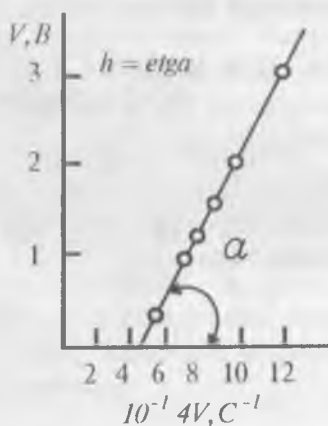
Nurning ikki xil tabiati. O'tgan asrning birinchi yarmida nurning interferensiya va difraksiya hodisalari tajribada o'rganilib, nur ko'ndalang elektromagnit tebranishga ega ekanligi aniqlangan edi. Ma'lum sharoitda interferensiya va difraksiyaning hosil bo'lishiga qarab har qanday nurni tavsiflash mumkin. XX asrga kelib nur oqimi natijasida vujudga kelgan zarrachalar harakatini **nur kvantlari** yoki **foton** deb atala boshlandi. Nurning korpuskulyar xossasi esa asosan **Kompton effekti** va **fotoeffekt** hodisalarida namoyon bo'ladi.

Fotoeffekt hodisasi 1887- yil G.Gers tomonidan o'rganilgan. Keyinchalik A.G.Stoletov tomonidan rivojlantirilgan bo'lib, bu hodisa metallarning yorug'lik nuri ta'sirida o'zidan elektronlar chiqarishiga asoslandi. Fotoeffekt hodisasini nurning to'liqin nazariyasi asosida tushuntirib bo'lmaydi.

Elektron o'lchamlari nihoyatda kichik bo'lganligi sababli, unga tushayotgan elektromagnit to'liqlari orqali berilayotgan energiya shunchalik kamki, elektronni metallardan chiqarish uchun kerak bo'lgan energiyani to'planishi uchun quyosh nuri ta'sirida uni bir necha soat davomida nurlantirish kerak bo'lur edi. Vaholanki, nurlantirgan zahoti elektronlarning metallardan chiqishi kuzatiladi. Bundan tashqari, to'liq nazariyasiga asosan, metall chiqarayotgan elektronlar energiyasi tushayotgan yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsional bo'lishi kerak edi. Lekin elektron energiyasi yorug'lik nurining intensivligiga emas, balki uning chastotasiga bog'liqligi aniqlangan. Yorug'lik nurining chastotasi ortishi bilan elektron energiyasi ham ortib boradi. Yorug'lik nurining intensivligi ortganda metallardan uchib chiqayotgan elektronlar soni ortadi, xolos.

1905-yili Eynshteyn nurni zarrachalar oqimi — **fotonlar** deb qarab, **fotoeffekt** hodisasini talqin qilish mumkinligini ko'rsatdi.

Fotonlar va elektronlarning to'qnashishi natijasida Plank tenglamasi bilan aniqlangan energiya miqdori $h\nu$ ga teng bo'ladi. Shu bilan birga to'liqinsimon nurlanish fotoeffekt hodisasini vujudga keltirmasligi ham aniqlandi. Bunday holda fotonlar energiyasi elektronlarni metallardan uzib chiqarish uchun yetarli bo'lmay qoladi. Fotonlardan olgan energiyasini metall atomiga bermasdan uchib chiqayotgan elektronlar maksimal energiyaga ega bo'ladi. Bunday elektronlarning energiyasi foton energiyasi $h\nu$ bilan metallardan elektronni chiqarishga sarflangan kuchni yengishga ketgan ish ayirmasiga teng bo'ladi:



11.7 - rasm. Fototok tugatilgan holatdagi kuchlanish bilan tushayotgan nur chastotasi orasidagi bog'lanish grafiqi.

$$(E_e)_{maks} = h \cdot \nu - A \quad (II.23)$$

Bu tenglama fotoeffekt uchun **Eynshteyn qonuni** deb atalib, tajriba natijalariga batamom mos keladi. Bu hodisani 1916-yili Milliken tajribada ko'rib chiqayotgan elektronning maksimal energiyasini o'lchashga muvaffaq bo'ldi:

$$V_e = m_e \cdot V^2/2 = (E_e)_{maks} \quad (II.24)$$

Bu yerda; m_e — elektron massasi, e — elektron zaryadi, V — elektron tezligi, V_e — elektron maydoni kuchlanishi.

Eynshteyn qonuni asosida Plank doimiyligini topish mumkin. Buning uchun elektronning maksimal energiyasi (E_e) maks, bilan tushayotgan nur chastotasi orasidagi bog'lanishni aniqlash kerak (II.7-rasm).

Yuqorida keltirilgan (II.23) va (II.24) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, to'g'ri chiziqning og'ishi $U - V$ koordinatasida $\frac{h}{e}$ nisbatga tengdir. Bu usul Plank doimiysini aniqlashda eng qulay usullardan biridir. Nurning korpuskulyar tabiatini — **Kompton effektini** tushuntirishdan oldin massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonunlarini ko'rib chiqamiz.

II.8. MASSA BILAN ENERGIYA ORASIDAGI BOG'LANISH QONUNIYATLARI

1903-yili Eynshteyn nisbiylik nazariyasiga asosan harakatdagi zarrachaning massasi tinch holatda turgan zarracha massasidan ortiq bo'lishini isbotlagan. Bunda quyidagi nisbat bajariladi:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{V^2}{C^2}\right)}} \quad (II.25)$$

Bu yerda: m — harakatdagi zarrachaning massasi, m_0 — tinch holatdagi zarracha massasi, V — zarrachaning harakat tezligi, C — vakuumdagi nur tezligi.

Shunday qilib, zarracha harakati tezligining ortishi uning energiyasi va massasining ortishiga olib keladi. Eynshteyn

zarrachaning massasi bilan energiyasi orasidagi bog'lanishni quyidagi tenglama bilan ifodaladi:

$$E = m \cdot C^2 \quad (11.26)$$

Bu tenglama massa bilan energiyaning o'zaro bog'lanish nazariyasini ifodalaydi. Holbuki nisbiylik nazariyasi vujudga kelgunga qadar massa bilan energiya o'zaro bog'liq emas deb qarab kelingan edi. (11.26) tenglama har qanday jarayon uchun massalar o'zgarishi Δm va energiya ΔE orasidagi bog'lanishni ifodalagani uchun uni quyidagicha ko'rishda yozish mumkin:

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

Lekin bu tenglamaga asosan massa energiyaga aylanadi, deb hisoblash mumkin emas, bundan materiya energiyaga aylanadi degan ma'no kelib chiqqan bo'lur edi. Massa bilan energiya faqatgina materiyaning xossalaridir. Massa materiyaning inertligini, energiya esa harakat o'lchamini belgilaydi. Shu sababli (11.26) tenglama zarrachalar massasini ifodalagani hola, uning harakatga bog'liqligini ham ko'rsatadi. Plank va Eynshteyn tenglamalari nurning to'lqin uzunligi bilan foton massasi orasidagi munosabatni tavsiflab beradi. Foton tinch holatda massaga ega emas. Lekin u yorug'lik nuriga teng tezlikda harakatlanadi. (Agar foton (11.25) tenglamaga asosan statik massaga ega bo'lganda edi, uning massasi energiyasiga nisbatan cheksiz katta qiymatga ega bo'lur edi.) Shuning uchun fotonning hamma massasi dinamik xususiyatga ega, ya'ni u doimo harakatda bo'ladi. Modomiki shunday ekan, foton energiyasini (11.26) tenglama bilan hisoblash mumkin. Ikkinchidan, Plank tenglamasiga muvofiq

$$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda} \quad (11.27)$$

(11.26) va (11.27) tenglamalardan $mc^2 = \frac{hC^2}{\lambda}$ ni hosil qilish mumkin. Undan:

$$\lambda = \frac{h}{mC} \quad \text{hosil bo'ladi.} \quad (II.28)$$

(II.28) tenglama foton impulsi mc bilan nurning to'liq uzunligi orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Bu holda tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin:

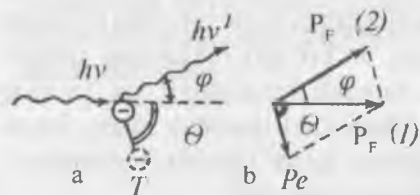
$$\lambda = \frac{h}{P} \quad (II.29)$$

bu yerda; P — foton impulsi.

Kompton effekti. Fotonlar elektronlar bilan ta'sirlanishi natijasida o'zining bir qism energiyasini uzatadi. Natijada to'liq uzunligi ortib, nurlanishning tarqalish yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni sochilish sodir bo'ladi. Bu effektini 1923-yili Kompton (AQSh) ochgan. U turli moddalarni rentgen nurlari bilan nurlantirish natijasida sochilgan nurning to'liq uzunligi birinchi holatdagidan katta bo'lganligini aniqlagan. Chunonchi, to'liq uzunligining o'zgarishi moddalarning tabiatiga va nurning birinchi holatdagi to'liq uzunligiga bog'liq bo'lmasdan, birinchi boshlang'ich nurlanish burchagi bilan sochilgan nurlanish yo'nalishi orasidagi burchakka bog'liqligini aniqlagan (II.8-rasm).

Foton va modda elektronlarining bir-biri bilan to'qnashuvida energiya hamda impulsning saqlanish qonuni bajari-ladi deb qaralsa, Kompton effektini aniq ifodalaydigan tenglamani hosil qilish mumkin.

Bir foton $h\nu$ ga teng energiya elektronlar bilan to'qnashganda energiya va impuls nolga teng deb qabul qilinadi. To'qnash-gandan keyin foton ener-giyasi $h\nu'$ ga teng bo'lib qoladi. Sochilgan foton boshlang'ich foton yo'na-lishiga nisbatan burchak



II.8 -rasm. Kompton effektini tushuntirish sxemasi:

- a — foton va elektronlarning harakat sxemasi,
- b — elektron bergan va tarqatgan foton impulslarining vektor yig'indisi.

hosil qilib harakatlanadi. Fotondan ma'lum miqdorda energiya olgan elektron, boshlang'ich foton yo'nalishiga nisbatan Θ burchak hosil qilib uchadi. Energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq elektronning fotondan olgan kinetik energiyasi T quyidagicha aniqlanadi:

$$T = hV - hV^1 = -(V^1 - V) = -h\Delta V \quad (\text{II.30})$$

Zarrachalarning kinetik energiyasi $(1/2)mv^2$ bo'lib, uning impulsi $P = mu$ ga bog'liq bo'ladi (m va u — zarracha massasi va tezligi). U holda tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$T = \frac{p^2}{2m} \quad (\text{II.31})$$

(II.30) va (II.31) tenglamalarini bir-biriga tenglashtirib, energiya olgan elektron impulsini topish mumkin:

$$P_e^2 = -2m_e \cdot h \Delta V \quad (\text{II.32})$$

Impulsning saqlanish qonuniga asosan sochilgan foton va elektron energiyalarining vektor yig'indisi boshlang'ich fotonning impulsiga tengdir. Kosinuslar teoremasiga muvofiq quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$P_e^2 = P_F^2(1) + P_F^2(2) - 2P_F(1) \cdot P_F(2) \cdot \cos\varphi \quad (\text{II.33})$$

Bu yerda, $P_F(1)$ va $P_F(2)$ boshlang'ich va sochilgan fotonlar impulslarining miqdori. $P_F(1)$ va $P_F(2)$ qiymatlari jihatidan bir-biridan uncha katta farq qilmaydi, shuning uchun tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$P_F^2(1) \approx P_F^2(2)$$

U holda (II.31) tenglama quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$P_e^2 = 2P_F^2(1)(1 - \cos\varphi)$$

$$1 - \cos\varphi = 2\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \text{ bo'lgani uchun} \quad (\text{II.34})$$

$$P_e^2 = 4P_f (1) \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) \text{ bo'ladi.}$$

Foton impulsi (II.29) tenglamaga asosan quyidagiga teng:

$$P = \frac{h}{\lambda} \quad (\text{II.35})$$

Yuqoridagi (II.35) va (II.34) tenglamalarga qiymatlarini qo'ysak

$$P_e^2 = 4 \left(\frac{h^2}{\lambda^2} \right) \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{II.36})$$

hosil bo'ladi. (II.32) va (II.36) tenglamalarni o'ng tomonlarini tenglashtirib quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$-m_e \Delta V = 2 \left(\frac{h}{\lambda^2} \right) \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{II.37})$$

Agar $V = \frac{c}{\lambda}$ tenglamani differensiallasak

$$dV = - \left(\frac{c}{\lambda^2} \right) \Delta \lambda \quad \text{hosil bo'ladi.}$$

ΔV ning qiymati V ga nisbatan uncha katta bo'lmaganligi tufayli uni quyidagicha izohlash mumkin:

$$\Delta V = - \left(\frac{c}{\lambda^2} \right) \Delta \lambda \quad (\text{II.38})$$

Bu tenglamani (II.37) tenglamaga qo'ysak Kompton efektini ifodalaydigan tenglama kelib chiqadi:

$$\Delta \lambda = 2 \left(\frac{h}{m_e \cdot c} \right) \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{II.39})$$

Keltirib chiqarilgan (II.39) tenglamadagi $\frac{h}{m_e \cdot c}$ miqdor uzunlik o'lchami bo'lib, 0,00242 nm ga teng. Bu miqdor

ko'pincha elektronning *kompton to'lqin uzunligi* deb atalib, foton massasi elektron massasiga teng bo'lgan holatdagi nurlanish to'lqin uzunligini ifodalaydi. Bu (II.39) tenglama tajriba natijalariga aniq mos keladi.

De-Broyl to'lqinlari. Fotoeffekt va Kompton effektlari ko'rinadigan yorug'lik va rentgen nurlanishlarining korpuskulyar tabiatga ega ekanligini ko'rsatdi. Interferensiya va difraksiya jarayonlari esa nurning to'lqin tabiatli ekanligini tasdiqladi. Fotonlar harakati ham korpuskulyar, ham to'lqinsimon xususiyatga ega.

1924- yilda De-Broyl fotonlar harakatining ikki yoqlama, ya'ni ham korpuskulyar, ham to'lqinsimon tabiatga ega ekanligi haqidagi nazariyani har qanday zarracha harakati uchun ham qo'llash mumkin degan xulosaga keladi:

$$\lambda = \frac{h}{mV} \quad (\text{II.40})$$

bu yerda: m — zarrachalarning massasi, V — ularning tezligi.

Bu to'lqinlar **De-Broyl to'lqinlari** deb ataladi. De-Broylning bu xulosasi keyinchalik elektronlarga ham difraksiya jarayoni xosligi ma'lum bo'lishi bilan tasdiqlandi. Elektronlar oqimi difraksion to'rdan o'tishi natijasida fotoplastinkada hosil bo'lgan difraksion tasvir (II.40) tenglama orqali hisoblangan λ to'lqin uzunligiga teng bo'lgan nurlanish natijasiga mos keldi. Difraksion to'r sifatida metallar kristalidan foydalanildi, chunki bunday kristallarda atomlar difraksion to'g'ri to'r hosil qilib joylashgan. Bunday tajriba birinchi marta 1927- yili Devisson va Djyernerlar tomonidan o'tkazilgan. Xuddi shunday elektronlar difraksiyasini Tomson va Tartakovskiylar ham kuzatishgan. Hozirgi vaqtda elektronlar difraksiyasidan moddalarning strukturasi o'rganishda keng foydalanilmoqda. Elektronlar difraksiyasini kuzatishda ishlatiladigan asbob — **elektronograf** deb ataladi. Bundan tashqari moddalarning struktura tuzilishini neytronlar difraksiyasi yordamida o'rganish ham mumkin. Vodorod molekulasini, geliy atomi va boshqa zarrachalarning elektron difraksiyalari shu

usulda batafsil o'rganilgan. Bularning hammasi, zarrachalar harakati ikki yoqlama — korpuskulyar va to'liqin tabiatga ega ekanligini batamom tasdiqladi.

Agar biz (II.40) tenglama bo'yicha turli xil obyektlar uchun to'liqin uzunlikni hisoblasak makro obyektlar uchun bu miqdor juda kichik qiymatga ega ekanligi ma'lum bo'ladi. Masalan: Iq massaga ega bo'lgan zarracha I sm · sek tezlik bilan harakat qilsa, to'liqin uzunligi $\lambda=6,6 \cdot 10^{-29}$ m ga teng bo'lishini kuzatishimiz mumkin. Bu to'liqin uzunlikning qiymatini aniqlash ancha murakkab ish. Agar to'liqin uzunligi atom radiusi $\sim 10^{-10}$ m dan juda kichik bo'lsa, u holda difraksion panjarani ko'rish yoki zarrachalarning to'liqin tabiatini biron-bir qurilma yordamida kuzatish mumkin bo'lmaydi. Mikrozzarrachalarda esa ahvol bir oz boshqacha. Masalan, 1 V potensial bilan harakatlantirilgan elektronning tezligi ($V=5,93 \cdot 10^5$ m/s) uning to'liqin uzunligiga bog'liq bo'ldi. Elektronlar oqimi (yoki mikrozzarrachalar) difraksion panjaradan o'tayotganda, ularning intensivligi ma'lum bir yo'nalishda ortadi, ba'zan De-Broyl tenglamasiga asosan kamayadi. Elektronlar oqimining intensivligi elektronlarning ekranda taqsimlanish ehtimolligi bilan aniqlanadi.

Shunday qilib, mikrozzarrachalarning taqsimlanish ehtimolligi ham to'liqinsimon harakat qonunlari orqali ifodalanishi mumkin. Bunda mikrozzarrachalarning harakat trayektoriyasi korpuskulyar va to'liqin tabiatga ega ekanligi namoyon bo'ladi. Ko'pgina hollarda De-Broyl to'liqlari — **to'liqin ehtimolliklari** deb ataladi.

De-Broyl tenglamasi o'zgarmas kinetik energiya va tezlikka ega bo'lgan mikrozzarrachalar oqimining difraksiyalanish natijalarini aytib berish uchun juda qulaydir, vaholanki, De-Broyl to'liqin uzunligi — λ o'zgarmasdir. Biroq shuni ham hisobga olish kerakki, atom va molekullarning potensial (kinetik) energiyalari zarrachalar orasidagi masofaga bog'liq bo'ladi. Shu sababli De-Broyl tenglamasidan bunday holatda to'g'ridan-to'g'ri foydalanib bo'lmaydi. Demak, yuqorida keltirilgan holatlarni birmuncha umumlashtirish talab qilinadi.

II.9. KVANT MEXANIKASI. SHREDINGER TENGLAMASI

De-Broyl tenglamasi mikrozarrachalar harakatining mexanikasini ochishga asos bo'ldi. 1925 — 1926-yillarda Geyzenberg va Shredinger — bir-birlaridan mutlaqo bexabar holda harakat mexanikasining ikki variantini taklif qildilar. Keyinchalik bu ikki variant ham to'g'ri deb topildi. Shredinger usuli hisoblashda juda qulay bo'lib qoldi. Shuning uchun, atom va molekullarning tuzilish nazariyasi shu usulga asoslandi. Mikroobyektlar mexanikasi — kvant mexanikasi nomi bilan ataladi va Nyuton qonunlariga bog'liq ravishda talqin qilinadi. Oddiy zarrachalarning harakati esa klassik mexanikaga bog'lanadi.

Kvant mexanikada mikrozarrachalarning harakatlanish qonunlari Shredinger tenglamasi asosida ifodalanadi. Klassik mexanikadagi Nyuton qonunlari kabi, bu tenglamani qandaydir umumiy holatga keltirib bo'lmaydi, balki uni ma'lum optik va mexanik tenglamalar oralig'idagi tenglama deb qaralishi mumkin.

Shredinger tenglamasi differensial tenglama bo'lib, atom-molekulyar ta'limotni o'rganishda qo'llaniladi. Chunonchi, bitta zarracha uchun Shredinger tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$-\frac{h^2}{8\pi^2m} \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} \right) + U_\varphi = E\varphi \quad (\text{II.41})$$

bu yerda; h — Plank doimiysi; m — zarracha massasi, U — potensial energiya, e — to'lqin energiyasi; x, y, z — koordinatalar.

Bu tenglamadagi o'zgaruvchan φ — to'lqin funksiyasi deyiladi. φ^2 — ma'lum fizik ma'noga ega bo'lib, zarrachalarning sistemaning V — hajmida bo'la olish ehtimolligini, ya'ni elektron buluti zichligini ifodalaydi. Fizik ma'nosiga ko'ra to'lqin funksiya maksimal, uzluksiz va bir qiymatli bo'lib, zarracha mavjud bo'la olmaydigan holatda u nolga teng bo'lishi mumkin. Masalan, elektronning yadrodan cheksiz katta masofada bo'lgan holatini nazarda tutsak, φ ning qiymati bu holda nolga teng bo'ladi.

Ma'lum E energiyaga va xossaga ega bo'lgan atom hamda molekular tuzilish nazariyasi haqidagi masalani hal qilishda Shredinger tenglamasidagi funksiyani aniqlashning o'zi kifoya. Biroq ko'pgina hollarda Shredinger tenglamasi ancha qiyin matematik masala hisoblanadi. Atom va molekularlarni kvant mexanik asosda tushuntirish uchun alohida birlik sistemasi qabul qilingan. Bu sistema foydalanilayotgan va olinayotgan tenglamalarni yozishni birmuncha soddalashtirish imkonini beradi. Bu sistemada uzunlik birligi qilib, vodorod atomida harakatlanayotgan elektron radiusi qabul qilingan, yani

$$a_0 = \frac{h}{me^2} = 0,529 \text{ nm}$$

tadagi elektronning potensial energiyasi, ya'ni

$$E = \frac{me^4}{n^2} = \frac{e^2}{a_0} = 27,2 \text{ eV}$$

qabul qilingan. Elektr zaryadi va massa birligi qilib, elektron massasi va zaryadi qabul qilingan. Bu birliklar ingliz olimi Xartri tomonidan taklif qilingani uchun **Xartri birliklari** yoki **atom birliklari** deb yuritiladi.

Atom birliklaridan foydalanib bitta elektron uchun Shredinger tenglamasi quyidagicha ifoda qilinadi:

$$-\frac{1}{2} \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} \right) + U\varphi = E\varphi$$

Bu yerda: U — potensial energiya, E — umumiy energiya, x , y , z — koordinatalar.

Differensial to'liq tenglamasida kvant mexanikasi tushunchasi umumiy tushunchalardan keskin farq qiladi. Kvant mexanikasi zarrachalarning trayektoriyasi, koordinatalari va ma'lum bir holatdagi tezliklar tushunchasini ifodalamasdan, balki zarrachalarni bo'la olish ehtimolligini ko'rsatadi. Lekin kvant mexanikasida zarrachalarning impuls momenti, energiyasi va massa miqdorlari saqlanib qolgan.

Kvant mexanikasidagi asosiy holatlardan biri Geyzenberg tomonidan kashf qilingan noaniqlik prinsipidir. Bu prinsipga muvofiq bir vaqtning o'zida zarrachalarning holatini va uning impulsi $P = mv$ ni bir-biriga nisbatan aniqlab bo'lmaydi. Agar zarrachalarning turgan o'rni (koordinatalari)

qanchalik aniq o'lchasa, shunchalik uning impulsi noaniq yoki aksincha, qanchalik impuls aniq bo'lsa, shunchalik ularning joylashgan o'rni noaniq bo'ladi. U holda noaniqlik nisbatlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta X \cdot \Delta P_x \geq h \quad (\text{II.42})$$

yoki

$$\Delta X \cdot \Delta V_x \geq \frac{h}{m} \quad (\text{II.43})$$

bu yerda: ΔX — zarrachalarning noaniqlik holatlari (ya'ni kuzatilayotgan vaqtdagi X o'qidagi joylashgan o'rni), ΔP_x va ΔV_x — X o'qi bo'yicha zarrachalarning tezligi va impulslari noaniqlik miqdorlari.

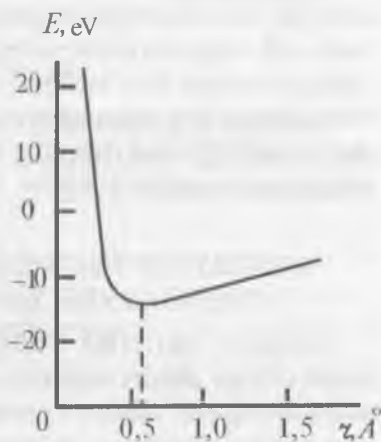
Xuddi shunga o'xshash nisbatlarni y va z o'qlari bo'yicha ham yozishimiz mumkin. Bunday noaniqlik nisbatlari ko'pgina hodisalarni oson izohlab beradi. Bunga misol qilib vodorod atomidagi elektron harakatining noaniqlik darajasini ko'rib chiqamiz.

Agar elektron harakati r — radius ichida sodir bo'ladi deb hisoblasak, u holda noaniq harakati r ga teng deb qabul qilinishi mumkin. Bu yerda

yuqoridagi tenglamaga asosan elektron minimal noaniqligi ΔP nm elektron impulsi P ga teng bo'lgan holatda $\frac{h}{r}$ ga baravar deb olishimiz

mumkin (II.42). Bizga ma'lumki, impuls qiymati noaniqlik qiymatidan kichik bo'lishi mumkin emas. Shuning uchun impulsning minimal qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \frac{h}{r} \quad (\text{II.44})$$



II.9-rasm. Elektronning energiyasi bilan harakatlana oladigan radiusi orasidagi bog'lanish.

Elektron energiyasi $\frac{p^2}{2me}$ qiymat asosida hosil bo'lgan kinetik energiya bilan yadrodan r masofada mavjud bo'lgan $\frac{e^2}{2}$ potensial energiya yig'indisiga teng bo'ladi. Bu holda vodorod atomidagi elektronning umumiy energiyasi E quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$E = \left(\frac{h^2}{2m_e \cdot r} \right) - \left(\frac{e^2}{r} \right) \quad (\text{II.45})$$

Elektronning umumiy energiyasi E bilan radiusi r orasidagi bog'lanish II.9-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, E minimal qiymatga ega bo'lganda r_0 qiymatini oson topishimiz mumkin, chunki minimum nuqtasida $d_r = 0$ ga teng bo'ladi. Yuqoridagi tenglamani differensiallab,

$$\left(\frac{h}{m_e \cdot r_0} \right) + e^2 = 0 \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Tenglamadan

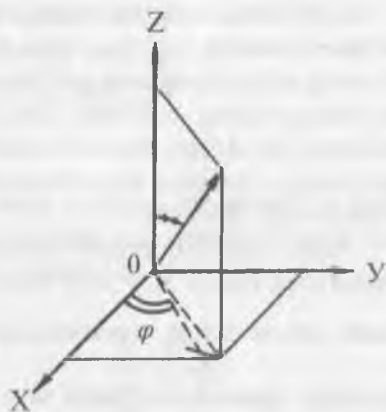
$$r = \frac{h^2}{m_e \cdot e^2} \text{ bo'ladi.} \quad (\text{II.46})$$

Topilgan r_0 qiymatini (II.45) tenglamaga qo'yib, vodorod atomidagi elektronning minimal energiya qiymatini topishimiz mumkin:

$$E_{\min} = - \left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{m^e \cdot e^4}{h^2} \right) \quad (\text{II.47})$$

Olingan natijalar chuqur ma'noga ega. Klassik tasavvurlarga asosan elektron yadroga qulab tushgan vaqtda uning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi. Lekin kvant mexanikasi elektronning tinch holatdagi emas, balki r_0 bo'lgan chegaradagi energiyasi minimal qiymatga ega ekanligini ko'rsatadi. Bunday holatda esa bu chegara ichida elektronning aniq holatini tavsiflash mumkin emas. Shuning

uchun, $r < r_0$ bo'lganda elektron energiyasi ortib boradi. (II.46) va (II.47) tenglamalarni tenglashtirib r_0 ning qiymati birinchi orbita radiusi qiymatiga teng ekanligini ko'rishimiz mumkin. (II.47) va (II.21) tenglamalarni taqqoslab esa noaniqlik nisbati asosida topilgan E ning qiymati Bor nazariyasida ko'rsatilgan va vodorod spektrini tekshirish natijasida topilgan vodorod atomidagi elektronning minimal qiymatiga mos kelishini kuza-tishimiz mumkin.



II.10-rasm. Qutb koordinatalar sistemasi.

Yuqorida keltirilgan xulosalar taxminiydir, chunki elektronning atomdagi harakatini aniq sfera bo'ylab chegaralab bo'lmaydi. Shunga qaramasdan bu xulosalar, elektron nima uchun yadroga qulab tushmasligi va uning energiyasi minimal qiymatga ega ekanligini izohlab berishda katta ahamiyatga ega. Vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasi yechilganda ham xuddi shunday natijalar olinishi mumkin. Lekin buning uchun murakkab elektron hisoblash mashinalaridan foydalanish talab etiladi.

II.10. VODOROD ATOMINING TUZILISHINI KVANT-MEXANIK NAZARIYA ASOSIDA TUSHUNTIRISH

Vodorod atomi juda sodda tuzilgan bo'lib, uning yadro maydonida bittagina elektron harakatlanadi. Bunday holatda Shredinger tenglamasiga muvofiq potensial energiya U funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U = -\frac{e^2}{r} \quad (II.48)$$

(II.48) tenglamaning yechimi murakkab matematik masala bo'lgani sababli, uni bu yerda ko'rib chiqish imkoni yo'q. Shuning uchun tenglama yechimining asosiy xossalari va fizik ma'nolarinigina belgilab chiqamiz. Bunday masaladagi elektron harakatini markazi atom yadrosiga mos keladigan qutblangan sistema koordinatalarida kuzatish birmuncha qulaydir (II.10-rasm).

Agar, to'g'ri burchakli sistema koordinatalarida zarrachalarning holati x , y va z bilan berilsa, qutblangan sistemada vektor radius r (markazdan olingan masofa), $r = \frac{h^2}{m \cdot c^2}$

burchagi (kenglik burchagi) va φ bilan belgilanadi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, qutbli koordinatalar to'g'ri burchakli koordinatalar bilan quyidagi nisbatda bog'langan:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \sin\theta \cos\varphi \\ y &= r \cdot \sin\theta \sin\varphi \\ z &= r \cdot \cos\theta \end{aligned} \quad (\text{II.49})$$

U holda φ — funksiyasini faqatgina bitta argumentga bog'liq bo'lgan uch funksiya ko'paytmasi deb olish mumkin:

$$\varphi = (r, \theta, \varphi) = R(r) \Theta(\theta) F(\varphi)$$

$R(r)$ to'liq funksiyasining radial qismi, $\Theta(\theta)F(\varphi)$ ko'paytma esa uning **burchak qismi** deb ataladi.

Uchinchi darajali ifodaning hosil bo'lishi, butun sonli qiymatlarga ega bo'lgan masalani yechishda uchta miqdorning hosil bo'lishiga, ya'ni uchta kvant sonining hosil bo'lishiga olib keladi va n , l , m harflari bilan belgilanadi. Bu miqdorlar to'liq funksiyasini tashkil qilgan radial va burchaksimon miqdorlarni ifodalaydi. Umumiy ko'rinishda vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasini yechish natijalari quyidagicha ifodalanadi:

$$R(r) = f_1(n, l); \quad \Theta(\theta) = f_2(l, m); \quad F(\varphi) = f_3(m, l) \quad (\text{II.50})$$

Kvant sonlar n , l va m esa quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi:

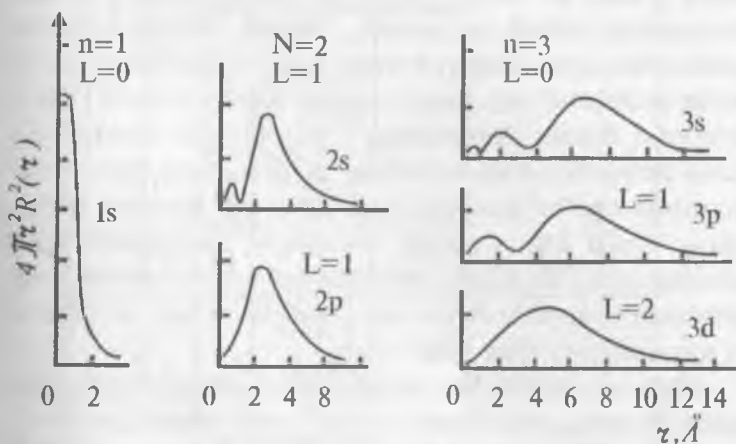
$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, \infty$$

$$l = 0, +1, +2, +3, +4, \dots, (n-1)$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots, \pm l$$

$$m_s = \pm 1/2n^2$$

Ushbu kvant sonlar faqat vodorod atomidagi elektron harakatinigina emas, balki boshqa har qanday atomlardagi elektronlar harakatini ham ifodalaydi.



II.11-rasm. Turli holatdagi vodorod atomi elektronlarining radial taqsimlanish ehtimolligining ko'rinishi.

(II.49) tenglamadan ko'rinib turibdiki, R - funksiya n va l kvant sonlarini o'z ichiga olgan. Shuning uchun R - funksiya atomlardagi elektronlar bo'la olishining radial taqsimlanish ehtimolligini belgilaydi. Bu funksiyalarning vodorod atomi uchun grafik tasviri II.11-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda ordinata o'qlari bo'yicha $R^2(r)$ ning $4\pi r^2$ ga ko'paytirilgan qiymatlari qo'yilgan. Bu ko'paytmani kiritishdan maqsad qutbli sistema koordinatidagi element hajmi dV ni dr qalinlikka ega bo'lgan qatlamdagi sharning hajmi deb qarash mumkin:

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

φ^2 funksiyani $4\pi r^2$ ga ko'paytirib hajm birligiga nisbatan emas, balki atom yadrosi orasidagi masofa birligiga nisbatan olingan radial taqsimlangan elektronlar zichligi ehtimollikni keltirib chiqaramiz.

Keyinchalik Bor-Zommerfeldlarning elektron ma'lum orbita bo'ylab harakatlanishi nazariyalari kvant-mexanika nazariya bilan almashtirildi. Bu nazariyaga muvofiq elektron atom hajmining har qaysi nuqtasida bo'lishi mumkin-u, uning yadro atrofidagi fazoning hamma joyida bo'lish ehtimolligi birdek bo'lmaydi. Demak, orbita elektron harakatlanadigan oddiy yo'l emas, balki u elektronning bo'lish ehtimollik turish ehtimolligi eng yuqori bo'lgan fazoviy o'rnidir. Yadro atrofidagi fazoda elektronning orbita bo'ylab harakatlanish ehtimollik turish ehtimollikni aks ettiradigan manzarani quyuq va sohilarga ega bo'lgan elektron bulut deb tasavvur qilish uning shakli orbital nomli maxsus φ^2 funksiyalar bilan tasvirlana oladi. Endilikda orbital atamasi orbita atamasi o'rnini ishlatiladi va atomda elektronning harakati o'ziga xos ma'lum to'liqin funksiya bilan belgilanadi.

Atomdagi elektronlarning holatini quyidagicha belgilash qabul qilingan: bosh kvant soni n butun sonlar, yani $1, 2, 3, 4, \dots$ bilan orbital kvant soni l esa butun sonlar $0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ va harflar s, p, d, f, g, h, \dots bilan belgilanadi.

Birinchi to'rtta harf atomlarning spektr seriyalariga keladi, ikkita oxirgi g va h harfi alfavitda f dan keyin keladi. Demak, $1s$ deganda, $n=1$ va $l=0$ ga teng bo'lgan elektronni, $2p$ deganda $n=2$, $l=1$ ga teng bo'lgan holatdagi elektronlar tushuniladi. Atomdagi elektronlar soni esa har bir darajasida ko'rsatiladi. Masalan: $2s^2$ («ikki ES ikki» o'qiladi) atomda $n=2$ va $l=0$ bo'lganda 2 ta elektron borlikini ko'rsatadi (II.1-jadval).

II.2-jadvalda vodorod atomidagi ba'zi elektronlar holatlarining to'liqin funksiyalari keltirilgan. Ularning miqdori atamasi birligida berilgan.

Turli holatdagi elektronlarning kvant sonlari

n	l		2		3	
	0	1	0	1	0	1
m			0	±1	0	±1
m _x	+1/2 -1/2	+1/2 -1/2	+1/2 -1/2	+1/2 -1/2	+1/2 -1/2	+1/2 -1/2
Orbitaliar belgisi	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	3s
l—ma'lum qiymatga ega bo'lgandagi maksimal elektronlar soni	2	2	6	6	6	10
n—ma'lum qiymatga ega bo'lgandagi maksimal elektronlar soni	2	8	18	18	18	18

Vodorod atomi elektronlarining to'liq funksiyalari

Orbitallar	Radial qismi	Burchak qismi
1 s	$2e^{-r}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
2 s	$-\frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot (2-r) \cdot e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
2 p _x	$\frac{1}{2\sqrt{6}} \cdot r \cdot e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{x}{r} \right)$
2p _z	$\frac{1}{2\sqrt{6}} \cdot r \cdot e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{z}{r} \right)$
2p _y	$-\frac{1}{2\sqrt{6}} \cdot r \cdot e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{y}{r} \right)$
3d _{x²-y²}	$\frac{4}{81\sqrt{30}} \cdot r^2 \cdot e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{15}}{4\sqrt{\pi}} \left[\frac{(x^2-y^2)}{r^2} \right]$
3d _{xz}	$\frac{4}{81\sqrt{30}} \cdot r^2 \cdot e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{30}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{x \cdot z}{r^2} \right)$
3d _{z²}	$\frac{4}{81\sqrt{30}} \cdot r^2 \cdot e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{5}}{4\sqrt{\pi}} \left[\left(\frac{3z^2-r^2}{r^2} \right) \right]$
3d _{yz}	$\frac{4}{81\sqrt{30}} \cdot r^2 \cdot e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{30}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{y \cdot z}{r^2} \right)$
3d _{xy}	$\frac{4}{81\sqrt{30}} \cdot r^2 \cdot e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{15}}{4\sqrt{\pi}} \left(\frac{xy}{r^2} \right)$

Bundan tashqari trigonometrik burchaklar funksiyalarining yozilishini qisqartirish maqsadida r masofada x , y va z koordinatalarda aniqlangan. Xuddi shunga o'xshash to'liq funksiyalari bilan birga elektronli ionlarda (Ne^- , Li^{+1} va boshqalar) elektronlar harakatini ifodalashi mumkin. Bunda bu ionlarning to'liq funksiyalarini $7 \cdot \frac{3}{2}$ ga ko'paytirib va r o'rniga $z-r$ miqdorni qo'yish kifoya.

To'liq funksiyalarni grafik tasvirlash uchun turli usullar mavjud. Bulardan biri elektronlar zichligini radial taqsimlanish chizig'i usuli bilan biz yuqorida tanishdik.

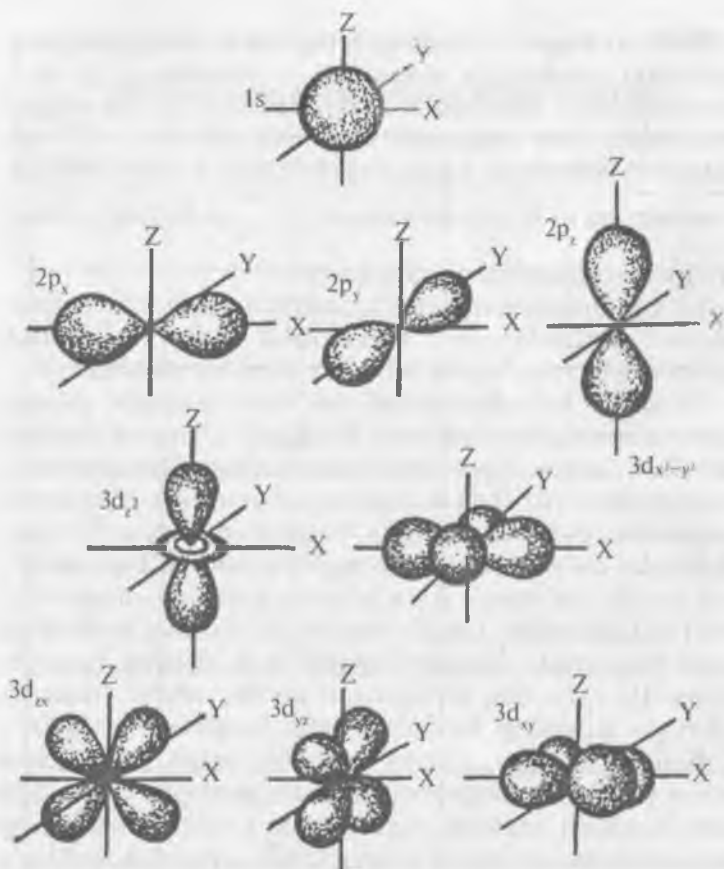
Elektron bulutlari shakli ma'lum darajada to'liq funksiyalarining burchaklarini aniqlaydi. Ularning shaklini tasvirlash uchun qutb koordinatalaridan foydalaniladi. Diagrammani tuzishda koordinata o'qlarining boshlanish nuqtasidan $\Theta(\theta)F(\varphi)$ larning miqdorlariga mos bo'lgan o'lchamlar qo'yib boriladi. So'nggi o'lcham bo'lagi orbitalning shaklini ko'rsatadi. Ko'p hollarda qutblararo diagramma $\Theta(\theta)F(\varphi)$ qiymatlari orqali emas, balki ularning kvadratlari orqali belgilanadi. Bunday shakllar ba'zi elektron holatlari uchun II.12-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, ularni yuqorida keltirilgan jadvaldagi formulalar bilan taqqoslash mumkin.

Bundan tashqari, elektron bulutlari shakli ichida katta qismni (95%ni) egallagan bulutlarni chegaralagan yuza orqali ham ko'rsatish mumkin. Agar rasmda to'liq funksiyaning aniq miqdorini ko'rsatish talab qilinsa, u holda φ (yoki φ^2) uchun nuqtalarni birlashtiruvchi kontur diagrammalardan foydalaniladi. II.13-rasmda vodorod atomidagi 2 Pz orbitalning turli tasviri ko'rsatilgan.

Shunga qaramay, ko'rsatilgan rasmlar turlari shakllarga ega, ya'ni Pz-orbital o'ziga xos bir xil simmetrik shaklga ega. Orbital shakllar kimyoviy bog'lanishni tushuntirishda katta rol o'ynaydi. Keyinchalik shularga o'xshash orbital shakllaridan ko'p foydalanamiz.

II.11. ATOM ELEKTRONLARINING KVANT SONI

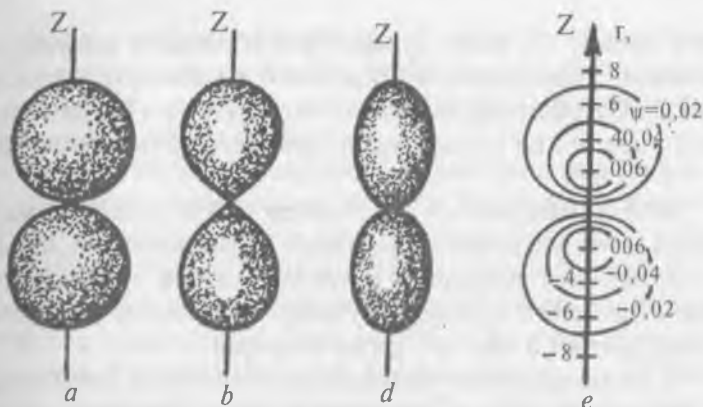
Kvant sonlari faqatgina vodorod atomidagi elektronnigina emas, balki har qanday elektronlar harakatining fazoviy yo'nalishini ham ifodalaydi. Kvant sonlari elementlarning



II.12-rasm. Atomda turli holatdagi elektron bulutlarining shakli (qutblangan holati).

xossalari va kimyoviy bog‘lanishning tabiatini o‘rganishda katta rol o‘ynaydi. Shu sababli, ularning ma‘nosini chuqur anglab olish, zarur bo‘lganda ularni nazariy va amaliy maqsadlarda qo‘llashni bilish talab etiladi.

Hozirgi vaqtda elektron holatini to‘rtta kvant son bilan belgilash qabul qilingan bo‘lib, bular bosh kvant soni « n », orbital kvant soni « l », magnit kvant soni « m », spin kvant soni « m_s » dir.



II.13-rasm. Pz — orbital tasviri:

- a — φ ning qutblangan holati,
- b — φ^2 ning qutblangan holati,
- d — φ^2 ning chegaralangan yuzasi,
- e — kontur holati.

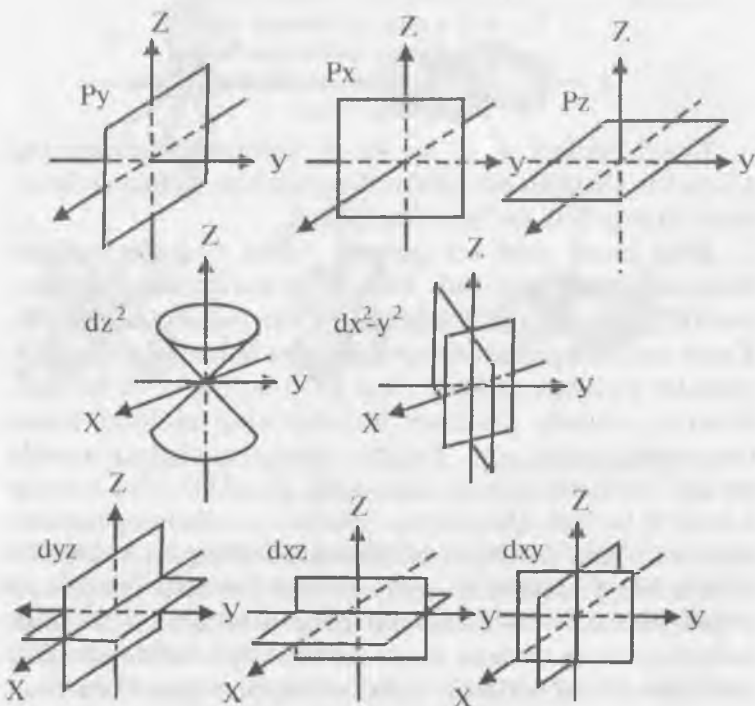
Kvant sonlari n , l , m , va m_s elektron bulutlarning geometrik shakllari bir-biridan farq qilishini hamda elektron harakatining fizik ma'nosini anglatadi.

Bosh kvant soni « n » qiymati 1 dan ∞ gacha bo'lgan butun sonlarga teng bo'ladi. Bosh kvant son atomdagi elektron qavatini, yoki ma'lum energetik pog'ona yuzasini tavsiflaydi. Kvant yuza chegarasi deb, $\varphi=0$ bo'lgan holatdagi geometrik nuqtalar turlariga aytiladi. Agar $\varphi=0$ bo'lsa, $\varphi^2=0$ bo'ladi. Shuning uchun, elektron bulutlarining zichligi kvant chegarasida nolga teng. Kvantlar yadrodan cheksiz uzoqda bo'lgan yuzalarni ham hisobga oladi, chunki bunday holatda ham $\varphi=0$ bo'ladi. Qavatlarda elektron bulutlarining taqsimlanishi ma'lum umumiy qonuniyatga asoslangan. Mikrozarxalarning harakatini oddiy to'liqin harakati tenglamasi orqali ifodalash mumkin. Har qanday to'liqinda tebranish soni nolga teng bo'lgan nuqta bo'ladi. Agar tebranish jaryoni uch xil yo'nalishda sodir bo'lsa, ular birgalikda hosil qilgan nuqtalar qavat yuzasini tashkil qiladi. Atomlarda qavat yuzalari ikki xil ko'rinishda bo'ladi: 1) atom (yoki yadro) markazidan o'tadigan qavatning yuza sferasi yadro markaziga

mos keladi; 2) atom (yadro) markazidan o'tmaydigan qavatning yuzasi sferasi esa tekis yoki konussimon shaklga ega bo'ladi. Qavatlarining sferik yuzali bo'lishi to'liq funksiyaning radial qismini ko'rsatadi, ya'ni yadrodan ma'lum masofada $\varphi = 0$ bo'ladi.

Orbital kvant soni « l » elektronning to'liq funksiyasi hosil qilgan qavat yuzalarining yadrodan o'tish sonini belgilaydi. Yuqorida qayd etilganidek qavat yuzalaridan bittasi doimo yadrodan cheksiz masofada joylashgan deb hisoblanadi, ya'ni l ning qiymati 0 dan $n-1$ gacha o'zgaradi.

II.14-rasmda atom markazidan o'tuvchi turli holatlardagi elektronlar qavat yuzalarining joylanishi ko'rsatilgan.



II.14-rasm. Atom markazidan o'tuvchi turli holatdagi elektronlar qavati yuzalarining joylanishi.

Shunday qilib, « l » orbitallar ($l=0$) sferik (burchak to'liq funksiyasi o'zgarmas bo'lib, yadrodan o'tadigan qavat yuzalarga ega emas), r — orbitallar gantel, d — orbitallar to'rt parrakli shaklga ega bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kvant mexanikasi tushunchasiga asosan elektron atom yadrodan har qanday masofada bo'la olishi mumkin, lekin atomning turli nuqtalarida bo'la olish ehtimoli har xil bo'ladi. Elektron bulutlarning atomda taqsimlanishini bilgan holda yadrodan elektrongacha bo'lgan o'rtacha masofani hisoblashimiz mumkin. Bu o'rtacha masofa $r_{o'rt}$ orbital o'lchamini ifodalaydi. Shunga asoslanib, $r_{o'rt}$ qiymati radial taqsimlanish funksiyasini integrallash yo'li bilan topiladi.

$r_{o'rt}$ qiymati n va l miqdorlar orqali aniqlanadi. Vodород atomidagi elektron va vodorodga o'xshash ionlar elektronlari uchun bu bog'lanish quyidagi nisbatda bo'ladi:

$$r_{o'rt} = \frac{d_0 n^2}{z} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[1 - \frac{l(l+1)}{n^2} \right] \right\} \quad (\text{II.51})$$

Bu yerda: z — yadro zaryadi; d_0 — birinchi Bor orbitasining diametri.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, $r_{o'rt}$ ning miqdori taxminan n^2 ga proporsionaldir. Shuning uchun, n miqdori orbital o'lchamini aniqlaydi deb aytish mumkin. Vodород atomidagi elektronning bo'la olish ehtimolining 1s, 1p, 3d, 4f va hokazo holatlari Bor orbitallari radiuslariga mos keladi.

Vodород atomidagi elektron energiyasi faqat n ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. U holda Shredinger tenglamasi-ning yechimi quyidagi ifodani beradi:

$$E = -\left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{m \cdot e^2 \cdot z^2}{n^2 \cdot h^2} \right) \quad (\text{II.52})$$

Bu tenglama Bor nazariyasiga mos keladi. Vodород atomidagi elektronning asosiy xarakteristikasi — energiyasi " n " bilan belgilanganligi sababli uni **bosh kvant soni** deb yuritish qabul qilingan.

Orbital kvant soni « l » elektron impulsi orbital momenti « M » ning miqdorini belgilaydi, ya'ni:

$$M = h\sqrt{l(l+1)}$$

Bizga ma'lumki, impuls momenti vektor kattaligidir. Uning yo'nalishi m_l kvant soni bilan aniqlanadi va orbitallarning fazodagi joylanishini ifodalaydi. Vektor yo'nalishini uning ma'lum bir o'qqa nisbatan, masalan, z o'qiga nisbatan proyeksiyasi miqdori orqali topish mumkin. Impulsning orbital momenti proyeksiyasini quyidagi nisbat bilan aniqlash mumkin:

$$M_z = h m_l$$

Bu kvant soni *m* *magnit kvant soni* deb ataladi. Chunki elektron orbitalning magnit proyeksiyasi shu songa bog'liq. Shredinger tenglamasi yechimida ko'rsatilgan n , l va m kvant sonlari vodorod atomidagi elektronning harakat trayektoriyasini to'liq belgilab bera olmaydi. Atom spektrlarini kuzatish natijasida bu xarakteristikalaridan tashqari to'rtinchi kvant sonini ham kiritish kerakligi ma'lum bo'lib qoldi. Chunki tajriba natijalariga asosan elektron to'rtinchi darajali ozodlikka ega, ya'ni oddiy so'z bilan aytganda, u o'z o'qi atrofida aylanadi. Elektronlarning harakati "spin" bilan belgilanadi. *Spin kvant soni* elektron o'zining moment impulsiga ega ekanligini bildiradi. Bu tushuncha elektronning zaryadi va massasi kabi uning asosiy xossasi hisoblanadi. Tajriba natijalari elektron momentining proyeksiyasi, faqat ikkita qiymatga ($+\frac{1}{2}n$ va $-\frac{1}{2}n$) teng ekanligini ko'rsatdi. Bu yerda musbat va manfiy ishoralar elektronning turli yo'nalishi bo'yicha aylanishini bildiradi. Ravshanki, spin kvant son m_s — faqat ikkita qiymatga ($+\frac{1}{2}$ va $-\frac{1}{2}$) ega bo'ladi. Spin kvant sonlarini to'liqin funksiya orqali belgilash uchun unga ko'paytirgichlar kiritiladi.

Demak, to'rttala kvant sonlari n , l , m , m_s atomdagi elektronning harakatini to'liq tavsiflaydi. Elektronning harakatini bulardan boshqa birliklarda ifodalab bo'lmaydi. Zero,

vodorod atomidagi elektronning energiyasi n miqdori bilan belgilanadi-yu, boshqa kvant sonlariga bog'liq bo'lmaydi. Bundan bir xil energiyaga ega bo'lgan elektronlar turli holatlarda bo'lishi mumkin, degan xulosa kelib chiqadi. Qanday holatlardagi elektronlar «tug'ma» elektronlar deb ataladi. Elektronlarning bunday tug'ma holatlari tashqi elektr yoki magnit maydoni ta'sirida yo'qotilishi mumkin. Bosh kvant soni n bir xil qiymatga, l , m va m_s turli qiymatga ega bo'lgan holatdagi elektronlarga tashqi maydon ta'siri turlicha bo'ladi. Natijada bunday holatdagi elektronlarning energiyasi har xil qiymatga ega bo'lib qoladi. Buni magnit yoki elektr maydonlari ta'sirida spektr chiziqlarining nurlanishi bilan tushuntirish mumkin (Shtark va Zeyman effektlari).

Vodorod atomi uchun yuqorida aytilgan fikrlarni xuddi shunga o'xshash bitta elektronli sistemalar $-\text{He}^+$, Li^+ va ionlar uchun ham qo'llash mumkin. Bunday holda elektron energiyasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = -\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{m_e \cdot e^4 \cdot z^2}{n^2 \cdot \pi^2}\right) \quad (\text{II.52, a})$$

Ko'p elektronli atomlar. Vodorod atomidan boshqa ko'p elementli atomlardagi har qaysi elektronning holatini ham to'rt kvant son p , l , t va m_l bilan belgilash mumkin. Bu sonlar vodorod atomidagi kvant sonlar qiymatlariga teng deb qabul qilinadi.

Ko'p elektronli atomlarda elektron faqatgina yadro maydonidagina emas, balki boshqa elektronlararo maydonlarda ham harakatlanadi, ya'ni n bir xil qiymatga, l esa turli qiymatlarga ega bo'lganligi sababli elektronlarning energiyalari ham turli qiymatga ega bo'lib qoladi. Shuning uchun, ko'p elektronli atomlarda elektron energiyasi ikki kvant soni n va l bilan belgilanadi. Bunday holatda elektronning energiyasi n va l ortib borishi bilan ko'payadi. Atomdagi elektronlar soni ortib borishidagi energiyaning o'zgarishi l ortib borishidagi energiyaga qaraganda birmuncha sezilarli bo'ladi. Natriy atomidan chiqarib yuborilgan elektronning kvant sonlari $n=3$, $l=0$ (3s)ga teng bo'lgan qavatdagi va $n=3$, $l=1$ (3p)ga teng bo'lgan qavatdagi energiyalarning ayirmasi 2,1 eV ga teng. Bu miqdor kvant sonlari $n=3$, $l=0$

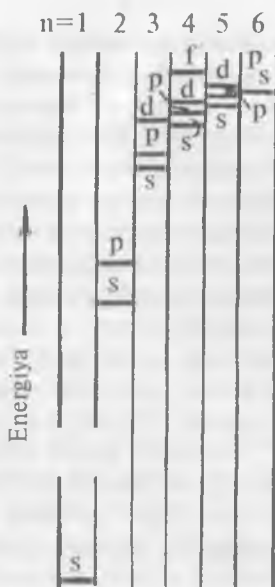
(3s) va $g=4$, $l=0$ (4s) ga teng bo'lgan qavatlardagi energiyalar ayirmasi miqdori (3,1 eV) ga yaqinlashadi. Elektronlar soni ortib borgan sari atomlarda l o'zgarishi bilan energiya sezilarli ravishda o'zgaradi. Bu atomlar tuzilishining turlicha bo'lishi bilan tushuntiriladi. Umuman, ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarning o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin va qavatlari energiyalari jihatidan bir-biridan kam farq qilib n , p qavatlari nisbatan kichkina qiymatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, energiyaning ortib borishi quyidagi energetik qavatlar tartibida tavsiflanadi:

$$\begin{aligned}
 1s < 2s < 2p < 3s < 4s \\
 \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s \\
 \approx 5d \approx 4f < 6p
 \end{aligned}$$

II.15-rasmda ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarining nisbiy joylanish sxemasi ko'rsatilgan. Keltirilgan sxema taxminiy bo'lib, bir atomdan ikkinchi atomga o'tgan sari energetik qavatlarning joylanishi sezilarli o'zgarib boradi. Ko'p elektronli atomlarda elektronlarning holatlari Pauli prinsipi asosidagi kvant-mexanik qonunga javob beradi. Ushbu prinsipga muvofiq atom va molekulyar sistemada to'rttala kvant sonlar bir-biriga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Pauli prinsipi atomdabosh kvant soni n ma'lum qiymatga ega bo'lgan elektronlar sonini cheklab qo'yadi.

Agar $n=1$ bo'lsa, u holda $l=0$ va $m=0$ ga ega bo'ladi. Shuning uchun $n=1$ ga teng bo'lganda elektronlar bir-biridan spin kvant sonlari bilan farq qiladi. Shunday qilib, atomda bosh kvant soni $n=1$ bo'lgan ikki elektron bo'lishi mumkin.



II.15-rasm. Ko'p elektronli atomlarda energetik pog'onalarining joylanishi.

	n	l	m	m_s
1-elektron	1	0	0	$+\frac{1}{2}$
2- elektron	1	0	0	$-\frac{1}{2}$

Shunga o'xshash $n = 2$ bo'lgan holatda kvant sonlari bir-biriga o'xshash bo'lmagan 8 elektronning borligini kuzatishimiz mumkin:

n	l	m	m_s	n	l	m	m_s
2	0	0	$+\frac{1}{2}$	2	1	0	$+\frac{1}{2}$
2	0	0	$-\frac{1}{2}$	2	1	0	$-\frac{1}{2}$
2	1	+1	$+\frac{1}{2}$	2	1	+1	$+\frac{1}{2}$
2	1	-1	$-\frac{1}{2}$	2	1	+1	$-\frac{1}{2}$

Xuddi shu usul bilan bosh kvant soni $n = 2$ ga teng bo'lganda elektronlarning maksimal soni ko'pi bilan 18 ga, $n = 4$ bo'lganda 32 ga teng ekanligini hisoblab topish mumkin. Umuman, bosh kvant son n qiymatga ega bo'lsa, elektronlarning eng ko'p soni $2n^2$ ga teng bo'ladi. Bosh kvant son n ning qiymati elektronlarning yadrogacha bo'lgan o'rtacha masofasini belgilaydi, shu sababli bir xil qiymatga ega bo'lgan elektronlar yig'indisi *elektron qavat* deb ataladi (elektron qavatlarni belgilash yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi).

n qavatda orbital kvant soni, l ning qiymatlari 0 dan $(n - 1)$ ga qadar bo'lishi mumkin. Yuqorida ko'rsatilganidek, har qaysi qavatdagi maksimal elektronlar soni $2n^2$ ga teng bo'lgani uchun, ya'ni birinchi qavatda ko'pi bilan 2 ta, ikkinchi qavatda 8 ta va hokazo elektron bo'ladi. Shunga muvofiq, har qaysi qavatlardagi elektronlarning eng ko'p soni esa $2(2l + 1)$ ga teng bo'ladi. Agar s qavatchada bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan 2 ta elektron bo'lishi mumkin bo'lsa, p qavatchada elektronlar soni oltita bo'ladi. U holda elektronlar spinlari qanday taqsimlanadi, degan savol tug'iladi. Masalan: azot atomining elektron konfiguratsiyasi

$1s^2 2s^2 2p^3$ formulaga ega (ya'ni birinchi qavatda 2 ta, ikkinchi qavatda 5 ta) bo'ladi. Bu formulaga asosan elektronlarni ikki xil variantda joylashtirish mumkin:



Har qaysi yacheykalar ma'lum orbitalga mos keladi, ya'ni har qaysi orbitalda bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan ikki elektron joylanishi mumkin. Birinchi sxemada p elektronlar turli m_l qiymatga, ikkinchi sxemada esa ikkita p elektronda m_l qiymati bir xil. Shunga o'xshash ko'pgina elementlarda elektronlarning joylanishlar soni 5 ga teng bo'lgani uchun d qavatchada 10 ta, f qavatchalar soni 7 ga teng bo'lgani uchun f qavatchada 14 ta elektron joylashishi mumkin.

Kvant-mexanika va spektr analiz natijalari shuni ko'rsatadiki, kam energetik holatga ega bo'lgan atomlarda kvant yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi quyidagicha sodir bo'ladi: kvant yacheykalarga elektronlar taqsimlanishida birinchi navbatda ular magnit kvant m_l soni turli qiymatlarga ega bo'lgan elektronlar bilan to'ladi, keyinchalik elektronlar ko'payib borishi natijasida yacheykalarda spini qarama-qarshi bo'lgan elektronlar joylashadi. Energetik yacheykalarining elektronlar bilan to'lishida ularning spin kvant sonlari yig'indisi eng yuqori qiymatga ega bo'lishiga intiladi. Bu **Gund qoidasi** deb ataladi. Yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi elementlarning fizik va kimyoviy xossalari davriy o'zgarishini vujudga keltiradi.

Atom spektrlarining hosil bo'lishi.

Agar atomlarga tashqaridan hech qanday ta'sir bo'lmasa, u holda elektronlar eng kam energiyaga ega bo'lgan holatda bo'ladi. Bunday holatni atomning **normal holati** deb ataladi. Agar atomga tashqaridan biror bir turdagi energiya ta'sir ettirilsa (ya'ni atomlar o'zaro to'qnashsa, kvant yorug'lik nuri yuttirilsa, issiqlik energiyasi berilsa, elektron yoki neytronlar

bilan bombardimon qilinsa va hokazo) bir yoki bir necha elektronlar energiyasi yuqori bo'lgan qavatchalarga o'tadi. Atomning bunday holatini **qo'zg'algan holat** deb ataladi.

Atomlar qo'zg'algan holatda juda qisqa vaqt (10^{-5} – 10^{-8} sek) davomida mavjud bo'la oladi. So'ngra elektronlar energiyasi kam bo'lgan qavatchalarni egallaydi. Natijada elektronlarning bir yacheykadan ikkinchi yacheykaga o'tishi bosqich bilan sodir bo'ladi. Energiyasi katta bo'lgan qavatdan energiyasi kichik bo'lgan qavatga elektron o'tishi natijasida atom o'zidan kvant nur chiqaradi. Bu nur Plank tenglamasiga muvofiq quyidagicha aniqlanadi:

$$E_2 - E_1 = h\nu \quad (\text{II.53})$$

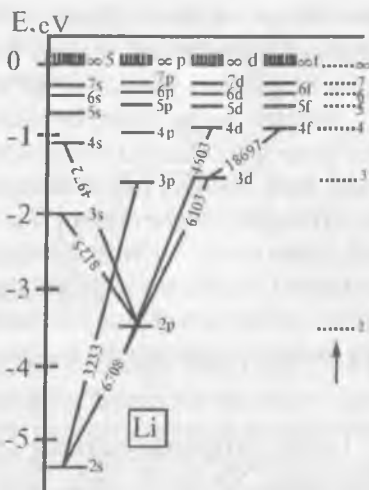
Ushbu tenglama nurning spektr chiziqlari chastotasini ifodalaydi. Shunday qilib, har qaysi spektr chiziqlarining hosil bo'lishi elektronning bir energetik qavatchadan ikkinchi energetik qavatchaga o'tishiga mos keladi. Binobarin, elektronlarning katta qavatchadan kichik qavatchaga o'tishi natijasida atomlarning normal holatga aylanishi elementning spektrlari bilan tavsiflanadi.

Elektronning ichki qavatdan tashqi qavatga o'tishi natijasida ko'rinadigan nurning to'lqin uzunligidan kichik to'lqin uzunlikka ega bo'lgan rentgen nurlari hosil bo'ladi. Bu ichki qavatlardagi elektronlarning yadro bilan mustahkam bog'langanligidan darak beradi. (II.53) tenglamaga muvofiq elektronlarning ko'chib o'tishi yuqori chastotali va kichik to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurlanish hosil qiladi. Rentgen spektrlari kam chiziqlardan iborat. Ularning chastotalari elektronlar bir elementdan boshqa elementga o'tishi natijasida yadro zaryadlarining ortishi ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi.

Atomlarda tashqi elektronlarning ko'chishida energiya kam o'zgaradi va bu ko'zga ko'rinadigan ultrabinafsha spektrlarining hosil bo'lishiga olib keladi.

Spektr chiziqlarini o'rganish elementlar atomlarining elektron tuzilishi, yani kvant sonlar qiymatini va atomdagi elektronlar energiyasini aniqlashga imkon beradi (odatda atomlarning elektron tuzilishi deganda ularning oddiy holati tushuniladi).

Atomlarning elektron tuzilishini spektr chiziqlari orqali aniqlash birmuncha murakkab ish. Shuning uchun spektr chiziqlari ma'lum seriyalarga bo'linadi va kvant-mexanika qoidasiga muvofiq, elektronlar ko'chib o'tishida hosil bo'lgan spektr chiziqlar kuzatiladi. Tinimsiz izlanishlar natijasida hozirgi vaqtda ko'pgina elementlarning elektron tuzilishlari aniqlangan. Elementlarning atomlari spektrlarini ma'lum bir sistemaga solishda D.I. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy qonuni muhim ahamiyatga ega.



II.16-rasm. Litiy atomida spektrni bo'lish sxemasi. Solishtirish maqsadida vodorod atomidagi elektronning energetik qavati keltirilgan.

II.16-rasmda litiy atomidagi tashqi qavatda joylashgan elektronning energetik sxemasi keltirilgan.

Turli qavatlardagi chiziqlarning bir-birlari bilan tutashib ketganligi elektronlarning ko'chib o'tishini bildiradi. Sxemadagi to'liq uzunligi spektr chiziqlariga mos keladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, litiy atomi tashqi qavatidagi elektron 2s holatda eng kam energiyaga ega. Bu sxemaga asoslanib litiyning spektr chizig'ini chizish mumkin. Hozirgi vaqtda atomlarning spektr chiziqlari asosida rasmda tasvirlangani kabi diagrammalar chizish qabul qilingan.

Ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarni va elektronlarning taqsimlanishini, xuddi vodorod atomidagiga o'xshash, nazariy kvant-mexanika usuli bilan hisoblab chiqish mumkin. Bunda matematik jihatdan g'oyat katta qiyinchiliklarga duch kelinadi. Bunday hisoblashlarni ko'p zarrachalar uchun taklif qilingan Shredinger tenglamasi asosida yechish mumkin bo'ladi:

$$\sum_{k=1}^{k=N} \left[\left(\frac{d^2 \varphi}{dx_k^2} + \frac{d^2 \varphi}{dy_k^2} + \frac{d^2 \varphi}{dz_k^2} \right) + \frac{8\pi^2 m}{h^2} \left(\frac{e^2 z}{r_k} - U_k \right) \varphi \right] + \frac{8\pi^2 m}{h^2} E \varphi = 0 \quad (\text{II.54})$$

Bu yig'indi atomdagi hamma elektronlarga taalluqli ($r_k - k$ — elektronlardan yadrogacha bo'lgan masofa) dir.

U_k — elektronlarning o'zaro itarilish energiyalarini ifodalaydi. Uning qiymati $k = 1$ dan $k = N$ gacha teng bo'lgandagi e^2/ki yig'indiga teng bo'ladi. Bu yerda ki — k va i — elektronlar orasidagi masofa. Shunday qilib, eng oddiy ko'p elektronli geliy atomi uchun ikkilamchi ko'paytma yig'indisi oltita energetik koeffitsiyentga ega bo'ladi. Hozirgacha bunday masalani yechishning aniq usuli taklif qilinmaganligi sababli taxminiy yechim usullaridan foydalaniladi. Bu tenglamani yechish juda katta mehnat talab qilganligi tufayli buning uchun hozirgi vaqtda elektron hisoblash mashinalariga murojaat qilinmoqda.

II.12. IONLANISH ENERGIYASI VA ELEKTRONGA MOYILLIK

Kimyoviy jarayonlarda atomdagi elektronlarning orbitalarda qay darajada mustahkam joylashganligi katta ahamiyatga ega. Buning uchun, atomlarning ionlanish energiyasi tushunchasidan foydalaniladi.

Normal holatda turgan atomlarda bitta elektronning ajralib chiqishi uchun sarf qilingan energiya miqdori *ionlanish energiyasi* deb ataladi. Bu tushuncha molekullarga ham taalluqlidir. Ionlanish energiyasi miqdorini aniqlashda ham atomdagi elektronlarning energetik qavatlarini aniqlashdagi kabi spektral ma'lumotlardan foydalaniladi.

Qisqa to'liqinli spektral seriyasi asosiy holatdagi atomlardan elektronlar chiqib ketganda ajralib chiqqan energiyaga mos keladi, ya'ni atomdan elektronni chiqarib yuborish uchun shuncha energiya sarflash kerak bo'ladi. Shunday qilib, ionlanish energiyasini qisqa to'liqinli spektrlar chastotasidan Plank tenglamasi yordamida hisoblab topish mumkin. Bu energiya eng kichik energetik qavatni ifodalaydi. Ionlanish energiyasini boshqa usullar bilan ham, chunonchi, fotoionlanish va elektronlar bilan turtish usullari bilan aniqlash mumkin. Ionlanish energiyasi elektron voltlarda (eV) belgilanadi, bu energiya ko'pincha *ionlanish potentsiali* deb ham yuritiladi.

Vodorod atomining ionlanish energiyasi quyidagi ko'rishga ega bo'ladi:

$$J = \frac{1}{2} \left(\frac{m_e e^4}{h^2} \right) \quad (\text{II.55})$$

(II.55) formuladagi qiymatlarni o'rniga qo'yib hisoblash natijasida $I=13,60 \text{ eV}$ ga ega bo'lamiz.

Ko'p elektronli atomlarda ionlanish energiyasi ham bir necha J_1, J_2, J_3, \dots qiymatlarga ega bo'ladi. Bu energiyalar birinchi, ikkinchi, uchinchi va hokazo elektronlarning uzilish energiyasiga mos keladi. Hamma holatlarda va har doim $J_1 < J_2 < J_3 < \dots$ bo'ladi. Chunki uzilib chiqayotgan elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, ionning musbat zaryadi ham shuncha ortadi, bu esa o'z navbatida shuncha elektronni o'ziga tortadi.

II.3-jadvalda ba'zi atomlarning ionlanish energiyalari qiymati keltirilgan.

II.3 - jadval

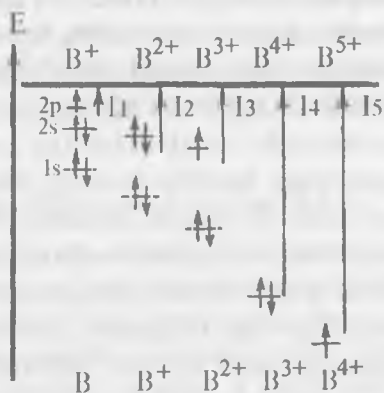
Ba'zi elementlarning ionlanish energiyasi

Atom	Elektronlar				
	1	2	3	4	5
H	13,595				
He	24,581	54,403			
Li	5,390	75,619	122,419		
Be	9,320	18,206	153,850	217,657	
B	8,296	25,149	37,920	259,298	340,127
C	11,256	24,376	47,871	64,48	392,00
N	14,53	25,593	47,426	77,450	97,863
O	13,614	35,146	54,934	77,394	113,873
F	17,418	34,98	62,646	87,23	114,214
Ne	21,559	41,07	63,5	97,16	126,4
Na	5,138	47,29	71,65	98,88	138,60
Mg	7,644	15,031	80,12	109,29	141,23
Al	5,984	18,823	28,44	119,96	153,77
Si	8,149	16,34	33,46	45,13	166,73
P	10,484	19,72	30,156	51,354	65,007
S	10,357	23,4	35,0	47,29	72,5
Cl	13,01	23,80	39,90	53,5	67,80
Ar	15,755	27,62	40,90	59,79	75,0
K	4,339	31,81	46,0	60,90	82,6
Ca	6,111	11,868	51,21	67	84,39

Bu jadvaldan ishqoriy metallar eng kam ionlanish energiyasiga egaligi ko'rinib turibdi. Bir ionlanish potensialining qiymati, elementda J_1 dan J_2 ga o'tganda ionlanish tez o'zgaradi. Masalan, bor atomidagi 1, 2, 3 elektronlarga nisbatan 4 va 5 elektronlarni uzish uchun o'n barobar ko'p energiya sarf qilinadi. Bu hol elektronlarni qavatlarga bo'lishga imkon yaratdi. Bu o'zgarishni jadvaldan ko'rish mumkin.

II.17-rasmda bor atomi va ionlari uchun pog'onalar energiyasi va ularning J_i ($i=1, 2, 3, 4, 5$) bo'lgandagi qiymatlari ko'rsatilgan.

1s va 2s elektronlarning yadro bilan bog'lanish energiyasi I ortgan sari ko'payishi, ion radiusining kamayishi va zaryadining ortishi bilan tushuntiriladi. Umuman olganda har qanday atomning ionlanish darajasini hosil qilish mumkin. Lekin kimyogarlarni faqat birinchi ionlanish energiyasi qiziqtiradi, chunki $1 \text{ eV} \approx 9,664 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$ ga ekvivalentdir. Shuning uchun kimyoviy jarayonlarning energetik effektlari birinchi ionlanish



II.17-rasm. Bor atomi va ionlarining energetik pog'onasi hamda ionlanish energiyasini tasvirlaydigan sxema.

energiyalari bilan o'lchanadi. Haqiqatan ham, energiya yutilishi va ajralishi bilan boradigan kimyoviy jarayonlarda 1 mol moddaga o'nlab, yuzlab Joule energiya sarf bo'lgan yoki ajralib chiqqan bo'lur edi. Masalan, fluor atomidan yettita elektronni chiqarib yuborish uchun $6,276 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$ energiya kerak bo'lgan bo'lur edi. Ravshanki, ionlanish energiyasi atomlarni tavsiflashda katta ahamiyatga ega. Uning qanchalik ahamiyatga ega ekanligini quyidagi misolda yaqqol tasdiqlash mumkin.

1962-yilda Bartlett O_2PtF_6 tarkibli yangi birikma sintez qildi. Nazariy tafsilotlar shuni ko'rsatadiki, bu birikma O^{2+}

va $[\text{PtF}_6]^-$ ionlardan tashkil topgan. Shundan so'ng, Bartle O^{2+} va Xe molekulalarining ionlanish energiyalari miqdori jihatidan bir-biriga yaqinligiga (12,2 eV, 12,1 eV) e'tibor berdi va ksenon bilan xuddi shunday birikma olishining mumkinligiga ishonch hosil qildi. Haqiqatan ham u Xe bilan $[\text{PtF}_6]$ larni bir-biriga ta'sir ettirib, XePtF_6 birikmasini sintez qildi.

Bu izlanish kimyo fanida inert gazlar birikmalarini olishda katta ahamiyatga ega. Atomda elektronlarni yadro o'rtasida maydonida ushlab turadi. Bu maydon atomga yaqinlashgan boshqa erkin elektronlarni ham tortishi mumkin. Lekin barcha erkin elektron atomdagi elektronlarning itarilish kuchiga duch keladi. Nazariy va tajriba natijalari ko'pgina atomlarning qo'shimcha elektronlarning yadroga tortilish energiyasi atomdagi elektronlarning itarilish energiyasidan kattaligi bo'lishini ko'rsatadi. Bunday atomlar o'zlariga tashqarida ham bir elektron biriktirib olib, barqaror manfiy zaryadli ionni hosil qiladi. Ajralib chiqqan energiya atomning elektrongacha moyilligi bilan aniqlanadi. Elektronga moyillik ham ionlanish energiyasi kabi elektron voltlarda o'lchanadi.

Kvant-mexanik hisoblashlar ikki va undan ortiq elektronlarning atomga birikishi natijasida hosil bo'lgan itarilish energiyasi har doim tortilish energiyasidan katta ekanligini ko'rsatdi. Shuning uchun atomning elektronga moyilligi ham ikki va undan ortiq elektronlar uchun manfiy qiymatga ega. Shuning uchun, bir atomli ko'p zaryadli manfiy ionlar (O_2^- , S^- , N_2^- va hokazo) erkin holatda mavjud bo'la olmaydi, ya'ni bunday ionlar molekulada ham kristallarda ham mavjud emas. Ba'zi moddalar molekullaridagi Ca^{2+} , S^{2-} , Cu^{2+} , O^{2-} va hokazo ionlarni faqatgina shartli ravishda mavjud deb qarash mumkin. Elektronlarga moyillik hamma atomlar uchun ham ma'lum deb bo'lmaydi. II.4-jadvalda ba'zi atomlarning elektronga moyilligi qiyamatlari keltirilgan.

Ba'zi element atomlarining elektronga moyilligi

Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV
H	0,754	O	1,27	Na	0,34	S	2,08
He	-0,22	N	0,21	Mg	-0,22	Cl	3,61
Li	0,59	C	1,47	Al	0,5	Br	3,37
Be	0,38	F	3,45	Si	1,84	J	3,08
B	0,30	Ne	0,22	P	0,8	Se	2,02

II.4-jadvaldan elektronga moyillik energiyasi galogenlarda eng yuqori qiymatga egaligi, ftordan yodga qarab elektronga moyillik oldin bir necha marta ortishi, keyin esa kamaya borishi ko'rinib turibdi. Bu ftorning elektronga moyilligining yuqoriligi bilan tushuntiriladi.

Takrorlash uchun materiallar

Mavzularning qisqacha mazmuni. Atomlar moddalarning asosiy struktura birligi bo'lib, ko'zga ko'rinmas mayda zarrachalar sifatida mavjud bo'ladilar va sharoit yaratilganda o'zga elementlar bilan birika oladilar. Atomlar **yadrodan** va elektronlardan tashkil topadilar, yadrolar esa o'z navbatida **proton va neytronlardan** hamda ular atrofida harakatlanuvchi elektronlarni o'z ichiga oladilar. Elementlarni ularning **atom raqami** (yadroagi protonlar soni) bilan ta'riflash mumkin. **Atomning massa soni** uning yadrosidagi protonlar va neytronlar soni yig'indisidan tashkil topadi.

Atomlar bir-birlari bilan birikib **molekula** hosil qiladilar. Bundan tashqari, atomlar o'zlaridan elektron uzatib yoki ularni biriktirib olib **ionlar** deb ataluvchi zaryadlangan zarralarga aylana oladilar.

O'tilgan boblarni o'rganishdan maqsad:

1. Moddaning fazoviy holatlarini farqlay olish.
2. Elementlar, birikmalar va aralashmalarni bir-biridan ajrata olish.
3. Elementlar mayda zarrachalarini bilib olish.
4. Moddalar fizikaviy va kimyoviy xossalarini farqlay olish.

Mashqlar

1. Oddiy temperaturada qaysi metallar suyuq holda uchraydi?
2. Osh tuzi xossalarini aytib bering.
3. Mis, alyuminiy va temir simlarini cho'zish fizikaviy yoki kimyoviy jarayonga kirishini aytib bering.
4. 1807-yili G. Devi kaliy gidroksidini elektroliz qilib oq rangli, reaksiyaga uchta modda olib uni kaliy elementi deb atashiga qanday ma'lumot asos bo'lgan edi?

Test savollari

- I. Quyidagi birikmalardan oddiy moddalar qatorini ko'rsating.
1. H_2S ; 2. SO_2 ; 3. S_8 ; 4. SO_3 ; 5. N_2 ; 6. Tuz; 7. Suv; 8. Shakar;
9. Gafniy; 10. Bo'r; 11. Ohak; 12. Olmos.
- A) 1, 3, 5, 7
 - B) 3, 7, 11, 12
 - D) 3, 5, 9, 12
 - E) 4, 5, 7, 8
 - F) 6, 7, 9, 11
- II. Quyida keltirilgan ta'riflarning qaysi biri valentlik tushunchasining mohiyatini to'la va to'g'ri ifodalaydi?
- A) Ayni element atomining hosil qilgan kovalent bog'lanishlar soni.
 - B) Ayni element atomidagi toq elektronlar soni.
 - D) Ayni element atomidagi juft elektronlar soni.
 - E) Ayni element atomidagi orbitallar soni.
 - F) Ayni elementning davriy sistemadagi guruhlar tartibi.
- III. Quyida keltirilgan ta'riflarning qaysi biri atom tushunchasini to'g'ri ifodalaydi?
- A) Moddaning rangini va hidini o'zida saqlab qoluvchi zarracha qaysi biri hisoblanadi?
 - B) Elementning kimyoviy xossalarini saqlab qoluvchi eng kichik zarracha.
 - D) Musbat zaryadlangan yadrodan iborat eng kichik zarracha.
 - E) Modda tarkibiga kiruvchi eng kichik zarrachani ayting.
 - F) Moddaning xossalarini o'zida saqlab qoluvchi eng kichik zarracha.

IV. Elektronlar harakat trayektoriyasi noaniqlik prinsipi-ning matematik ifodasini ko'rsating.

A) $\lambda = \frac{h}{mv}$; B) $\Delta E = hy$;

D) $\sqrt{\frac{1}{2}} = a(z - b)$;

E) $\Delta g \Delta V \geq \frac{h}{m}$; F) $E = mc^2$.

V. Xrom atomida nechta bo'sh d - orbitallar bor?

A) 0; B) 1; D) 2; E) 3; F) 4.

VI. Qanday elektron konfiguratsiya atomining qo'zg'algan holatini tavsiflaydi?

A) ...2s²; B) ...3s² · 3d¹; D) ... 4s² · 3d²; E) ...3s¹ · 3p³ · 3p⁴;
F) ... 4s² · 3d⁵.

VII. Pog'onachalardagi elektronlar maksimal sonini qaysi formula bilan ifodalash mumkin?

A) 2l + 1; B) 2(2l + 1); D). n²; E) 2n²; F) (2l+ 1)n.

VIII. Atomdagi elektronlarning bosh kvant soni n=4 bo'lganda, orbital kvant soni «l» qanday maksimal qiymatga ega bo'ladi?

A) 2; B) 3; D) 4; E) 5; F) 6.

III BOB

D.I. MENDELEYEVNING DAVRIY QONUNI VA ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

III.1. DAVRIY QONUN VA UNING ZAMONAVIY TALQINI

XIX asr boshlarida elementlarni alohida sinflarga ajratish mumkin emas edi. Chunki ularning soni juda kam bo'lganligi bilan bir qatorda atom massasi, fizik va kimyoviy xossalarning ma'lum qonuniyat asosida o'zgarishi hali to'liq o'rganilmagan

edi. Ilmiy izlanishlar natijasida yangidan-yangi elementlar kashf etilishi bilan bir qatorda ularning xossalari, atomlarining tuzilishi o'rganib borildi, ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy gruppalariga o'xshash elementlar gruppalari aniqlana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqida to'plangan ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni sinflarga ajratish vazifasini qo'ydi. A. Lavuazy (1789-y), Bersellius (1812-y), Debereyner (1817-y), Gmelin (1843-y), Pettenkofer (1850-y), Dyuma (1850-y), De-Shankurtua (1862-y), Nyulends (1863-y), Meyer (1869-y) va boshqa olimlar elementlarni sinflarga ajratishga urinib ko'rdilar. Ammo hech kim kimyoviy elementlar orasida mavjud bo'lgan o'zaro uzviy bog'lanish borligini aniq ko'rsata olmadi.

Rus olimi D.I. Mendeleev o'zining ko'p yillik chuqur ilmiy izlanishlarida elementlarning birikmalar hosil qilish xususiyatini, valentliklarini, birikmalarining shakli hamda xossalarini o'rgandi va ular orasidagi davriylikni kashf etdi. Tajriba natijalariga asoslanib, 1869-yili D.I. Mendeleev davriy qonunni yaratdi va uni quyidagicha ta'rifladi: «Elementlarning xossalari, birikmalarining shakli va xossalari atom massalariga davriy ravishda bog'liqdir». Bu qonun o'sha davrda ma'lum bo'lgan barcha elementlarning atom massalari ortib borishi bilan ularning xossalari 7, 17 va 31 ta elementdan keyin qaytarilishini izohlab berdi. Demak, elementlar va ular birikmalarining xossalari ma'lum qonuniyat asosida davriy o'zgaradi. Shunga asoslanib, D.I. Mendeleev elementlarni ma'lum tartibda joylashtirib, elementlar davriy sistemasini yaratdi.

Atom tuzilishining mukammal o'rganilishi natijasida davriy qonunning mohiyati yaqqol namoyon bo'ldi, elementlarning xossalari davriy ravishda o'zgarishini talqin qilishga, ularning davriy sistemada joylanishi bilan kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish borligini aniqlashga imkoniyat yaratildi. D.I. Mendeleevning davriy sistemasida bir elementdan ikkinchi elementga o'tilgan sari atom yadrosining musbat zaryadi va elektron soni ortib boradi. Bu o'z navbatida kimyoviy elementlar xossalarining o'zgarishiga olib keladi. Demak, elementning tartib raqami shunchaki bir raqam bo'lmasdan, balki uning atom yadrosining musbat zaryadini

va elektronlar sonini bildiradi. Shunga ko'ra, hozirgi vaqtda davriy qonun quyidagicha ta'riflanadi: «Elementlarning xossalari, birikmalarining shakl va xossalari ularning atom yadrolari zaryadiga davriy ravishda bog'liqdir».

III.2. DAVRIY SISTEMANING TUZILISHI

Elementlarning xossalarini davriy ravishda o'zgarishiga asosanib D.I. Mendeleev elementlar sistemasini bir necha davrga bo'ldi. 1,2 va 3-davrlar faqat bir qatordan tuzilganligi uchun kichik, 4, 5, 6-davrlarni katta, 7-davrni esa tugallanmagan davr deb atadi. Birinchi davrda 2 ta, ikkinchi va uchinchi davrlarda 8 tadan elementlar joylashgan. To'rtinchi va beshinchi davrlarga 18 tadan, oltinchi davrga 32 ta element joylashgan, yettinchi davr esa hali tugallanmagandir. Har qaysi davr (birinchi davrdan boshqa) tipik metallardan (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) boshlanib, tipik metallmaslar (F, Cl, Br, J, At), asl gazlar (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) bilan tugallanadi.

Litiydan ftorga va natriydan xlorga qarab elementlarning metallik xossalari kamayib, metallmaslik xossalari esa ortib boradi. Asl gazlar esa davrlardagi tipik metallmaslar bilan tipik metallarni ajratuvchi chegaradir. Birinchi davrda faqat bitta vodorodni geliy keyingi davrdagi tipik metallardan (Li) ajratib turadi.

Katta davrlarda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga qaraganda sust o'zgaradi. Shu sababli, katta davrlar juft va toq qatorlarga bo'lingan, chunki katta davrlarda elementlarning xossalari davriy o'zgaradi. Katta davrlarning juft qator elementlari faqat metallar bo'lib ularda metallik xossalari chapdan o'ngga o'tgan sayin sustlashadi, lekin toq qatorlarda esa, metallik xossalar yanada zaiflashib, metallmaslik xossalari ortib boradi. Ikki qatorli to'rtinchi va beshinchi davrlar ikkinchi va uchinchi davrlardan farq qilib, oraliq o'nlik elementlarni o'z ichiga oladi, ya'ni to'rtinchi davrdagi ikkinchi element Ca dan keyin 10 ta element (Sc-Zn o'nligi) joylashgan bo'lib, keyin davrning 6 ta elementi (Ga-Kr) joylashgan. Beshinchi davr elementlari ham shu xilda joylashgan.

Oltinchi davrdagi ikkinchi elementdan (Ba) keyin oraliq o'nlik elementlari (La-Ng) joylashishi kerak edi. Lekin La elementi katagiga 14 element (Ce-Lu), so'ngra qolgan asosiy olti element (Tl-Rn) joylashgan. Bu holni tugallanmagan yettinchi davr elementlarida ham ko'ramiz. Chunonchi, yettinchi davrdagi Ra elementidan keyin oraliq elementlarni Ac boshlab beradi, turgan katakka yana 14 element joylashtirilgan. Bunga sabab, bu elementlarning xossalari zaryadlari ortib borishi bilan juda sust o'zgarishidir. Elementlarning davrlar bo'yicha bunday taqsimlanishi natijasida vertikal yo'nalishda bir-biriga o'xshash elementlar oilasi vujudga keldi. Bu elementlar oilasi *gruppalar* deb ataladi. Har qaysi gruppaga ikki gruppaga bo'linadi. Tipik elementlardan tashkil topgan elementlarni *asosiy gruppacha* deb ataladi. Katta davrlarda joylashgan oraliq o'nlik elementlarini esa *qo'shimcha gruppacha* deb ataladi.

Asosiy gruppacha elementlari kimyoviy xossalari jihatidan qo'shimcha gruppacha elementlaridan farq qiladi. Bu farq gruppadan gruppaga o'tgan sari o'zgarib turadi, ya'ni birinchi gruppada asosiy gruppacha bilan qo'shimcha gruppacha elementlari xossalari farqi ancha sezilarlidir. Gruppaga raqami ortib borishi bilan bu farq kamayadi. Lekin yettinchi gruppaga borib farq juda kattalashadi. Masalan: birinchi gruppada qo'shimcha gruppacha elementlari Cu, Ag, Au passiv elementlar bo'lib, aktiv bo'lgan litiy gruppachasi elementlaridan kimyoviy xossalari jihatidan keskin farq qiladi, uchinchi gruppada esa, ya'ni asosiy gruppacha bo'lgan bor gruppachasi (V, Al, Ga, In, Tl) bilan qo'shimcha gruppacha bo'lgan skandiy gruppachasi bilan galogenlarning kimyoviy xossalari orasida keskin farq bor.

Lantanoidlar va aktinoidlar o'z xossalari bilan bir-birlariga yaqin bo'lganligi uchun ular ikkilamchi qo'shimcha gruppaga joylashtirilgan.

Har qaysi gruppaga raqami o'sha gruppaga kiruvchi elementlarning kislorodga nisbatan eng yuqori valentligini ko'rsatadi. Lekin mis gruppachasida, VII va VIII gruppaga elementlarida bu qoidadan chetga chiqish kuzatiladi. Masalan, mis bir va ikki valentlik, oltin 3 valentlik, VIII gruppada qo'shimcha gruppacha elementlaridan faqat osmiy va iridiy 8 valentlik namoyon qiladi, VII gruppada faqat fluor bir valentlik

namoyon qiladi. Boshqa galogenlarning kislorodga nisbatan yuqori valentligi yettiga teng bo'ladi. Vodorodga nisbatan valentlikni asosiy gruppacha elementlari namoyon qilib, bu valentlik gruppaga raqamiga teng bo'ladi. Elementlarning vodorodga nisbatan valentligi I gruppadan IV gruppagacha ortib boradi, IV gruppadan VII ga qadar kamayib boradi, ularning kislorodga nisbatan valentligi esa ortib boradi. Har qaysi gruppada metallmaslarning kislorodga nisbatan valentligi bilan vodorodga nisbatan valentligi yig'indisi 8 ga teng bo'ladi. Har qaysi gruppada atom massa ortib borishi bilan elementlarning metallik xossalari kuchayib boradi. Bu o'zgarish asosiy gruppacha elementlarida yaqqol, qo'shimcha gruppacha elementlarida esa juda sust kuzatiladi.

Demak, elementlarning xossalari — nisbiy atom massasi, valentliklari, kislorodli birikmalari va gidroksidlarining asos, amfoter yoki kislotali xossaga ega bo'lishi va hokazolar davriy sistemada davr ichida ham, gruppaga ichida ham ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi. Bundan tashqari, davriy sistemada elementlar xossalarining o'xshashligini uch yo'nalishda kuzatish mumkin:

1. *Gorizontal yo'nalishda*: elementlar xossalarining davr bo'yicha o'zgarishida o'xshashlik kuzatiladi. Masalan, alyuminiy metali chap tarafda joylashgan magniy metaliga asosli xossalari bilan o'xshash bo'lsa, o'ng tarafda turgan kremniyga esa kislotali xossa namoyon qilishi bilan o'xshash ketadi.

2. *Vertikal yo'nalishda*: davriy sistemaning vertikal ravishda joylashgan elementlari gruppaga bo'yicha bir-biriga o'xshaydi.

3. *Diagonal yo'nalishda*: davriy sistemada diagonal bo'yicha joylashgan elementlar o'zaro o'xshashlik namoyon qiladi.

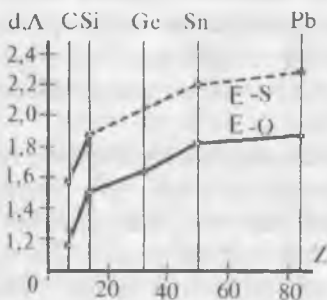
Masalan: alyuminiy davriy sistemada diagonal bo'yicha berilliy va germaniyga, kremniy esa bor va mishyakka xossalari bilan o'xshashdir va hokazo.

Shularga asoslanib, davriy sistemadagi elementlarning fizik va kimyoviy xossalarini bilgan holda noma'lum element xossalarini oldindan aytib berish mumkin. Bunga birinchi bo'lib D.I.Mendeleyev asos solgan: hozirgi vaqtda ikki usul — D.I.Mendeleyev va solishtirib hisoblash usullari bilan aniqlanishi mumkin.

Mendeleyev usulida elementlarning xossalari uning atrofiga joylashgan elementlarning fizik va kimyoviy xossalari arifmetik yig'indisidan olingan o'rtacha miqdor bilan aniqlanadi. Masalan, galliy, kremniy, mishyak va qalay nisbiy atom massalarining yig'indisi 4 ga bo'linsa, germaniyning nisbiy atom massasi kelib chiqadi. Ya'ni: $69,7+28+74,9+118,7=291,2:4=72,6$ bu son germaniyning nisbiy atom massasi 72,6 ga tengdir. Yoki selenning chap va o'ng tarafida turgan mishyak va brom AsH_3 va HBr tarkibli vodorodli birikmalar hosil qiladi, tepasida va pastida joylashgan oltingugurt va tellur elementlarining H_2S , H_2Te vodorodli birikmalarining xossalari, ya'ni suyuqlanish va qaynash temperaturalari, suvda eruvchanligi, qattiq va suyuq holatdagi zichliklari miqdorining o'rtacha arifmetik yig'indisini to'rtga bo'lib, selenning vodorodli birikmasi H_2Se ni yuqorida keltirilgan xossalari aniqlash mumkin. Bu usul hozirgi paytda xossalari noma'lum bo'lgan moddalarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

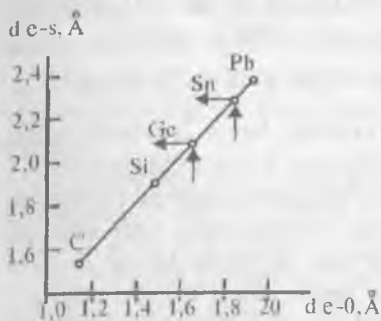
Solishtirib hisoblash usulini M.X. Karatsetyans taklif qilgan bo'lib, bir-biriga qo'shni elementlarning turli xil birikmalarining fizik va kimyoviy konstantalarini taqqoslash orqali berilgan noma'lum moddaning konstantasini aniqlash mumkin.

III.1-rasm, to'rtinchi guruh elementlari C, Si, Ge, Sn ning oltingugurt bilan hosil qilgan CS_2 , SiS_2 va PbS_2 birikmalarida, kislorod bilan hosil qilgan CO_2 , SiO_2 , GeO_2 , SnO_2 va PbO_2 birikmalarida element bilan oltingugurt va element bilan kislorod atomlari orasidagi masofalar tartib raqamlari o'zgarishiga bog'liq holda bir-biridan farq qilishini tasvirlash mumkin.



Atomlararo, ya'ni E-S va E-O masofalar qiymatlarining bog'liqligini ma'lum tartibda solishtirib, Ge-S va Sn-S atomlari orasidagi masofani aniqlashimiz mumkin (III.2-rasm).

III.1-rasm. E-S va E-O lardagi atomlararo masofaning element tartib raqamiga bog'liqligi.



III.2-rasm. E-O va E-S lardagi atomlararo masofaning o'zaro bog'liqligi.

Har qaysi element o'zining ma'lum bir xossasi bilan bir-biridan qisman bo'lsada, farq qiladi. Bu farqlar anorganik kimyoning to'liq kursini o'rganish davomida ko'rsatib o'tiladi.

III.3. ATOM TUZILISHI VA ELEMENTLARNING DAVRIY SISTEMASI

Element atomlarining elektron tuzilishi bilan ularning davriy sistemadagi o'rni orasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz.

Elektronlarning energetik pog'ona va orbitallar bo'ylab joylanishi elementning **elektron konfiguratsiyasi** deb ataladi. Atomda elektronlarni pog'onachalarga taqsimlashda quyidagi uch qoida nazarda tutiladi.

1. *Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi (energiyaning afzallik qoidasi).* Buni Klechkovskiy taklif qilgan quyidagi qoida asosida tushuntirish mumkin.

Bu qoida ikki qismdan iborat: a) atomlarda elektronlarning orbitallar bo'yicha taqsimlanishida har ikki holat uchun $n+1$ yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda energiya kichik qiymatga ega bo'ladi, natijada shu orbital elektronlar bilan to'ladi (n -bosh kvant soni, l -orbital kvant sonlari); b) agar bu ikkala holat uchun $(n+1)$ yig'indi qiymat jihatidan teng bo'lsa, u holda n -qiymati kichik bo'lgan orbital elektronlar bilan to'ladi.

Bu qoidalarni quyidagicha tushuntirish mumkin:

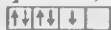

n	1	2	3	4
l	0	0, 1	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
$n+l$	1	2, 3	3, 4, 5	4, 5, 6, 7
orbitallar	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f

Jadvaldagi yig'indi qiymatlariga asoslanib atomda elektronlarni quyidagi tartibda taqsimlash mumkin:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p$$

Demak, birinchi navbatda $1s$ orbital, keyin $2s$ orbital, keyin $2p$, $3s$ va hokazo orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi.

2. Elektronlarning joylanishi *Pauli prinsipiga* zid kelmasligi lozim. Bu prinsip quyidagicha ta'riflanadi. «*Bir atomda to'rttala kvant sonining qiymati mos ravishda bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas*». Agar bir atomda n , l va m kvant sonlarining qiymati bir-birinikiga teng ikkita elektron bo'lsa, ular to'rtinchi spin kvant son m_s spinlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lishi bilan farq qiladi.

3. *Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarni band qilishga intiladi (Gund qoidasi)*. Masalan, d pog'onachadagi 5 ta elektronlar  ko'rinishida emas, balki Gund qoidasiga muvofiq  ko'rinishida har bir pog'onachaga bittadan joylashadi.

Elektronlarning Pauli prinsipi, Klechkovskiy va Gund qoidalariga muvofiq atomlardagi orbitallar bo'yicha to'lib borishiga qarab, hamma elementlar to'rtta s , r , d , f oilaga bo'linadi.

s-oilaga I va II gruppning asosiy gruppacha elementlari, shuningdek, vodorod va geliy kiradi. Ya'ni tashqi elektron qavatida bitta yoki 2 ta s elektronlar bo'lgan elementlar s -elementlar deb ataladi.

p-oilaga III — VIII gruppalarining asosiy gruppacha elementlari kiradi. Demak, tashqi qavatining p -orbitalida 1 tadan 6 tagacha p -elektronlari bo'lgan, ya'ni p^1 – p^6 bo'lgan elementlar p -elementlar deb ataladi.

d-oilaga davriy sistemadagi lantanoid va aktinoidlardan tashqari barcha qo'shimcha gruppacha elementlari, ya'ni tashqi qavatdan bitta oldingi energetik d orbitalida 1 tadan 10 tagacha **d-elektronlar** bo'lgan d^1 — d^{10} elementlar kiradi.

f-oilani lantanoidlar va aktinoidlar tashkil qiladi, ular atomlarining tashqaridan 2 ta oldingi f orbitalida 1 tadan 14 tagacha **f-elektronlar**, ya'ni f^1 — f^{14} elektronlar bo'ladi. Shularga asoslanib, D.I. Mendeleyev davriy sistemasidagi

elementlar atomlarida orbitallarning elektronlar bilan to'lib borish tartibini ko'rib chiqamiz.

Har qaysi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan elektronlar soni $N = 2n^2$ formula bilan belgilanadi. Bu yerda n -qavat raqami.

1-qavatdagi elektronlarning eng ko'p soni $N=2 \cdot 1^2=2$ ta, 2-qavatda $N=2 \cdot 2^2=2 \cdot 4=8$ ta, 3-qavatda $N=2 \cdot 3^2=2 \cdot 9=18$ va 4-qavatda $N=2 \cdot 4^2=32$ taga teng bo'ladi.

Elementlar atomidagi qavatlar soni davriy sistemadagi u turgan davr raqamiga, elektronlar soni esa tartib raqamiga teng bo'ladi.

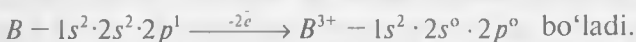
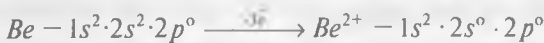
Birinchi element vodorodning tartib raqami $z = 1$ ga, elektron konfiguratsiyasi $1s$ ga, atom yadrosi $+1$ ga teng. Shunga muvofiq, vodorod atomi kimyoviy reaksiya natijasida o'zining bitta elektronini boshqa atomlarga berib, musbat ion hosil qiladi. Lekin birinchi qavatning elektron sig'imi 2 ga teng bo'lgani uchun, ba'zi aktiv metallardan elektron olib H ionini hosil qila oladi. NaH , KH , CaH_2 , AlH_3 tarkibli gidridlar bunga misol bo'la oladi.

Ikkinchi element geliy, uning tartib raqami $z = 2$ ga, yadrosining zaryadi ham $+2$ ga teng. Uning elektron konfiguratsiyasi $1s^2$ bo'lgani uchun sirtqi elektron qavati tugallangan. Shunga muvofiq geliy atomining inert ekanligi to'g'risida fikr yuritishimiz mumkin.

Uchinchi element litiy atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^1$ ko'rinishida yoziladi. Litiy atomida geliyning tugallangan qavati saqlangan bo'lib, unda uchta elektronning ikkitasi joylashadi, uchinchi elektron esa ikkinchi qavatning s -orbitaliga joylashadi. Ikkinchi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan elektronlarning eng ko'p soni 8 ga teng. Shu sababli, litiy atomi barqaror holatni olishi uchun tashqaridan yettita elektron birlashtirib olishi yoki bitta elektron berishi kerak. Lekin yettita elektron qabul qilishdan ko'ra bitta elektron berishda kam energiya sarflanadi. Bu holda uning ichki qavati sirtqi bo'lib qoladi. Bu holda litiy atomi, litiy Li^+ ioniga aylanadi, ya'ni:



Shunga o'xshash:

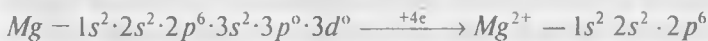


To'rtinchi element — uglerodning elektron konfiguratsiyasi $1s^2 \cdot 2s^2 \cdot 2p^2$ dir. Lekin uglerod atomining barqarorlanishi uchun ikkinchi qavatdagi ikkita s^2 va ikkita $2p$ elektronlarini berishi yoki o'zining elektronlar sonini sakkizga yetkazish uchun tashqaridan to'rtta elektron qabul qilish mumkin. Shuning uchun uglerod atomi C^{4+} va C^{4-} ionlarini hosil qila oladi, ya'ni:



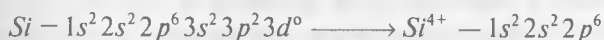
Ulardan keyin keladigan azot, kislorod, fluor elementlarining atomlari ikkinchi qavatida elektronlar soni bittadan ortib boradi. Nihoyat, ikkinchi davrning sakkizinchi elementi hisoblangan neon atomida p-elektronlar soni 6 taga yetadi, natijada sakkizta elektronga ega bo'lgan ikkinchi tugallangan qavat hosil bo'ladi. Neon atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6$ shaklida ifodalanadi. Demak, bu elementlar kimyoviy reaksiya vaqtida o'ziga elektron qabul qilib tashqi qavatidagi elektronlar sonini sakkiztaga yetkazganda ularning elektron konfiguratsiyasi neonnikiga o'xshash holatni egallab barqarorlashadi.

Uchinchi davr elementi ham reaksiya vaqtida o'zining tashqi qavatidagi barcha elektronlarni bersa, uning atomi ham neon konfiguratsiyasini egallab barqarorlashadi.

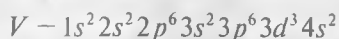
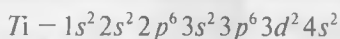
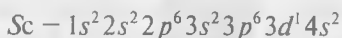


O'n to'rtinchi element kremniy atomi o'zining tashqi elektron qavatidagi to'rtta $s^2 p^2$ elektronlarini berib, elektron konfiguratsiyasini neon atomi elektron konfiguratsiyasiga yoki

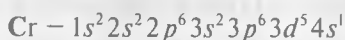
to'rtta elektron biriktirib argon elektron konfiguratsiyasiga aylantirib barqaror holatga ega bo'lishi mumkin:



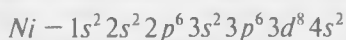
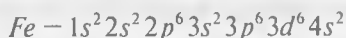
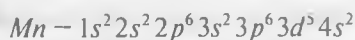
Fosfor, oltingugurt, xlor elementlarida ham elektronlar qo'shila borib, elektron konfiguratsiyalari argon konfiguratsiyasiga erishadi. Lekin uchinchi davr tugasada, uchinchi qavat elektronlar bilan batamom to'lmaydi, 5 ta $3d$ orbitalar bo'sh qoladi. Uchinchi davrda natriydan argonga o'tgan sari elementlarning atom radiuslari kichiklashib boradi. Shuning uchun elementlarning elektron qabul qilib olish xususiyati ortadi. Kaliy elementi to'rtinchi davrda joylashgan bo'lganligi uchun elektronlari to'rtta qavatga joylashgan, ya'ni birinchi qavatda s^2 ikkinchi qavatda $s^2 p^6$, uchinchi qavatda $s^2 p^6 d^0$ va to'rtinchi qavatda s^1 elektronlar mavjud. Kaliydan keyingi element kalsiyning tashqi elektron qavatida s^2 elektron bor. Bu elementlarning elektron tuzilishi uchinchi davr elementlarinikiga o'xshashligi bundan ko'rinib turibdi. Lekin kalsiydan keyingi element — skandiy atomida elektronlarning joylanishi kichik davr elementlaridagi joylanishidan farq qiladi. Ma'lumki, Klechkovskiy qoidasiga muvofiq $3d$ - orbitalar, $4d$ - orbitalarga qaraganda energetik afzallikka ega. Shuning uchun $3d$ orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi:



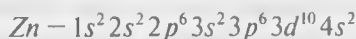
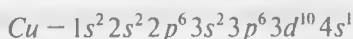
Lekin xrom elementida elektron energiyasining kamayishi sababli tashqi qavatda bir elektron qolib, $3d$ - orbital 5 ta elektronga ega bo'ladi, ya'ni:



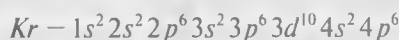
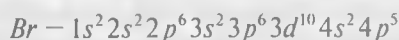
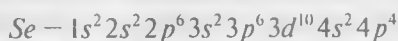
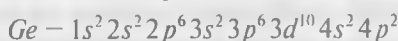
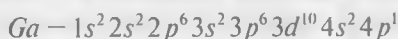
Marganes elementi $4s$ - orbitalida tashqi qavat yana 2 ta elektronga ega bo'ladi. Marganesdan keyingi temir, kobalt, nikel elementlaridan esa $3d$ - orbital elektronlar bilan to'lib boradi:



Mis elementida esa 4s- orbitaldagi bitta elektron 3d- orbitalga o'tib elektronlar soni 10 taga yetadi, mis tashqi qavatda bitta elektronga, rux elementi esa ikkita elektronga ega bo'ladi:



Gallydan kripton elementlariga o'tgan sari 4p- orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi:



Kripton elementi bilan to'rtinchi davr tugaydi. Beshinchi, oltinchi va yettinchi davr elementlari atomlarining elektronlar bilan to'lishi ham shu tartibda boradi.

Lekin lantanoidlarda 4f, aktinoidlarda esa 5f - orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi. Bundan element atomlarida elektronlarning joylanishi bilan ularning kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish mavjudligi ko'rinadi. Ravshanki, elementlar xossalari davriy ravishda o'zgarishi atomda elektronlarning davriy ravishda joylanishi natijasidir.

Takrorlash uchun materiallar

Bohning qisqacha mazmuni. Davriy jadval elementlar atom raqamlari orta borishi tartibida ularning o'xshash xossalari asosida

vertikal ustunlarda joylashtirilgan elementlar majmuasidir. Bir vertikal ustunga joylashgan elementlar oila yoki gruppacha tashkil etadilar. Davriy jadvalning chap qismida joylashgan va elementlarning katta qismini tashkil etuvchi metall-elementlar bilan bir qatorda uning o'ng qismida nometall (metallmas) elementlar joy olgandir. Jadvalning hozirgi vaqtda to'rt yuzdan ortiq varianti, jumladan, o'zbek olimlari taklif etgan variantlari ham ma'lumdir.

Mashqlar

1. Davriy jadvaldan marganes, xrom, oltinugurt, kremniy, brom, rux, kumush va platinani topib, ularning metall yoki metallmas ekanligini aniqlang.

2. Quyida keltirilgan ikki juftlikdagi elementlar majmuasida qaysilarining fizikaviy va kimyoviy xossalari bir-biriga yaqinroq turadi? *Javobingizni asoslang.* A) Ca, P, Si, J, Sr, Ag, Ni; B) As, Br, Nb, Mo, Sb, N.

3. Quyidagi molekulyar formulalarga, ya'ni P_4H_{10} , C_4H_8 , C_6H_{14} , SiO_2 , $Na_2B_4O_7$, $C_4O_4H_2$ larga mos keluvchi empirik formulalarni yozing.

4. Nima uchun qator elementlar o'tkinchi metallar deyiladi? Ularga misollar keltiring.

5. Jadvaldagi «Oilaviy» elementlarni ko'rsating va mohiyatini tushuntirib bering.

Test savollari

1. Quyidagi elementlarning qaysi jufti xossalari jihatdan bir-biriga yaqin turadi?

A) K, Si; B) Cr, Zn; D) Be, Na; E) Be, Ba; F) Cr, S.

2. Lantanoidlar oilasiga nechta element kiradi?

A) 7; B) 8; D) 11; E) 12; F) 14.

3. Hozirgi vaqtda davriy jadvalning taxminan nechta varianti ma'lum?

A) 180 ta; B) 250 ta; D) 400 ta; E) 520 ta; F) 550 ta.

IV BOB

MOLEKULALAR TUZILISHI VA KIMYOVIIY BOG'LANISH

IV.1. MOLEKULALAR, IONLAR, ERKIN RADIKALLAR

Element atomlari kimyoviy jarayonlarda uch xil zarracha hosil qilishi mumkin — molekularlar, ionlar va erkin radikallar.

Molekula moddaning mustaqil mavjud bo'la oladigan va uning kimyoviy xossalariga ega bo'lgan eng kichik zarrachasidir. Molekularlar — bir atomli, ikki atomli, uch atomli va hokazo ko'p atomli bo'ladi. Oddiy sharoitda inert gazlar bir atomli molekularlar hisoblanadi. Ikki va undan ortiq atomlardan tuzilgan molekularlar **ko'p atomli** deyiladi. **Ion** — ortiqcha elektronga ega bo'lgan (anion) yoki elektron yetishmagan (kation) atomlar va kimyoviy bog'langan atomlar gruppasini tashkil qiluvchi zaryadga ega bo'lgan zarrachalardan iborat. Moddalarda musbat zaryadlangan ionlar har doim manfiy zaryadlangan ionlar bilan birgalikda bo'ladi. Chunki ionlar orasidagi elektrostatik ta'sir kuchi juda kuchli. Shu sababli hech qachon musbat yoki manfiy zaryadi ortiqcha bo'lgan modda hosil bo'lmaydi.

Erkin radikallar deb valentliklari to'yinmagan zarrachalarga aytiladi. Bunday zarrachalarga — CH_3 va — NH_2 ni misol qilib ko'rsatish mumkin. Oddiy sharoitda erkin radikallar uzoq vaqt mavjud bo'la olmaydi, lekin bunday zarrachalar kimyoviy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ko'pgina hollarda reaksiya erkin radikallar ishtirokisiz ketmaydi. Juda yuqori temperaturada (masalan, Quyosh atmosferasida) bo'lishi mumkin bo'lgan ikki atomli zarrachalar, ya'ni erkin radikallardan — CN , — OH , — CH ni ko'rsatib o'tish mumkin. Ko'pgina erkin radikallar faqat alangada mavjud bo'ladi.

Shu bilan bir qatorda murakkab tuzilishga ega bo'lgan sharoitda mavjud bo'la oladigan mustaqil erkin radikallar ham ma'lum. Chunonchi trifenilmetil shunday radikallardan

hisoblanadi. Trifenilmetil erkin radikalining bu qadar stabil bo'lishini uning tarkibiga kiruvchi fenil — C_6H_5 radikalining katta o'lchamga ega ekanligi bilan izohlash mumkin va yakka elektronining p-elementlar bilan umumiylashib dissotsilanishi orqali tushuntirish mumkin.

IV.2. KIMYOVIY BOG'LANISH VA VALENTLIK HAQIDAGI TASAVVURLAR

Kimyoviy bog'lanish nazariyasi dastlab XIX asrning boshlarida yaratildi. Bu nazariyani Bergman (Shvetsiya) va Bertolle (Fransiya) taklif qildilar. Bu nazariya zarrachalarning bir-biriga ta'siri butun olam tortilish qonuni asosida vujudga kelishi kerak deb tushuntirdi. Biroq, bir-biri bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'lgan molekulalardagi atomlar massalariga proporsional emas. Masalan, simob atomi vodorod atomidan 200 marta og'ir, lekin suvdagi bog'lanish simob oksididagi bog'lanishga qaraganda anchagina mustahkamdir. Bundan tashqari, tortilish kuchi ancha katta masofalarga ham ta'sir etaveradi, kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi esa 0,05—0,3 nm oralig'ida kuzatiladi. Tortilish kuchi uncha katta qiymatga ega emas, u masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir, kimyoviy bog'lanish kuchi esa juda katta qiymatga ega (gravitatsion kuchdan taxminan 10^{33} marta katta). Ko'pgina hollarda atomlar orasidagi masofa kamayishi bilan bog'lanish kuchi faqat 2 baravar kamayadi. Tortilish kuchi natijasida hosil bo'lgan moddalar to'yinmagan bo'lgani uchun gigant atomlar to'plamini hosil qiladi (planetalarga o'xshash). Kimyoviy kuchlar esa **to'yinuvchanligi** bilan tavsiflanadi, masalan, bitta vodorod atomiga uning ikkinchi atomi birikkandan keyin uchinchi atom kelib birika olmaydi. Bundan tashqari, kimyoviy kuchlar gravitatsion kuchlardan farq qilib, ular fazoda ma'lum yo'nalishga ega bo'ladi. Tortilish kuchi Nyuton qonuniga muvofiq jismga to'liq ta'sir qilgan holda kimyoviy kuchlar ma'lum holatlardagina ta'sir qiladi. Masalan, xlor atomi natriy atomi bilan kuchli bog' hosil qilgani holda, xlor atomi xlor atomi bilan kuchsizroq, geliy atomi bilan esa hech qanday bog' hosil qilmaydi. Agar kimyoviy bog'lanish mustahkamligiga tashqi sharoit (masalan,

temperatura ta'sir etishini hisobga olsak, u holda bu hodisani Bergman-Bertollening gravitatsion nazariyasi asosida tushuntirib bo'lmashligiga ishonch hosil qilish mumkin. Bu nazariyalarni 1810- yili shved olimi Berseliusning elektrokimyoviy nazariyasi rivojlantirdi. Bu nazariyaga binoan har qanday element atomi musbat yoki manfiy zaryadlangan. Chunonchi, musbat zaryadlangan magniyning manfiy zaryadlangan kislorod O^{2-} bilan hosil qilgan birikmasini Berselius nazariyasi orqali, ikki xil zaryadga ega bo'lgan zarrachalarning bir-biriga tortilish natijasi deb tushuntirish mumkin. Bu nazariyaga ko'ra zaryadlarning qisman neytrallanishi sodir bo'lganda, reaksiya mahsuloti hosil bo'lishi uchun zaryadlar batamom sarf qilinmaydi, deb qaraldi va murakkab moddalarning hosil bo'lishi ham shu asosda tushuntirildi (masalan: "musbat" zaryadlangan MgO ning "manfiy" zaryadlangan CO_2 bilan birikib $MgCO_3$ hosil bo'lishi). Berselius nazariyasi Devining turli zaryadga ega bo'lgan zarrachalarning bir-biriga tortilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lanish nazariyasini rivojlantirdi. Elektrokimyoviy nazariya elektroliz jarayoni asosida bir qadar tasdiqlanadi, ya'ni elektroliz kimyoviy birikma hosil bo'lishida almashinilgan zaryadlarni atomlarga qaytarishdan iborat deb qaraldi. Keyinchalik Gegel Berselius nazariyasining kamchiliklarini, chunonchi bu nazariyada **kimyoviy jarayon natijasida uchrab turadigan moddalarning kislotali, ishqoriy xossalariga, yopishqoqlik, shuningdek, shakl va rang o'zgarishi xossalariga** e'tibor berilmaganligini ko'rsatdi. Bularning hammasi elektrlanishdek mavhum jarayonda yo'qolib ketadi. Shunga ko'ra, fiziklar musbat va manfiy zaryadlar uchun bunday xossalardan voz kechib ketishlari kerak edi. Haqiqatan ham elektrokimyoviy nazariya bir xil qutblanmagan atomlardan tuzilgan mustahkam molekullar, masalan, H_2 , Cl_2 , O_2 hosil bo'lishini tushuntira olmaydi. Bundan tashqari, Berselius nazariyasidan har xil zaryadlangan elementlar birikmadagi har qanday elementning o'rnini bema'lol almashtira olishi mumkin, degan xulosa kelib chiqar edi. Bu hol moddalarni turli sharoitlarda hosil bo'lishiga zid bo'lgan bo'lar edi.

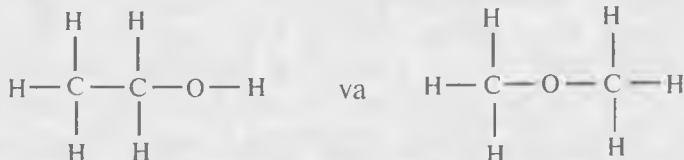
O'tgan asrning 40- yillarida fransuz kimyogarlari Dyuma va Jerar tiplar nazariyasini yaratdilar. Bu nazariyaga muvofiq kimyoviy moddalarning xossalari molekula tarkibiga kiruvchi elementlarning bir-biriga o'xshashliklari, tipikliklari asosida shakl-lanib, atom tabiatiga bog'liq emas deb qaraldi. Bu kimyoning nazariyasini yaratishda modda tarkibini hisobga olishdan iborat edi. Ko'pgina organik birikmalar anorganik moddalarning hosilasi deb qaraldi. Masalan, etil spirti — C_2H_5OH va dietilefir — $C_2H_5-O-C_2H_5$ suv $-H_2O$ tipiga kiritilib, ikki C_2H_5 gruppasini vodorod atomlari bilan almashishi mahsuloti deb, shunga o'xshash CH_3BH_2 va $CH_{32}NH$ birikmalarini NH_3 tipiga kiritib, bitta yoki ikkita vodorod atomlari o'rnini CH_3 gruppasi bilan almashinish mahsuloti deb tushuntirildi. Bu tushuntirishlar ko'pgina hollarda yuzaki bo'lib qoldi, ayniqsa yangi moddalar sintez qilish, moddaning haqiqiy nomini atash, formulasi va xossalari belgilashda juda katta yangilishlarga olib keldi. Bundan tashqari, turli xil usullar bilan olingan birgina modda turli xil nomga, formulaga va xossalarga ega bo'lib qolar edi. Keyinchalik molekullarning tuzilishini chuqurroq tushuntirib bo'lmaydi, degan xulosaga keldilar. Ular kimyoviy jarayonlar natijasida hosil bo'lgan moddaning faqatgina reaksiyadan oldingi va hosil bo'lishi mumkin bo'lgan holatlarini o'rganish bilan kifoyalanib, haqiqiy moddaning o'ziga e'tibor berish shart emas, degan fikrga keldilar. Keyinchalik molekullar ma'lum tuzilishga ega ekanligi to'g'risidagi fikrlar paydo bo'la boshladi. 1852- yili angliyalik olim Franklind ko'pgina metallorganik birikmalarning hosil bo'lishini o'rganib valentlik tushunchasini kiritdi. Bunda vodorod atomining valentligini birga teng deb qabul qilib, qolgan elementlarning valentligini esa, ularni nechta atom vodorod biriktirib olishi mumkinligiga qarab aniqlash taklif qilingan. Valentlik soni kuzatilayotgan elementning qanday holatda ekanligiga, reaksiyaga kirishayotgan element tabiati va bir-biriga ta'sir etish sharoitiga bog'liq. Shuning uchun hamma elementlarni ikkita asosiy oilaga bo'lish mumkin. Birinchi oilaga valentliklari o'zgarmaydigan, ikkinchi oilaga valentliklari o'zgaradigan elementlar kiritildi.

IV.3. KIMYOVIY TUZILISH NAZARIYASI

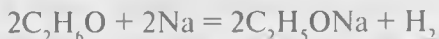
A.M. Butlerov 1861-yilda o'zining quyidagi kimyoviy bog'lanish nazariyasini yaratdi; a) atomlar molekulada bir-biri bilan ma'lum tartibda birikadi; b) atomlarning birikishi ularning valentliklariga mos holda sodir bo'ladi; d) kimyoviy moddalarning xossalari atomlarining soni va tabiatigagina bog'liq bo'lmasdan, ularning joylanishiga, ya'ni molekulaning kimyoviy tuzilishiga bog'liqdir.

Bu nazariya ayniqsa organik moddalarning tuzilishini har tomonlama tushuntirib, yuqorida ko'rib o'tilgan nazariyalarga zarba berdi. Kimyoviy o'zgarishlarni A.M. Butlerov nazariyasi asosida o'rganish orqali, molekula tuzilishini aniqlash mumkin. Bu nazariya moddalar tuzilishini aniqlaydigan usullarni yuzaga chiqardi.

Masalan, etil spirti molekulasini C_2H_6O formulaga ega. Bu modda tarkibiga kiruvchi elementlarning valentliklarini hisobga olgan holda ikki xil tuzilishni hosil qilishimiz mumkin:



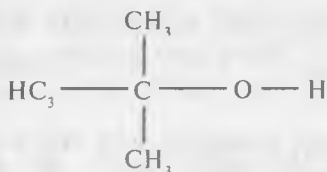
Etil spirtining kimyoviy reaksiyalarini o'rganish natijasida birinchi tuzilish to'g'riligi isbotlandi. Chunonchi, etil spirtga natriy metalli ta'sir ettirilganda natriy metalli faqat bitta vodorod atomi bilan almashinadi:



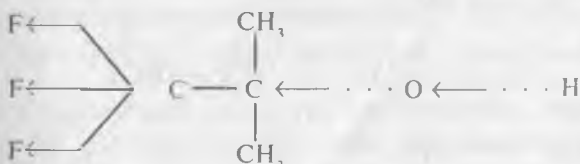
Chunki bitta vodorod atomi boshqa vodorod atomlaridan farq qilib, uglerod bilan emas, kislorod bilan bog'langan. Xuddi shu kislorod bilan bog'langan yagona vodorod metalli bilan o'rin almashadi. Kimyoviy tuzilish nazariyasi yaratilgandan keyingi yuz yildan ortiq vaqt ichida olimlar

tomonidan ko'p minglab organik va element-organik moddalarning kimyoviy formulalari topildi. Ba'zi moddalarning formulalarini aniqlash juda ko'p yillar talab qildi. Masalan, xinning molekulyar tuzilishini aniqlash uchun olimlar 60 yil davomida izlanishlar olib bordilar.

Bu usullar bilan molekuladagi atomlarning joylashishini aniqlashga doir tadqiqotlar Butlerov nazariyasini tasdiqladi. Binobarin, A.M. Butlerov nazariyasi molekula tuzilishini zamonaviy talqin qilishda asosiy nazariya bo'lib qoldi. Kimyoviy tuzilish nazariyasi fanga molekuladagi atomlarning o'zaro ta'siri haqidagi tushunchani kiritdi. Shunga asosan, molekulada faqatgina bir-biri bilan bog'langan atomlarga rol o'ynamasdan, balki hamma atomlar bir-biriga o'zaro ta'sir qiladi. O'zaro bog'langan atomlarning bir-biriga ta'sir effekti nisbatan kichik miqdorga ega bo'ladi. Bu **induksion effekt** deb yuritiladi. Induksion effektни quyidagi misolda kuzatish mumkin: agar uchlamchi butil spirta bitta metil gruppada hamma vodorod atomlarini fluor atomi bilan almashtirsak, spirt kislota xossasini namoyon qiladi:



Bunga sabab, fluorning elektronga moyillik xossasi kuchli bo'lgani uchun u elektronlarni o'ziga tortadi. Bu esa molekuladagi elektronlarni zanjir bo'ylab siljitadi:



Bu siljish, induksion effekt hosil qiluvchi atomlarning chiqib ketishi bilan yo'qola boradi. Shunday qilib,

A.M. Butlerov nazariyasi 1823-yilda Libix va Vyolerlar tomonidan kashf etilgan va kimyoviy tuzilishni tavsiflashda izomeriya hodisasini ham tushuntirishda katta ahamiyatga ega bo'ldi.

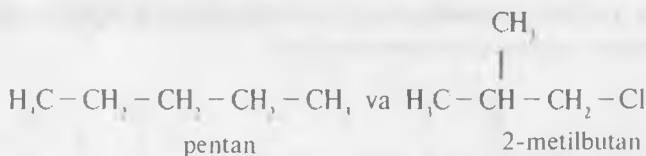
Tarkibi va molekulyar massalari bir xil, tuzilishi yoki atomlarning fazoda har xil joylanishi natijasida xossalari bilan farqlanuvchi moddalarning mavjud bo'lish hodisasi **izomeriya** deyiladi. Bunday xususiyatga ega bo'lgan moddalar o'z navbatida izomerlar nomi bilan ma'lum.

Hozirgi vaqtda ikki xil izomeriya ma'lum:

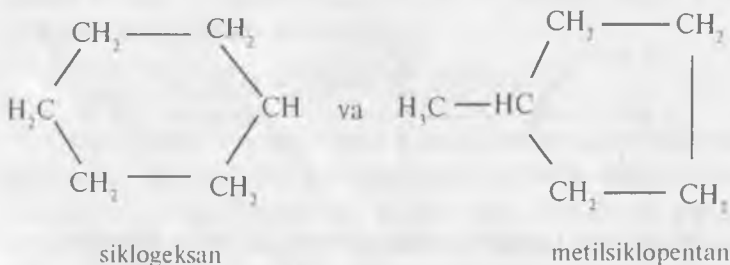
1. Tuzilish izomeriyasi,
2. Fazoviy izomeriya.

Tuzilish izomeriyasi — molekuladagi atomlarning bir-biri bilan qaysi tarzda ketma-ketlikda bog'lanishlarini tavsiflaydi. Tuzilish izomeriyasining bir necha xillari ma'lum.

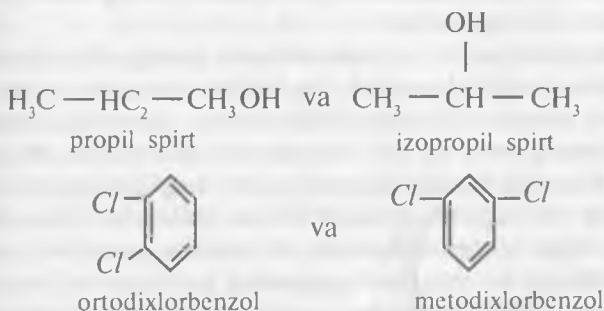
Agar molekular strukturasi uni tashkil qiluvchi atomlarning joylanishi bilan farq qilsa, bunday izomeriyaga **skelet izometriya** deb ataladi. Masalan:



Bunday tuzilishdagi izomerlar soni molekulada uglerod atomlari ortishi bilan ortib boradi, ya'ni C_6H_{14} da 5 ta bo'lsa, $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ da esa 366319 taga yetadi vaholanki hozirgi vaqtda $\text{C}_{100}\text{H}_{202}$ tarkibli birikmalarning mavjudligi ma'lum. C_6H_{14} ning izomerlaridan 2 tasini quyida ko'rsatishimiz mumkin.



Bir xil tuzilishga ega bo'lgan, lekin funksional gruppalarning fazoda joylanishi bilan bir-biridan farq qiladigan molekullardagi izomeriya **holat izomeriyasi** deb ataladi. Funksional gruppaga $-\text{OH}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$ va boshqalar misol bo'la oladi:



IV.4. KIMYOVIY BOG'LANISH

Molekulada atomlarni o'zaro tutib turadigan kuchlar yig'indisiga kimyoviy bog'lanish deb ataladi. Hozirgi davrda kimyoviy bog'lanishning besh turi ma'lum: 1) ion bog'lanish, 2) kovalent bog'lanish, 3) metall bog'lanish, 4) vodorod bog'lanish, 5) Van-der-Vaals kuchlari asosidagi bog'lanish.

Kimyoviy bog'lanishlarning dastlabki uch turi (1,2,3) eng kuchli bog'lanishlar hisoblanadi. So'nggi ikki turi esa (4,5) kuchsiz bog'lanishdir.

Kimyoviy bog'lanish (1—2) yoki valent bog'lanish nazariyasida quyidagi holatlarni oydinlashtirish talab etiladi.

1. Nima sababdan ba'zi atomlar bir-birlariga turli sharoitlarda ta'sirlashganda, chunonchi:



kabi birikmalar hosil qiladi-yu, ba'zi atomlar, masalan, He bilan He, Be bilan Be, He₂ va Be₂ kabi birikmalar hosil qilmaydi.

2. Bog'lanish energiyasining mohiyati nimadan iborat?
3. Nima uchun atomlar ma'lum nisbatlarda birikadi?

4. Bog‘lanish tabiati — bog‘lanish uzunligi va ular orasidagi burchaklar qanday bo‘ladi?

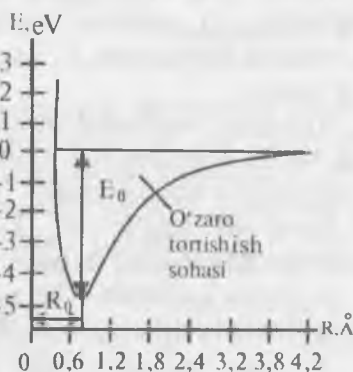
Kimyoviy bog‘ning vujudga kelishi sababi shundaki, atom yoki ionlar bir-biri bilan bog‘langanda ularning umumiy energiya zaxiralari ayrim-ayrim holda bo‘lganlaridagiga qaraganda kamroq qiymatga ega bo‘ladi, buning natijasida sistema barqaror holatga o‘tadi.

Biroq sistema bir holatdan ikkinchi holatga o‘tganda uning energiya zaxirasi kamaysa, bu hodisa sistemaning *energetik afzallik xossasi* deb ataladi. Binobarin, sistemada energetik afzallikning sodir bo‘lishi atomlardan molekularning hosil bo‘lishiga olib keladi. Kimyoviy bog‘-bog‘ *energiyasi* va *bog‘ uzunligi* deb ataladigan ikki kattalik bilan tavsiflanadi. Bu kattaliklar molekularning kimyoviy xossalari, shakli (strukturasi) va atomlarning qanday ionlanishini belgilaydi. Masalan: ikkita vodorod atomi-ning o‘zaro ta’sirlanishi natijasida H_2 molekulasini hosil bo‘ladi. Agar atomlar o‘zaro yaqin masofada ta’sir etsa, ular orasida elektrostatik kuchlar vujudga keladi, ya’ni ikkita atomning o‘zaro ta’siri natijasida ular orasida ikki xil kuch paydo bo‘ladi:

a) birinchi atom yadrosi (H_A) bilan ikkinchi atom elektronlari $1S_B$ orasidagi tortishish kuchi va ikkinchi atom yadrosi (H_B) bilan birinchi atom elektronlari $1S_A$ orasidagi tortishish kuchi (sistema energiasining kamayishi) sodir bo‘ladi;

b) yadrolar — H_A bilan H_B va elektronlar — $1S_A$ bilan $1S_B$ orasidagi itarilish kuchlari (sistema energiasining oshishi) sodir bo‘ladi.

Elektronlarning umumiy energiyasi bilan yadrolarning itarilish energiyasi orasidagi munosabatni grafik usulda tasvirlash mumkin (IV.1-rasm).



IV.1-rasm. Ikki atomli molekula potensial energiasining o‘zgarishi: E — yadro energiyasi, R_0 — molekulaning hosil bo‘lishidagi yadrolararo masofa.

Agar yadrolararo masofa (r) juda kichik bo'lsa, ular orasidagi energiya asosan itarilish energiyasini ifodalaydi va uning miqdori cheksizlikka intiladi. Yadrolararo masofaning kattalashishi tortishish kuchining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, buning natijasida energiya minimum qiymatga ega bo'ladi, bu barqaror vodород H_2 molekulasidagi yadrolararo masofa (r_0)ni ifodalaydi va sistemadagi energetik afzallikni ko'rsatadi. Yadrolararo masofani aniq r_0 ga teng deb aytish u qadar to'g'ri emas, chunki bunday holat noaniqlik prinsipi ga zid keladi. Demak, r_0 — molekulada bo'la olish ehtimolini ifodalaydigan o'rtacha miqdordir, D_c — elektron energiyalarining dissotsilanishi, D_0 — energiyaning muayyan holatdagi dissotsilanish energiyasidir. Bu energiya tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Tajriba natijalari ikki tipdagi kimyoviy bog'lanishni — ion va kovalent bog'lanishning borligini tasdiqlaydi. Ion bog'lanishli molekulalar qutbli eritmalarda eritilganda ionlarga dissotsilanadi. Kovalent bog'lanishli molekulalarda bunday ionlarga dissotsilanish kuzatilmaydi.

Kimyoviy bog'lanish xususiyati o'zaro birikuvchi atomlarning nisbiy elektromanfiyliklari ayirmasiga bog'liq bo'ladi. Agar ikki elementning nisbiy elektromanfiyliklari orasidagi ayirmaning miqdori 1,5–3,3 eV bo'lsa, bu atomlar orasida ion bog'lanish hosil bo'ladi. Agar bu ayirma 1,5 eV dan kichik bo'lsa, u holda atomlar orasida kovalent bog'lanish vujudga keladi.

Kimyoviy bog'lanishda, asosan valent elektronlar ishtirok etadi. *s*-va *p*-elementlarda valent elektronlar vazifasini eng sirtqi qavatdagi elektronlar, *d*-elementlarda esa sirtqi qavatning *s*-elektronlari va sirtqidan oldingi qavatning qisman *d*-elektronlari bajaradi.

Lyuis va Kossel nazariyasiga ko'ra, ion bog'lanish atomlarning o'zaro ta'sirlashishi natijasida yuzaga keladigan elektrostatik, ya'ni kulon kuchlari ta'sirida hosil bo'ladi. Ikkita atom orasida bir yoki bir necha umumiy elektron juftlar hosil bo'lishidan esa kovalent bog'lanish vujudga keladi.

IV.5. KIMYOVIY BOG'LANISHNING ASOSIY XUSUSIYATLARI

Molekulani tasvirleydigan asosiy ko'rsatkichlar — atomlar orasidagi bog' uzunligi (yadrolararo masofa), ular orasidagi

burchak, molekula hosil bo'lishidagi yadrolar chiziq va bog' energiyalari molekulaning mustahkamligini belgilaydi. Bog' energiyasi kimyoviy bog'ni uzish uchun sarf qilgan energiyani bildiradi. Molekulani to'liq tavsiflash uchun ulardagi elektronlarning zichligini va energetik pog'onachalar bo'yicha taqsimlanishini bilish kerak.

Bog' uzunligi. Bog' uzunligi d ni tavsiflaydigan atom va ion radiuslari yoki molekula o'lchamini Avogadro soni orqali baholash mumkin. Masalan, bir molekula suvga to'g'ri keladigan hajmni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \left(\frac{18}{6.023 \cdot 10^{23}} \right) = 29,9 \cdot 10^{-24} \text{ sm}^3$$

bu yerda:

$$d_{\text{H}_2\text{O}} = \sqrt[3]{29,9 \cdot 10^{-24}} \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ sm} = 0,3 \text{ nm}$$

Haqiqiy bog'lanish uzunligi $0,1 \text{ nm}$ atrofida bo'ladi. Bog'lanish uzunligini taxminan quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$d_{A-B} = \frac{(d_{A-A} + d_{B-B})}{2}$$

Bu yerda har qaysi atomning atomlararo masofa hosil bo'lishidagi hissasi hisobga olinadi. Shu usul asosida ba'zi molekularning bog' uzunligi d aniqlangan. Masalan, $d_{\text{H}_2} = 0,074 \text{ nm}$, $d_{\text{N}_2} = 0,109 \text{ nm}$, $d_{\text{O}_2} = 0,121 \text{ nm}$.

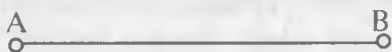
D.I. Mendeleyev davriy sistemasida elementlarning atom (ion) radiuslarining ma'lum qonuniyat orqali o'zgarishi yadrolararo masofalarning o'zgarishi bilan bog'liqdir.

Masalan: HX tipidagi molekular uchun yadrolararo masofalar quyidagicha o'zgaradi:

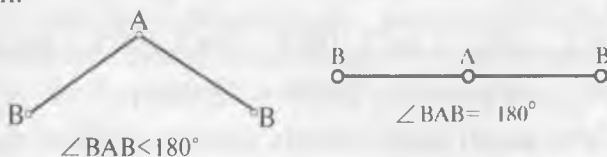
$$\begin{aligned} \text{H} - \text{F} & \dots 0,092 \text{ nm} \\ \text{H} - \text{Cl} & \dots 0,128 \text{ nm} \\ \text{H} - \text{Br} & \dots 0,142 \text{ nm} \\ \text{H} - \text{J} & \dots 0,162 \text{ nm} \end{aligned}$$

Agar bu qatordagi vodorodni boshqa element bilan (masalan, uglerod bilan) almashtirsak u holda d ning tabiati "X" ga nisbatan saqlanib qoladi. Shuning uchun ikki atomli molekullarda d ning qiymatini miqdoriy ifodalash uchun solishtirib hisoblash usulidan foydalanish mumkin. Tajriba natijalari valentliklari o'zgarmagan holatda yadrolararo masofa, ma'lum turdagi bog'lanishlarda hosil bo'lgan turli xil birikmalarda amalda o'zgarmasligini ko'rsatdi. Masalan, hamma alifatik birikmalarda $d_{c-c} = 0,154 - 0,158 \text{ nm}$, aromatik birikmalarda $d_{c-c} = 0,139 - 0,142 \text{ nm}$ ga teng bo'ladi. Birlamchi bog'lanish — karrali bog'lanishga o'tilganda, bog'lanishning mustahkamligi ortishi sababli yadrolararo masofaning qisqarishi kuzatiladi. Agar $d_{c-c} = 0,154 \text{ nm}$ bo'lsa, $d_{c-c} = 0,134 \text{ nm}$, $d_{c-c} = 0,120 \text{ nm}$ va hokazo bo'ladi.

Valent burchaklar. Valent burchaklarning qiymati atomlar va bog'lanish tabiatiga bog'liq. Agar barcha ikki atomli A_2 yoki AB tipidagi molekullarni quyidagicha tasvirlasak:



u holda uch atomli, to'rt atomli va boshqa murakkab molekullar turli konfiguratsiyaga ega bo'lishi mumkin. Masalan, uch atomli molekullar to'g'ri chiziqli shaklga ega bo'lishi mumkin:

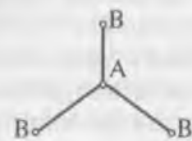


Birinchi tipdagi molekullarga tarkibida davriy sistemaning II gruppasida joylashgan ba'zi elementlar bo'lgan birikmalar (masalan, BeCl_2 , ZnBr_2 , CdJ_2), bir qator CO_2 , CS_2 ga o'xshash molekullar va yadrolararo masofalari bir xil bo'lmagan, lekin elektron konfiguratsiyalari o'xshash bo'lgan (masalan, HCN) molekullar misol bo'la oladi.

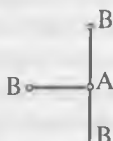
Ikkinchi tipdagi molekullarga VI gruppaning p-elementlari hosil qilgan birikmalar (SO_2 , H_2O va hokazo) misol bo'la oladi. Gruppa bo'yicha bir-biriga o'xshash molekullarda BAB ma'lum qonuniyat bilan o'zgaradi. Bunga misol qilib quyidagi qatorni olish mumkin:



To'rt atomli AB_3 tipidagi molekular bir tekis yoki piramida shaklida bo'lishi mumkin:



I. $\angle \text{BAB} = 120^\circ$



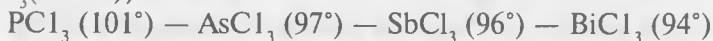
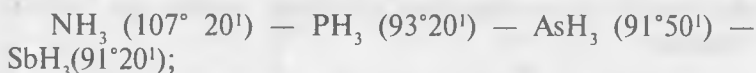
II. $\angle \text{BAB} > 120^\circ$



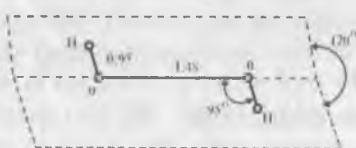
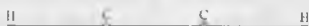
III. $\angle \text{BAB} < 120^\circ$

AB_3 tipidagi molekularning tuzilishi turlari. Birinchi tip molekularga III guruhga elementlarining birikmalari (BCl_3 , AlBr_3); ikkinchi tip molekularga ClF_3 kabi birikmalar; uchinchi tip molekularga ba'zi (NO_3^- , CO_3^{2-} kabi) ionlar

misol bo'ladi. Ko'pgina hollarda atomlar molekularlarda bir tekis joylashmaganligini kuzatish mumkin. Piramida shakliga ega bo'lgan NH_3 , PCl_3 va boshqa birikmalarni V gruppaning p-elementlari hosil qiladi. Bunday hollarda ham atomlar orasidagi burchaklarning qator bo'yicha ma'lum qonuniyat bilan o'zgarib borishi kuzatiladi, masalan:



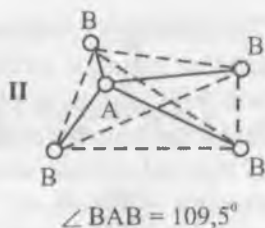
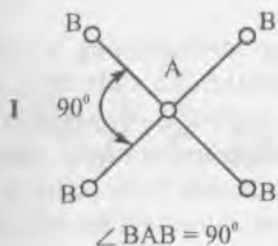
To'rt atomli molekularlarda valent burchaklari turli qiymatlarga ega bo'ladi. Buni atsetilen va vodorod peroksid misolida ko'rish mumkin:



a) atsetilen

b) vodorod peroksid

Besh atomli AB_4 tipidagi molekular shakli quyidagicha bo'ladi:

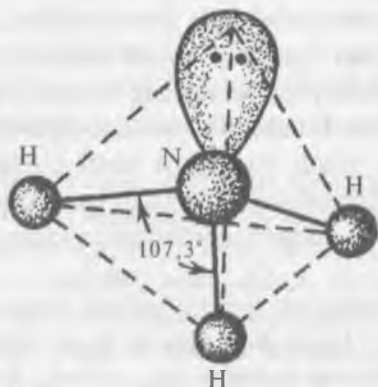


Rasmdagi AB_4 tipdagi molekular juda kam uchraydi, bunga ($PdCl_4^{-2}$) ionini misol qilib ko'rsatish mumkin. Ikkinchi tipdagi, ya'ni atomlarning tetraedrik joylashgan molekulari juda ko'p tarqalgan. Bunday birikmalarga uglerod va IV gruppada joylashgan uning analoglari hosil qilgan birikmalar kiradi. SO_4^{-2} ioni ham shunday tetraedr tuzilishga ega. Bunda lokallangan elektron juftlarining itarilish modellari asos qilib olinadi.

Bog'lanishda ishtirok etayotgan har qaysi atomning atrofini o'rab olgan elektron juftlar (Lyuis formulasida bular ikki nuqta bilan belgilanadi) **elektron bulutlar** deb ataladi. Bu elektron bulutlarning itarilishi natijasida elektronlar mumkin qadar bir-birlariga nisbatan uzoqroq joylashishga intiladi, u holda elektron bulutlari bir-birlariga bir xil ta'sir etadi deb hisoblab, ularni quyidagicha taqsimlash mumkin.

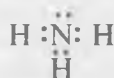
Elektron bulutlarning soni va joylashishi	
2	chiziqli
3	uchburchak
4	tetraedrik
5	trigonal piramida
6	oktaedrik
7	yetti qirrali — ya'ni qo'shimcha tomonli oktaedrik tuzilishga ega

"Tetraedrik" va hokazo soʻzlar molekulaning markazga joylashgan atomga nisbatan qirralar boʻylab yoʻnalgan elektron bulutlarining qoplanishini anglatadi. Agar molekulada bogʻlanishda ishtirok etmaydigan taqsimlanmagan elektron juftlar mavjud boʻlsa, atomlar joylanishi boshqacha konfiguratsiyaga ega boʻladi. Masalan, ammiak molekulasida tetraedrik joylashgan toʻrtta elektron juftning mavjud boʻlishiga qaramay, molekula piramida tuzilishiga ega boʻladi.



IV.2-rasm. Ammiak molekulasi konfiguratsiyasi.

Chunki molekulada tetraedrik elektron juftlarning hammasi atomlar bilan band boʻlmasdan, bitta elektron juft boʻsh qolgan (IV.2-rasm).



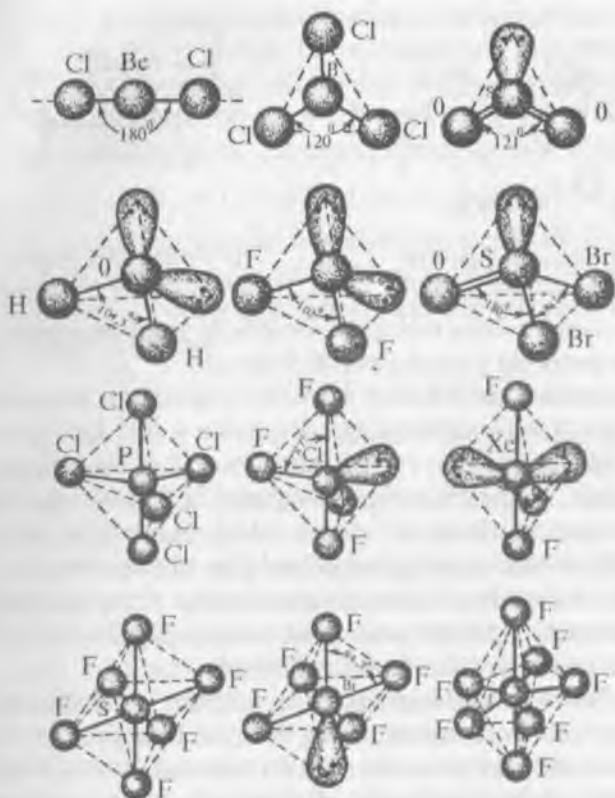
Bu koʻrsatilgan oddiy modelni quyidagi qoʻshimcha maʼlumotlar bilan toʻliq tasvirlash mumkin:

1. Ikkilamchi bogʻlanishda-gi elektron bulut birlamchi

bogʻlanishga qaraganda katta hajmni egallaydi.

2. Atom bilan bogʻlangan elektron juftning bulutlari bogʻlanmagan elektron bulutlarga qaraganda kam hajmni egallaydi, chunki birinchi holatda atomlarning oʻzaro taʼsiri vujudga keladi.

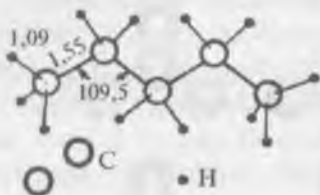
3. Agar markaziy atom bilan birikkan atom qanchalik elektromanfiy boʻlsa, markaziy atom elektron juft uchun shunchalik kam hajm talab qiladi. Bunday maʼlumotlar oddiy modellardan chetga chiqish hollarini yaxshi izohlaydi. Yuqorida keltirilgan usul turli molekulalar tuzilishini tasvirlashda katta ahamiyatga ega. Har xil molekulalarning bu usul bilan aniqlangan tuzilishi quyidagi shakllarda koʻrsatilgan (IV.3-rasm). Shakllarda keltirilgan konfiguratsiyalarning oddiy modellarini taqqoslab, ularga aniqlik kiritish taklif qilinadi.



IV.3-rasm. Elektron juftlarining ta'sirlanish modeli asosida turli molekularning hosil bo'lishini tushuntirish sxemasi.

Alifatik organik birikmalarda C—C bog'lanish uzunligi 0,154 nm ga, C—C bog'lanish orasidagi valent burchagi esa 109°28' (metan qatoridagi uglevodorodlar siniq chiziqli zanjir hosil qiladi). Quyida misol tariqasida normal pentan molekulasining tuzi-lishi tasvirlangan (IV.4-rasm).

To'yingan sikl uglevodorodlarda C—C va C—H bog'lanish uzunligi yuqorida ko'rsatilgan qiymatga ega, biroq ularda valent burchaklar o'zgargan. Bu o'zgarish siklda kuchlanishning hosil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun siklopentan molekulasi tetraedrik burchakka ega bo'lib, undagi to'rtta



IV.4-rasm. H-pentan molekulasining tuzilishi.

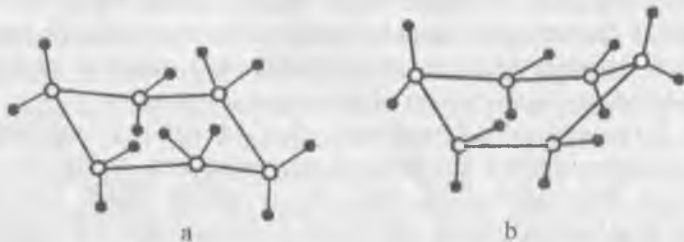


IV.5-rasm. Siklopentan molekulasining tuzilishi.

uglerod atomlari bitta tekislikka, beshinchi atom esa taxminan $0,05 \text{ nm}$ yuqorida joylashgan (IV.5-rasm).

Siklogeksan molekulasini bir tekis joylashgan tetraedrik valent burchakli tuzilishga ega. Bu yerda u ikki ko'rinishda bo'lishi mumkin (IV.6-rasm). Birinchi tuzilish ehtimolga yaqin hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan uglerod birikmalari misolida birgina uglerod elementi uchun valent burchaklar har xil birikmalarda turli qiymatga ega ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Valent burchakni aniqlash uchun elektronografik, rentgenografik, spektral usullardan tashqari dipol momentini o'lchash usulidan ham foydalanilmoqda.

Bog'lanish mustahkamligi. Kimyoviy bog' mustahkamligi uni uzib yuborish uchun zarur bo'lgan energiya miqdori bilan, yoki bir nechta atomlar birikib molekula hosil qilishida ajralib chiqqan hamma energiyalar yig'indisi bilan belgilanadi. Kimyoviy bog'ni uzib yuborish energiyasi (dissotsilanish energiyasi) har doim musbat qiymatga, bog' hosil bo'lish energiyasi esa miqdor jihatidan bog'ni uzish energiyasiga teng bo'lib, manfiy qiymatga ega bo'ladi. Ikki atomli molekullarda



IV.6-rasm. Siklogeksan molekulasining tuzilish formulalari.

bog'lanish energiyasi miqdor jihatidan dissotsilanish energiyasiga teng bo'ladi. Ko'p atomli, bir xil bog'lanish tipiga ega bo'lgan molekulalarda (masalan, AB tipidagi molekulalar uchun) o'rtacha bog'lanish energiyasi n ta atom birikib ajratib chiqargan umumiy energiyaning $1/n$ qismiga teng bo'ladi. Masalan:



Bu jarayonda yutilgan energiya miqdori 1645,8 kJ/mol ga teng. Lekin metan molekulasida hamma to'rtta C—H bog'lanish biribiriga teng. Shuning uchun o'rtacha bog'lanish energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{\text{C-H}} = 1645,8 : 4 = 411,4 \text{ kJ/mol}$$

Bu hisoblash E ning ma'lum masshtabdagi qiymatini aniqlab berdi. Vodorod uchun 434,7 kJ/mol, kislorod uchun 493,2 kJ/mol. Har qaysi E ning qiymatini bir molekula uchun tatbiq qilsak, taxminan $4,18 \cdot 10^{-19}$ kJ miqdorga ega bo'lamiz.

Agar B atomlar AB_n molekuladan birin-ketin uzilib chiqadi deb faraz qilsak, u holda molekulalarning dissotsilanishi sistemadagi yadro va elektron konfiguratsiyalarining o'zgarishiga sabab bo'ladi. Natijada molekula tarkibiga kiruvchi atomlarning ta'sirlanish energiyalari o'zgaradi. Masalan: metanda C—H orasidagi burchaklar $109^\circ 28'$ ga teng bo'lgani holda CH_3 orasidagi burchak 120° atrofida bo'ladi, u holda metandagi tetraedrik gruppaga tekis tuzilishga ega bo'lgan metil radikaliga aylanib ketadi. Shuning uchun B atomlarning AB_n molekuladan birin-ketin ajralib chiqish energiyasi bir xil bo'lmaydi. Bunday hollarda turli manzara kuzatilishi mumkin. Bunga H_2O molekulasini misol qilib olish mumkin. Bitta vodorod atomini uzib olish uchun 493,2 kJ/mol, ikkinchi vodorodni ajratib olish uchun 426,36 kJ/mol energiya (OH — radikalining mustahkamligi) sarf qilinadi. Ba'zi molekulalarda bir atom uzilishi bilan energiya ortib boradi. Masalan, AlCl_3 molekulasidan xlor atomlarining uzilishi uchun 380,38; 407,1; 497,42 kJ/mol energiya sarflanadi. Bundan ham murakkab hollar bo'lishi mumkin.

Lekin metandan vodorod atomlarining uzilib borishi uchun 426,36; 367,84; 517,52; 334,4 kJ/mol energiya sarf qilingani bilan, har qanday moddaning o'rtacha bog'lanish energiyasi,

alohida olingan atomlarning bog'lanish energiyalarining o'rtacha arifmetik qiymatlariga taxminan teng bo'ladi. Ya'ni, metan CH_4 uchun bu miqdor quyidagiga teng bo'ladi.

$$E_{\text{C-H}} = \frac{426,36 + 367,84 + 517,52 + 334,4}{4} = 411,4 \text{ kJ/mol}$$

Ko'pgina atomlarning uzilish energiyalari noma'lum bo'lgani uchun, bunday hisoblarni faqat ayrim hollardagina bajarish mumkin. Agar molekula ikki va undan ortiq turdagi atomlardan tarkib topgan bo'lsa, u holda bog'lanish energiyasining o'rtacha arifmetik qiymati dissotsilanish energiyasiga to'g'ri kelmaydi. Bundan tashqari, molekula turli xil bog'lanishlardan iborat bo'lsa, har qaysi alohida olingan bog'lanish uchun E ning qiymati ham turlicha bo'ladi. Bu miqdor atomlardan molekular hosil bo'lishi energiyasini hisoblashga imkon beradi. Masalan, uglerod va vodorod atomlarining birikishidan olingan pentan molekulasining hosil bo'lish energiyasini quyidagi tenglama bilan aniqlash mumkin (bu hisoblash tahminiy bo'lib, tajriba natijalari asosida aniqlik kiritiladi):

$$E_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = 4E_{\text{C-C}} + 12E_{\text{C-H}}$$

IV.1-jadvalda ba'zi atomlarning bog'lanish energiyalari keltirilgan. Jadvalda keltirilgan natijalarga asoslanib, bu miqdorlar elementlar davriy sistemasida ma'lum qonuniyat bilan o'zgarib borishiga ishonch hosil qilamiz. Masalan: uglerod bilan galogenlar orasidagi bog'lanish energiyasining C-G ($G=\text{F, Cl, Br, J}$) qator bo'yicha yuqoridan pastga qarab kamayishini, uglerod va galogen orasidagi yadrolararo masofaning ortishi bilan bog'lab tushuntirish mumkin, ya'ni C-F atomlari orasidagi bog'lanish mustahkam ekanligini, uglevodorodlarning ftorli hosilalarining inert xossaga ega ekanligi bilan tushuntirish mumkin (masalan: CnF_{2n_2}). Bog'lanish

mustahkamligining qator bo'yicha kuchayib borishini atomlararo masofaning qisqarishi bilan izohlash mumkin. Birlamchi bog'lanishdan ikkilamchi va uchlamchi bog'lanishga o'tishda bog'lanish energiyasi ortib boradi, lekin bu o'zgarish karrali bog'lanish o'zgarishiga proporsional mustahkamlanmaydi. Bir xil tipdagi bog'lanishlar uchun E qiymatining ma'lum bir

qonuniyat bilan o'zgarishini baholash uchun (taqqoslab) hisoblash usulini qo'llash mumkin, bunda ikki qatordagi bir xil tipdagi birikmalarning o'rtacha bog'lanish energiyalari taqqoslanadi. Masalan, E_2 va HE bog'lanish qatorlari (bu yerda: $E = \text{Cl, Br, J lar}$) dagi taqqoslash IV.7-rasmda ko'rsatilgan.

IV.1-jadval

Kimyoviy bog'larning uzunligi va uzilish energiyasi

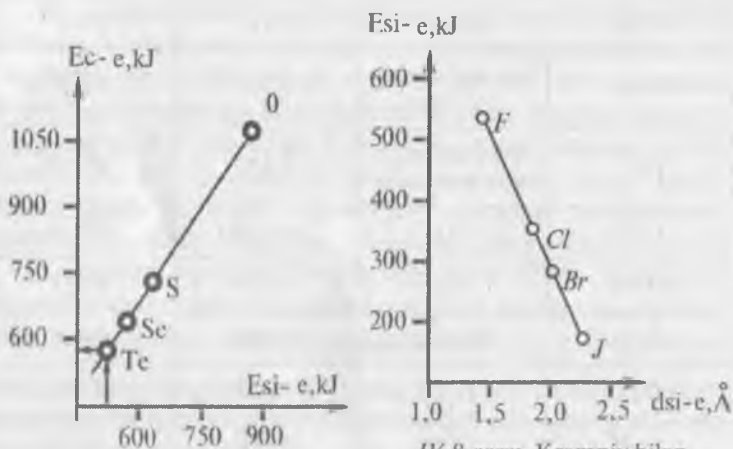
Bog'lanish turlari	Birikmalar	Bog'lanish uzunligi, nm	E, kJ/mol
C-H	To'yingan uglevodorodlar	0,1095	412,6
C-F	CH ₃ F	0,1381	486,1
C-Cl	CCl, CHCl ₃	0,1767	316,8
C-Br		0,194	264,4
C-J		0,214	197,3
C-C	To'yingan uglevodorodlar	0,154	331,5
C-C	Benzol	0,140	486,2
C=C	Etilen va uning hosilalari	0,134	587,3
C≡C	Atsetilen qatori uglevodorodlar	0,120	822,1
C-O	CO ₂	0,1160	798,8
O-H	H ₂ O	0,0958	460,2
O-H	Spirtlar	0,096	440,6
O-O	H ₂ O ₂	0,148	139,2
S-H	H ₂ S	0,1346	362,8
S=O	SO ₂	0,1432	526,3
N-H	NH ₃ , aminlar	0,1008	384,6

N=O	NO	0,1151	624,5
As-H	AsH ₃	0,1519	198,6

Bu rasmda oltinchi gruppada asosiy gruppacha elementlarining uglerod va kremniy bilan hosil qilgan birikmalarining o'rtacha bog'lanish energiya miqdorlari ko'rsatilgan (belgilangan ko'rsatkichdan chetga chiqqan $E_{c-Te} \approx 551,8$ kJ/mol uncha aniq bo'lmagan qiymatga ega).

Endi E qiymatini bir qatorga joylashgan moddalarning boshqa xossalari bilan taqqoslab ko'ramiz. Yuqorida aytib o'tilganidek, bog'lanish energiyasi bog'lanish uzunligi ortishi bilan kamayib boradi. Birinchi tasavvurda bir-biriga o'xshash elementlarda energiya kamayishi to'g'ri chiziqli ekanligi ko'rinadi, masalan: C-E (E=F, Cl, Br, J) bog'lanish qatorini taqqoslash (IV.8-rasm)da keltirilgan. Bunday taqqoslashlarga uglerod bilan uglerod orasidagi yadrolararo masofa va bog'lanishning karraliligi bilan energiya o'zgarishlarini ham misol qilib olsa bo'ladi.

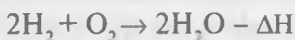
Bog'lanish energiyasi E ning qiymatini organik birikmalarda anorganik birikmalardagiga qaraganda yaqqol ifodalash



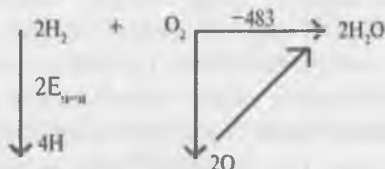
IV.7 -rasm. Kremniy va uglerod birikmalarining bog'lanish energiyalari grafigi.

IV.8-rasm. Kremniy bilan galogenlar birikmalari bog'lanish energiyasi va bog'lanish uzunligi orasidagi munosabat.

mumkin. Chunki, organik birikmalarning molekulari ko'pgina bir xil bog'lanishga ega, anorganik birikmalarda esa bog'lanishlarning har xil tipi mavjud. Bog'lanish energiyasini o'lchaydigan usullardan foydalanmasdan turib turli jarayonlarning energetik effektini spektral analiz qilib yoki hamma alohida olingan elementlararo bog'lanishlar energiyasini bilgan holda ham hisoblash mumkin. Masalan, vodorodning yonish reaksiyasida 475,2 kJ energiya ajralib chiqadi:



Bu jarayon quyidagicha sodir bo'ladi. Birinchi navbatda H-H va O-O bog'lanishlar uziladi, hosil bo'lgan atomlar bir-biri bilan birikib H₂O molekulasini hosil qiladi.



U holda energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$2E_{\text{H-H}} + E_{\text{O-O}} - 4E_{\text{O-H}} = 475,5 \text{ kJ}$$

Bu yerda ikki bog'lanish energiyasini bilgan holda uchinchi bog'lanish uchun E ni topishimiz mumkin:

$$E_{\text{O-H}} = \frac{(2E_{\text{H-H}} + E_{\text{O-O}} + 475,2)}{4}$$

Bu tenglamaga $E_{\text{O-H}} = 431,8$ va $E_{\text{O-O}} = 493,2$ kJ/mol miqdorlarini qo'yib, $E_{\text{O-H}} = 458,0$ kJ/mol ekanligini topamiz.

Atomlardan birikmalar hosil bo'lishidagi energiya miqdori barcha bog'lanishlar energiyalarining yig'indisiga teng bo'lib, ishoralari qarama-qarshidir. U holda molekulaning o'zi ham, dissotsilanish mahsulotlari ham mutlaq nol temperaturada ideal gazlarning xossalariga ega bo'ladi, deb faraz qilishimiz mumkin. Amalda kimyogarlar ko'pgina yuqori temperaturada, bosimda

va qo'zg'algan atomlar ishtirokida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarga duch keladilar. Bog'lanish energiyasiga temperatura va bosimning ta'siri kam bo'lsada, atomlarni qo'zg'algan holatga o'tkazish katta energetik effektzni talab qiladi.

IV.6. ION BOG'LANISH

Ion bog'lanish elektrostatik nazariya asosida tushuntiriladi. Bu nazariyaga muvofiq, atomning hosil bo'ladigan qarama-qarshi zaryadli ionlari elektrostatik kuchlar ta'sirida o'zaro tortishib, barqaror sistema hosil qiladi. Bunday barqaror sistemaning hosil bo'lishida ta'sir etuvchi atomlar elektrostatik energiyasining o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Bu xildagi energiyani quyidagi atomlar: a) elektron yo'qotgan atomlar, ya'ni musbat zaryadlangan ionlar — kationlar; b) elektron biriktirib olgan atomlar, ya'ni manfiy zaryadlangan ionlar — anionlar hosil qilishi mumkin.

Birinchi xil atomlar elektr valentligi ion zaryadiga teng bo'lsa **elektrmusbat atom**, ikkinchi xildagilar esa **elektrmanfiy atomlar** deb ataladi. Gaz holatdagi seziiy va xlor atomlarining ta'sirini ko'rib chiqaylik. Atomlarning ionlarga aylanishi ikki energetik jarayon natijasida sodir bo'ladi.

Birinchi — seziiy atomi o'zining 6s — orbitalidagi elektronni chiqarib ion holiga o'tishi uchun ma'lum miqdorda energiya olishi kerak. Bu energiya **ionlanish energiyasi** deb ataladi va J harfi bilan belgilanadi:



Ikkinchidan, seziiy atomidan chiqqan elektron xlor atomidagi 3p- orbitalida joylashgan elektron bilan juftlashishi natijasida o'zidan ma'lum miqdordagi energiyani chiqarishi kerak. Bu energiya xlor atomining **elektronga moyilligi** deb ataladi va u E harfi bilan belgilanadi:



Gaz holatidagi seziiy va xlorning ionga aylanish jarayoni uchun sarf bo'lgan energiya miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$3,73 \cdot 10^5 - 3,62 \cdot 10^5 = 0,11, \text{ J/mol}$$

Keltirilgan hisoblash natijalaridan ko'rinib turibdiki, ta'sirlanuvchi atomlar ionlarga qaraganda ancha barqaror, chunki ular kam energiyaga ega.

Bir vaqtning o'zida musbat va manfiy zarrachalar orasida tortishish kuchining hosil bo'lishi sistema potentsial energiyasini pasaytirishga sabab bo'lishini hisobga olish kerak. U holda uning miqdori Kulon qonuniga asosan 1 mol modda uchun quyidagicha topiladi:

$$V = \frac{N \cdot e^2 \cdot z_1 \cdot z_2}{r}, \text{ J/mol}$$

Bu yerda: N — Avogadro soni ($6,023 \cdot 10^{23}$); e — elektronning zaryadlar soni, Z_1 va Z_2 — ionlar zaryadi; r — ionlararo masofa. Agar ionlararo masofa $0,1 \text{ nm}$, elektron zaryadi e bo'lsa, bitta zaryadli ionlar uchun yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V = \frac{332,6}{r}, \text{ J/mol}$$

Agar sistemaning energiya afzalligi $12,1 \text{ kJ/mol}$ ga teng bo'lsa, u holda

$$V = -\frac{332,6}{r} = -1,21 \cdot 10^4, \text{ J/mol bo'ladi.}$$

Bu yerda, geliy va xlor ionlari orasidagi masofa r — $11,47 \text{ nm}$ bo'ladi. Kulon kuchlari hisobiga ikki ionning ta'sirlashishi natijasida potentsial energiyaning kamayishiga *kulon barqarorlik energiyasi* deyiladi. Ya'ni:

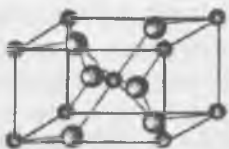
1. Gaz holatdagi ionlar (seziiy va xlor) ning kulon kuchlari barqarorlasha borishi uchun ular orasidagi masofa $11,47 \text{ nm}$ dan kichik bo'lishi kerak. Shuning uchun seziiy xlorid gazi hosil bo'lganda ionlar orasidagi masofaning $0,29 \text{ nm}$ ga teng bo'lishi kuzatiladi.

2. Agar boshqa sistemalar uchun ionlanish energiyasi J va elektronga moyillik E orasidagi farq katta bo'lsa, ionlar

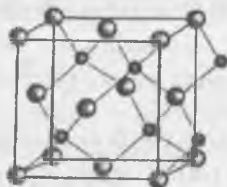
3492AP

orasidagi masofa kichraya boradi, chunki kulon barqarorlik energiyasi ortib boradi.

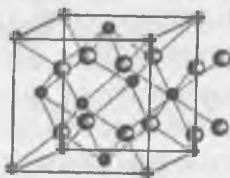
Qattiq holatda har qaysi ion atrofini qarama-qarshi zaryadli to'rtta, oltita yoki sakkizta ion qurshab olishi mumkin. Bunda kulon barqarorlik energiyasi kuchaya boradi. Masalan: kalsiy oksidida ion bog'lanish faqat qattiq holatdagina mavjuddir. Bunday bog'lanish bug' holatda bo'la olmaydi. Chunki bug' holatda kulon barqarorlik energiyasining miqdori ionlanish energiyasidan ancha kichikdir. Shuning uchun ionlanish sodir bo'lmaydi.



Rutil minerali — TiO_2



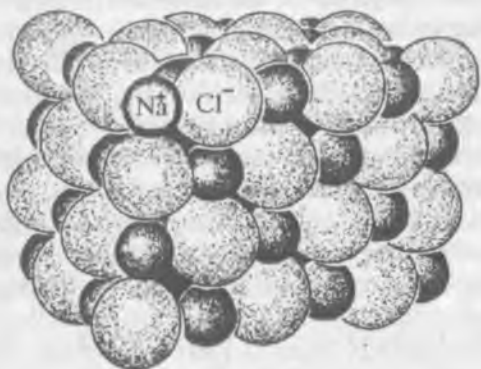
Rux aldamchisi — ZnS



Flyuorit (CaF_2)

1-sxema. Kristallik tuzilishga misollar.

Qattiq holatda ionlar juda zich joylashadi, chunki har qaysi ion o'ziga qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni mumkin qadar ko'p tortib olishga intiladi. Markaziy ion bilan qarama-qarshi zaryadlangan ion hosil qilgan bog'lanish ayni ionning koordinatsion soni deyiladi. Ion bog'lanish elektrostatik ta'sir natijasida hosil bo'lgani uchun yo'naluvchanlik xossasini namoyon qilmaydi. Chunki ion qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni qanday holatda turishidan qat'i nazar o'ziga tortadi. Shuning uchun ion bog'lanishli kristallar faqat turli ionlarning geometrik joylanishi va ular orasidagi masofa bilan tavsiflanadi. Ionlar o'lchamining koordinatsion soni



2-sxema. Natriy xloridi (NaCl) da ionlar joylanuvi.

bog'lanishda ishtirok etayotgan ionlar radiuslarining nisbati bilan belgilanadi. Kation va anion radiuslarining farqi qancha katta, ya'ni $r_{\text{kation}} < r_{\text{anion}}$ bo'lsa, koordinatsion son shuncha kichik bo'ladi.

1. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} > 0,73$ bo'lsa, koordinatsion son 8 ga teng bo'ladi.

2. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} = 0,73$ dan $0,41$ gacha bo'lsa, koordinatsion son 6 ga teng bo'ladi.

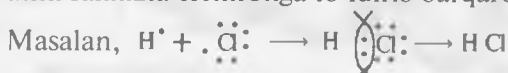
3. Agar $\frac{r_{\text{kation}}}{r_{\text{anion}}} < 0,41$ bo'lsa, koordinatsion son 4 ga teng bo'ladi.

Tajribada faqat ionlararo masofa — r aniqlanadi, kation va anionlar radiusi esa turli usullar bilan hisoblab topiladi.

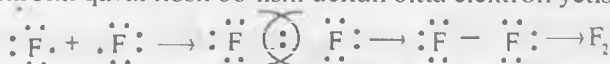
IV.7. KOVALENT BOG'LANISH

Ion bog'lanish nazariyasi bilan faqat ishqoriy metall galogenidlari va shunga o'xshash moddalarning tuzilishini tushuntirish mumkin. Lekin H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 kabi oddiy moddalarning tuzilishini izohlab bo'lmaydi. Bu xil moddalarning tuzilishi 1916- yili Lyuis yaratgan kovalent bog'lanish nazariyasi asosida tushuntiriladi.

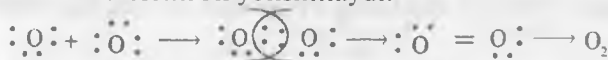
Lyuis nazariyasiga ko'ra, har qaysi ikki atom o'zaro kimyoviy bog'langanda, shu ikkala atomdan bittadan elektron ishtirok etishi natijasida hosil bo'lgan elektron juft ikkala atomga tegishli bo'lib qoladi. Bu nazariya tashqi elektron qavatida sakkizta elektron bo'lgan atomlarning barqaror bo'lishiga asoslangan. Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etadigan atomlarning elektronlari juftlashib, bir yoki bir necha elektron juftlar hosil bo'ladi. Har qaysi atom uchun aloqador bo'lgan elektron juftlar hisobiga o'zlarining sirtqi qavatini sakkizta elektronga to'ldirib barqarorlashadi:



Har qaysi atomning umumiy juft uchun beradigan elektronlari sxemada nuqta bilan tasvirlangan, HCl molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida joylashib qolish bilan barqaror konfiguratsiya hosil qiladi. Ftor atomida sakkiz elektronli qavat hosil bo'lishi uchun bitta elektron yetishmaydi:



Kislorod atomida sakkiz elektronli qavat hosil bo'lishi uchun ikkita elektron yetishmaydi:



Azot atomida sakkiz elektronli qavat hosil qilish uchun uchta elektron yetishmaydi. Shuning uchun ikki azot atomi birikib, barqaror molekulaga aylanishi uchun uchta elektron juft hosil bo'ladi:



Lengmyur nazariyasiga muvofiq birikuvchi atomlar orasida hosil bo'ladigan elektron juftlar soni element valentligini ko'rsatadi.

Lyuis va Lengmyurning kovalent bog'lanish haqidagi elektron nazariyasi murakkab bo'lmagan moddalardagi kimyoviy bog'lanish tabiatini izohlab berdi. Lekin murakkab moddalardagi bog'lanishning tabiatini tushuntirib bera olmadi. Faqat kvant nazariyasi yaratilgandan keyingina kimyoviy

bog'lanishni to'liq izohlash imkoniyati tug'ildi. Hozirgi vaqtda kvant nazariyasi asosida kimyoviy bog'lanish tabiatini tushuntirish uchun ikkita usuldan foydalaniladi:

1. Atom orbitallar (AOU) yoki valent bog'lanishlar usuli;
2. Molekulyar orbitallar usuli (MOU).

Atom orbitallar usuli. Atom orbitallar usuli bilan kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini tushuntirish nazariyasi 1927-yilda Geytler va London tomonidan yaratildi. Bu nazariyaga muvofiq molekulada elektronlar atom orbitallarida joylashgan bo'ladi. Agar atom orbitalida elektron bulutlari bir-birini qoplasa, u holda elektronlar qaysi atom orbitalida bo'la olishini aniq aytish mumkin emas. Chunki elektronlar xossalari jihatidan bir-biridan farq qilmaydi. Demak, elektronlarning chiziqli funksiyasi molekuladagi elektronlar har qaysi atomda ham bo'la olishi mumkinligini ifodalaydi. Atom orbitallar usuli bilan kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini tushuntirishda asosan quyidagi to'rtta shart nazarda tutiladi:

1. O'zaro birikuvchi atomlarda elektronlarning spinlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lishi kerak, chunki anti parallel spinli ikki elektron bir-biriga yaqinlashganda, ularning elektron bulutlari bir-birini qoplaydi. Natijada shu ikki elektron bir-biri bilan juftlashadi.

2. Bir-biriga ta'sir etuvchi atomlarning elektron bulutlari bir-birini qoplashi kerak.

3. Agar birikuvchi atomlardagi elektronlarning bulutlari o'zaro burchaklarga ega bo'lsa, birikish natijasida hosil bo'lgan molekulada ham atomlar yo'naluvchan valentliklar namoyon qiladi.

4. Valent bog'lanishlar hosil bo'lishida ayni atomning turli orbitallari gibridlana oladi.

Vodorod molekulasining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Ikki atom birikib molekula hosil bo'lishida kvant nazariyasini tatbiq qilish uchun ikki elektronning shunday chiziqli funksiyasi (φ) ni tanlab olish kerakki, hisoblash natijasida sistema eng kam energiyaga ega bo'lsin.

Agar "A" va "B" vodorod atomlari bir-biridan juda uzoqda turgan bo'lsa, u holda (1 va 2) elektronlarning harakati juda oz darajada o'zgaradi. Bu holda elektronlarning chiziqli funksiyasi alohida olingan φ_{A_1} va φ_{B_2} atomlar ko'paytmasiga

teng bo'ladi. Ikki atomdan tuzilgan sistemaning to'liq funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi = \varphi_{A_1} \cdot \varphi_{B_2}$$

φ funksiya elektronlarning sistemada bo'la olish ehtimolligini (koordinatsiyasi)ni ifodalaydi. Elektronlar bir xil bo'lgani uchun birinchi elektron (1) V atom yadrosi atrofida va ikkinchi elektron (2) A atom yadrosi atrofida harakatlanishi ham mumkin. U holda sistemaning to'liq funksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\varphi = \varphi_{B_1} \cdot \varphi_{A_2}$$

Bu ikki funksiya miqdori jihatidan bir-biriga teng.

Yuqorida keltirilgan tenglamalar asosida aniqlangan sistema energiyasi to'liq funksiyasining (E_k) grafik tasviri IV.9-rasmda ko'rsatilgan.

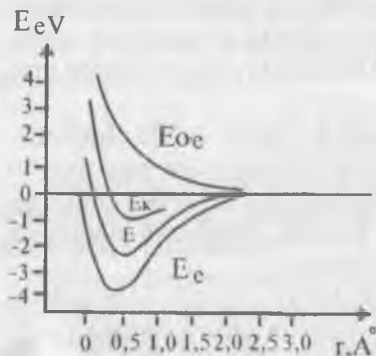
IV.9-rasmdan ko'rinib turibdiki, hosil bo'lgan vodorod molekulasi barqaror, lekin tajribada aniqlangan potensial energiya (e_{taj}) nazariy potensial energiyadan farq qiladi.

Geytler va Londan tajribada topilgan energiyani nazariy energiyaga yaqinlashtirish uchun sistemaning chiziqli kombinatsiya funksiyasini ifodalaydigan tenglamani taklif qildilar:

$$\varphi = C_1 \varphi_{A_1} \cdot \varphi_{B_2} + C_2 \varphi_{B_1} \cdot \varphi_{A_2}$$

Bu yerda, C_1 va C_2 — sistemaning to'liq funksiyasi minimal qiymatga ega bo'lgan vaqtidagi o'zgarish koeffitsiyentlar.

Bu tenglama asosida topilgan sistemaning energiya funksiyasi E E_k ga qaraganda tajribada topilgan energiya E_{taj} ga juda mos keladi. Bu tenglama ikki xil yechimga ega:



IV.9-rasm. Vodorod molekulasi potensial energiyasining o'zgarishi.

1. Agar $C_1 = C_2$ bo'lsa yoki $C_2 = -C_1$ bo'lsa, u holda elektronlarning to'liq funksiyasi ikki xil bo'ladi:

$$\varphi_S = C [\varphi_{A_1}; \varphi_{B_2} + \varphi_{B_1}; \varphi_{A_2}]$$

$$\varphi_A = C [\varphi_{A_1}; \varphi_{B_2} - \varphi_{B_1}; \varphi_{A_2}]$$

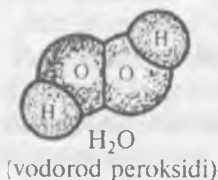
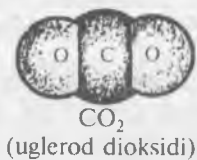
Birinchi funksiya φ_S yadro va elektronlarning koordinata o'qlariga nisbatan simmetrik funksiyasi, φ_A — antisimmetrik funksiya deb ataladi. φ_S va φ_A funksiyalar miqdori kvant sonlar bilan ifodalanadi.

Agar elektronlar molekulada simmetrik φ_S — funksiya bilan ifodalansa, har xil spinli kvant soniga ega bo'ladi, ya'ni elektronlarning harakati turli yo'nalishda anti parallel spinli bo'ladi.

Agar elektronlar molekulada antisimmetrik φ_A — funksiya bilan tavsiflansa, elektronlarning harakati parallel spinga ega bo'ladi. Bunday holatda elektronlar buluti yadrolar orasida zichlana olmaydi, yadrolar bir-biridan uzoqlashadi, natijada ikki atom o'zaro birikib molekula hosil qilmaydi.

Antiparallel spinga ega bo'lgan ikki elektron ikkala yadro o'rtasida harakatlana olishi mumkin. Natijada yadrolararo fazoda elektron bulutlarining zichligi ortadi. Ikki yadro orasida katta manfiy zaryadiga ega bo'lgan soha vujudga keladi va u musbat zaryadli yadrolarni jipslashtiradi. Demak, bir-biriga ta'sirlanuvchi atomlar orasida kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishini yadrolar orasida hosil bo'lgan elektron bulutlarning zichligi ortishi natijasida elektronlar potensial energiyasining kamayishi bilan tushuntirish mumkin. Masalan, antiparallel spinli ikki vodorod atomi bir-biriga yaqinlashib atomlararo masofa $r = 0,074$ nm ga yetganda sistemaning potensial energiyasi minimal qiymatga ega bo'lib, 4,48 eV ga teng bo'ladi. Demak, vodorod molekulasida bog'lanish uzunligi $r = 0,074$ nm va bog'lanish energiyasi 4,48 eV ga teng bo'ladi. Atomlardan molekula hosil bo'lishida energiya o'zgarishi bilan bir vaqtda elektron bulutlarning zichligi ham o'zgaradi. Agar vodorod molekulasi hosil bo'lganida bir atomning elektron bulutini ikkinchi atomning elektron buluti qoplamaganda edi, yadrolararo masofa 0,087 nm ga teng bo'lar edi. Bulutlar o'zaro qoplanishi sababli, bu masofa qisqaradi va 0,074 nm ga teng bo'ladi.

Demak, kimyoviy bog‘lanishning hosil bo‘lishida elektronlar buluti bir-birini qoplashi natijasida ularning zichligi ortadi, atomlararo masofa esa kamayadi. Murakkab moddalarning hosil bo‘lishini shunga asoslanib tushuntirish mumkin.



3-sxema. Keng tarqalgan ba‘zi birikmalar molekularining sxematik ko‘rinishi. Bulardan suv, uglerod monoksidi, uglerod dioksidi, vodorod peroksid, metan va etilen birikmalarga, kislород, ozon va vodorod esa molekularlarga kiradi.

IV.8. ATOMLARDA VALENTLIK HOLATLARI VA MAKSIMAL KOVALENTLIK

Elementlarning kovalent bog‘ hosil qilish xususiyati ularning **kovalentligi** deb ataladi. Kovalentlik yakka elektronli orbitallar sonigagina emas, balki ayni bog‘lanishda ishtirok etadigan barcha elektron orbitallar soniga bog‘liq. Kovalent bog‘lanish hosil bo‘lishida elektronlar bilan band bo‘lmagan

orbitallar va juft elektronli pog'onachalar soni katta ahamiyatga ega.

Har qaysi element o'ziga xos maksimal kovalentlik namoyon qiladi. Ko'p hollarda element atomining elektron konfiguratsiyasi asosida kutilgan kovalentligi uning tajribada kuzatiladigan kovalentligiga to'g'ri kelavermaydi. Bunda kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida yuzaga chiqadigan energiya o'zgarishlari ham nazarda tutiladi.

Tajribada kuzatiladigan valentliklarning paydo bo'lishini valent bog'lanish asosida ko'rib chiqamiz.

Vodorod. Normal holatda vodorod atomida birgina juftlanmagan elektron bor. Shuning uchun vodorodning kovalentligi birga teng:



Geliy. Bu element atomida birgina juftlangan elektron bor. Shuning uchun odatdagi sharoitda He nol valentlik namoyon qiladi:



Litiy. Bu element atomida ikkita juftlangan va bitta juftlanmagan elektron bo'lgani uchun u bir valentlidir:



Berilliy. Asosiy holatda 4 ta elektron bor:

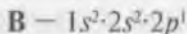


Berilliyning elektron konfiguratsiyasi uning nol valentli bo'lishini ko'rsatadi. Lekin tajriba berilliyning ikki valentli ekanligini tasdiqlaydi. Bunga sabab, berilliy atomi ma'lum miqdorda energiya yutgandan keyin, u qo'zg'alib, ikkinchi pog'onasidagi juft elektronlar yakkalangan holatga o'tadi:

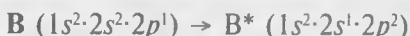


Bu holatda atomning valentligi ikkiga teng bo'ladi. Atomdagi elektronning qo'zg'alishi uchun zarur bo'lgan energiya kimyoviy bog'lanish hosil bo'lganda ajralib chiqadigan energiya hisobiga qoplanadi.

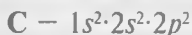
Bor atomi qo'zg'alman holatda ikkita juft va bir dona juftlashmagan elektronga ega:



Lekin bor atomi qo'zg'algan holatda uning 2s — orbitalidagi juft elektroni bir-biridan ajralib 2p — orbitalining bo'sh yacheykasiga, ya'ni juftlanmagan holatga o'tadi:



Bu holatga o'tganda uchta juftlanmagan elektron hosil bo'ladi. Shuning uchun bor o'zining kimyoviy birikmalarida uch valentlidir. Uglerod atomi normal sharoitda 2 ta juftlashgan va 2 ta juftlashmagan elektronlarga ega:



Lekin uglerod o'z birikmalarida ikki valentli bo'la olmaydi (hatto CO da ham ikki valentli bo'lmasdan, balki uglerodning oksidlanish darajasi ikkiga tengdir). Uglerod atomi qo'zg'algan holatda juftlashgan 2s orbitalidagi bir elektron 2p orbitaliga ko'chib o'tib, juftlanmagan holatga aylanadi. Natijada uglerod atomida 4 ta juftlanmagan elektron hosil bo'ladi:

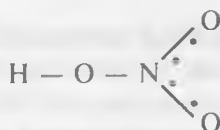
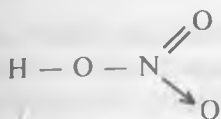


Shu sababli uglerod atomi kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida to'rt valentlik namoyon qiladi.

Azot. Azot atomining elektron tuzilishida uchta juftlashmagan elektron bor. Shuning uchun uning valentligi uchga teng.



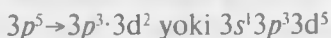
Azot atomi qo'zg'algan holatga o'tishi uchun, ya'ni, elektronlarni $n=3$ bo'lgan energetik pog'onachaga o'tkazish kerak. Ammo bu jarayon juda ko'p energiya talab qiladi va uni kimyoviy bog'lanish energiyasi qoplay olmaydi. Hatto nitrat kislotada ham 4 ta kovalent va 1 ta ion bog'lanish mavjud bo'lib, oksidlanish darajasi beshga teng.



Neon. Neon atomida toq elektronlar yo'q. Shuning uchun neonning kovalentligi nolga teng:

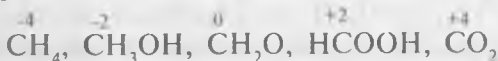


Demak, ikkinchi davr elementlarining kovalentligi, ya'ni ular hosil qila oladigan kovalent bog'lanishlar soni to'rttdan oshmaydi, bittali bo'lishi mumkin. Lekin uchinchi davr p — elementlarining kovalentligi 6 ga teng bo'lishi mumkin. Chunki III davr elementlari atomlarida bitta $3s^2$, uchta $3p$ va ikkita $3d$ orbitallari bog' hosil qilishda ishtirok eta oladi:



Katta davrlarning d -elementlarida valentlikning hosil bo'lishida sirtqi qavatlardagi beshta d -orbital, bitta s -orbital va uchta p -orbitallar ishtirok etadi. Shuning uchun bu elementlarning maksimal kovalentligi 9 ga teng bo'ladi. Maksimal kovalentlik f -elementlarda 9 dan ortiq bo'lishi mumkin.

Lekin kovalentlik (valentlik) bilan elementlarning oksidlanish darajalari orasida farq bor. Kovalentlik — kimyoviy bog'lanish, ya'ni atomlar uchun umumiy elektron juft hosil qilishda ishtirok etayotgan yakka elektronlar va taqsimlanmagan elektron juftlari soni bilan belgilanadi. Oksidlanish darajasi esa elektronlarning atomlardan elektrmanfiyligi kuchli bo'lgan atomlarga siljishi tufayli hosil bo'lgan rasmiy (formal) elektron zaryadlari bilan belgilanadi. Masalan, biz yuqorida uglerodning kovalentligi to'rtga tengligini ko'rib o'tgan edik, lekin uglerodning oksidlanish darajasi -4 dan $+4$ gacha o'zgaradi:



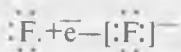
IV.9. KOVALENT BOG'LANISHNING DONOR-AKSEPTOR MEKANIZMI

Kovalent bog'lanishni hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi esa atomda bo'lishi shart emas.

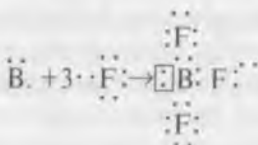
Elektronlar o'zaro birikuvchi atomlarining birida bo'lib, ikkinchi atomda bo'sh orbitallar mavjud bo'lsa, natijada bog'lanish hosil bo'lishi uchun o'zining elektron juftini beradigan atom yoki ion-**donor**, elektron juftni o'zining bo'sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki ion-**akseptor** deb ataladi.



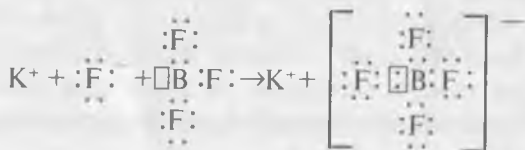
Bu reaksiyada kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Bu reaksiyada KF tarkibidagi manfiy zaryadli fluor ioni tashqi elektron qavatida 8 ta elektronga ega, chunki birikmada bir elektron birlashtirib juftlashgan, ya'ni:



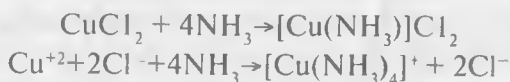
Bor atomi tashqi elektron qavatida 4 ta orbital bor. VF_3 hosil bo'lishida borning tashqi elektron qavatidagi 3 ta orbitalida elektronlar juftlashib, bitta orbitali esa bo'sh qolgan, ya'ni:



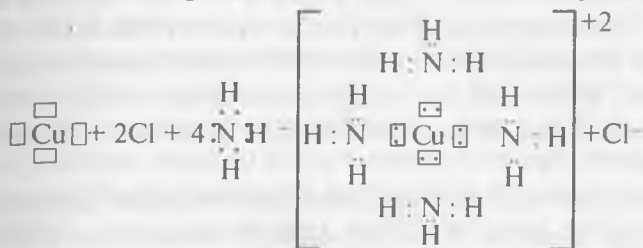
Manfiy zaryadli fluor ioni elektron juftini berib donor vazifasini bajarishi mumkin, bor atomi esa bo'sh orbitaliga elektron juftini joylashtirib akseptor vazifasini bajarishi mumkin. U holda kimyoviy birikma hosil bo'lishini quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



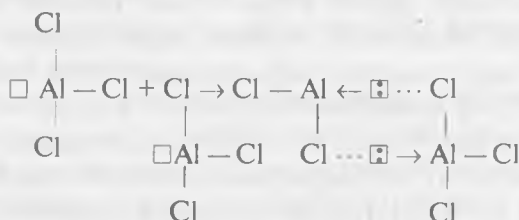
Ichki sferadagi ligandlar markaziy atomga koordinatsion birikishi natijasida hosil bo'ladigan kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmini ko'rib chiqamiz:



Bu yerda mis ioni to'rtta bo'sh orbitali bo'lgani uchun akseptor, ammiakning neytral molekulasida bir juft ortiqcha elektronlari bo'lgani uchun donor vazifasini bajaradi:



Ko'pgina metallarning galogenli birikmalari dimerlanishi yoki polimerlanishi natijasida ham ko'priksimon strukturali donor-akseptor bog'lanish hosil bo'ladi:



Agar donor-akseptor bog'lanish juft d- elektronlar hisobiga amalga oshsa, bunday bog'lanish dativ bog'lanish deyiladi. Ko'pchilik birikmalarda d-elementlarining atomlari akseptorlik rolini bajaradi. Ular o'zlariga elektron juftlarini qabul qiladi. Lekin d-element atomi turli kompleks birikmalarda o'zlaridan bir juft elektron berib, donorlik vazifasini ham o'tay oladi. Shu sababli d-element atomi bir vaqtda ham donorlik, ham akseptorlik vazifasini bajara oladi. Masalan, platina komplekslari $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ va $\text{K}_3[\text{Pt}(\text{NO}_2)_2\text{Cl}_2]$ ni ko'rsatishimiz mumkin. Bu yerda Pt ham donorlik, ham akseptorlik vazifasini bajara oladi.

IV.10. KOVALENT BOG'LANISH XUSUSIYATLARI

Kovalent bog'lanish *to'yinuvchanlik*, *yo'naluvchanlik*, *karralilik* va *qutblanuvchanlik* kabi xususiyatlarga egadir.

Ikkita vodorod atomi bir-biriga ta'sir etishi natijasida kovalent bog'lanib, vodorod molekulasini hosil bo'ladi. Vodorod molekulasini H_2 ga uchinchi vodorod atomi ta'sir etib, H_3 molekulasini hosil bo'lmaydi. Yoki CH_4 molekulasiga beshinchi vodorod atomi birikib CH_5 molekulasini hosil qila olmaydi. Kvant-mexanik nazariyasi bu hodisani tasdiqlaydi. Bu hodisa kovalent bog'lanishning **to'yinuvchanlik xossasi** deyiladi.

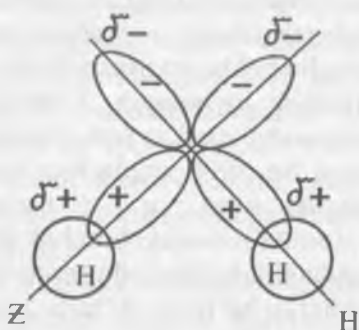
Atomlar orasida kovalent bog'lanish hosil bo'lganda bir atomdagi elektron bulutlari ikkinchi atomdagi elektron bulutlarini qoplaydi, natijada elektron bulutlarining zichligi ortadi. Elektron bulutlarining zichligi qancha yuqori bo'lsa, kimyoviy bog'lanish shuncha kuchli bo'ladi. Bir atomning s-elektroni ikkinchi atomning s-elektroni bilan bog' hosil qilganida hech qanday yo'naluvchan valentlik namoyon bo'lmaydi. Masalan, bir vodorod atomi ikkinchi vodorod atomiga qaysi tomondan yaqinlashmasin baribir ular orasida kimyoviy bog'lanish hosil bo'laveradi. Chunki s-elektronlarning to'lqin funksiyasi sferik (sharsimon)dir. To'lqin funksiyasi sferik bo'lmagan boshqa orbitallardagi elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida kovalent bog'lanish ma'lum darajada yo'naluvchanlik xossasini namoyon qiladi. Masalan, *p*-elektronlarning to'lqin funksiyasi o'zaro 90° burchak ostida joylashgan. Demak, atomlar orasidagi bog'lanish burchagi ham 90° ga teng bo'lishi kerak. Ammo ammiak molekulasini hosil bo'lishida azot o'zining uchta *p*-elektronlari bilan vodorodning s-elektronlarini bog'lab olib, aniq yo'nalishga ega bo'lgan 90° li bog'lanish hosil bo'lishi kerak edi. Haqiqatda esa azot va vodorod atomlari orasidagi bog'lanish burchagi $-107,3^\circ$.

Suv molekulasini hosil bo'lishida ham kislorodning *p*-elektronlari bilan ikkita vodorodning s-elektronlari bog' hosil qiladi. Atomlar orasidagi burchak 90° bo'lishi o'rniga $-104,5^\circ$ ni tashkil qiladi. Bunday holatlardagi nazariy bog'lanish burchagining haqiqiy bog'lanish burchagidan katta qiymatga ega bo'lishini Poling nazariy izohlab beradi.

Bu nazariyaga binoan suv molekulasida hosil bo'lishida, kislorod atomining u va z fazoviy tekisliklarda joylashgan $2p_u$ va $2p_z$ elektronlari ishtirok etadi. Bu holda elektron orbitallari bir-biriga nisbatan perpendikulyar joylashgan. Kislorod atomining p -orbitalidagi elektron bulutlari va vodorodning s -orbitalidagi elektron bulutlari bir-birini qoplash uchun vodorod atomi kislorod atomiga u va z o'qlari orqali yaqinlashishi kerak, u holda atomlar orasidagi burchak 90° ga teng bo'ladi. Lekin O—H bog'lanishda kislorod vodorodga nisbatan elektromanfiyligi kuchli bo'lgani uchun, ular orasidagi elektron juft kislorodga nisbatan siljigan bo'ladi. Shuning hisobiga vodorod atomi qisman musbat zaryadlanib $3p^3$ tipida gibridlanadi, vodorod atomlari bir-birini itaradi, natijada H—O—H orasidagi burchak kattalashadi. Xuddi shunday ammiak molekulasida hosil bo'lishida ham azot va vodorod orasidagi bog'lanish burchagining kattalashganini tushuntirish mumkin.

Mendeleyev davriy sistemasida joylashgan elementlarning atom radiuslari ortib borishi bilan birikmalari orasidagi bog'lanish burchagi ham 90° ga yaqinlashib boradi. Bunga sabab elementlarning atom radiuslari ortishi bilan, ularning elektromanfiyligi kamayib boradi, natijada vodorod atomlari bir-biriga kam ta'sir qilishi hisobiga bog'lanish burchagi 90° ga yaqinlashadi. Suv molekulasida elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida hosil bo'lgan bog'lanish IV.10-rasmda ko'rsatilgan.

Elektron orbitallarning gibridlanishi kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida muhim rol o'ynaydi. Uglerod atomi qo'zg'algan holatda kimyoviy bog'lanish hosil qilishida bitta s -va uchta p -elektronlar ishtirok etadi. Hosil bo'lgan to'rtta sp^3 -orbitaliga to'rtta vodorod elektroni kelib juftlashishi hisobiga kimyoviy bog'lanish fazoda o'zaro perpendikulyar ravishda joylanib, to'rtinchisi, ya'ni s -orbital ishtirokida hosil bo'lgan bog'lanish hech qanday yo'nalishga ega bo'lmasligi kerak edi. Lekin tajriba buni tasdiqlamaydi. Metan molekulasida uglerod atomi tetraedrning markazida joylashgan bo'lib,



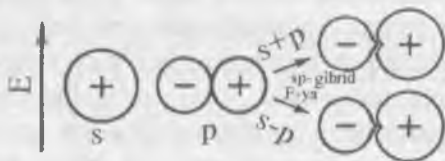
IV.10-rasm. Suv molekulasida elektron bulutlari bir-birini qoplashi natijasida bog‘lanishning hosil bo‘lishi.

atomlari simmetrik joylashgan, ya‘ni bog‘lanish burchagi 180° ni tashkil etadi. Bunday hodisani birinchi bo‘lib Sleyter va Poling nazariyasi tushuntirib berdi.

Bu nazariyaga muvofiq kimyoviy bog‘lanishning hosil bo‘lishida ishtirok etadigan turli energiyaga ega bo‘lgan orbitallar energiyalari orasidagi farq yo‘qoladi, ya‘ni gibridlangan orbital orqali ifodalash mumkin bo‘ladi.

Shunga muvofiq, turli orbitallarga mansub elektronlar ishtirokida kimyoviy bog‘lanishning hosil bo‘lishida bu elektron bulutlari bir-biriga ta‘sir ko‘rsatib o‘z shaklini o‘zgartiradi, natijada turli orbitallarning o‘zaro mujassamlanish mahsuloti — gibridlangan orbitallar hosil bo‘ladi (IV.11-rasm).

Gibrid orbital o‘zining kattaroq sohasi bilan boshqa atom bulutlarini ko‘proq qoplaydi, shuning uchun bu orbitallar

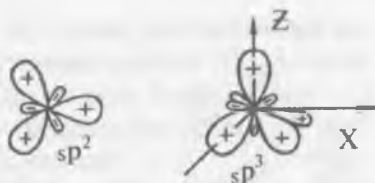


IV.11-rasm. p — gibridlangan orbitalning shakllanishi.

tetraedrning uchlarida vodorod atomlari turadi, sistema tamomila simmetrik shaklga ega bo‘ladi.

Berilliy xloridning hosil bo‘lishida berilliy atomidagi s - va p -orbitaldagi elektronlar kimyoviy bog‘lanishning hosil bo‘lishida ishtirok etadi. Molekulada esa $p-p$ va $s-p$ tipidagi turli tabiatli bog‘lanish hosil bo‘lishi kerak edi. Lekin BeCl_2 molekulasida xlor

hosil qilgan bog‘lanish barqaror bo‘ladi, elektron bulutlar esa tamomila simmetrik shaklni egallaydi. Erkin holatdagi atomlarning orbitallari hech qachon gibrirlanmaydi, gibrirlanish atomlardan molekular hosil bo‘lishida sodir bo‘ladi.



IV.12-rasm. sp^2 - va sp^3 -gibrid orbitallarining hosil bo‘lishi.

Bitta s-orbital, bitta p-orbital bilan qo‘shilganda hosil bo‘ladigan gibrid orbital 180° lik bog‘lanish hosil qiladi, u holda molekula chiziqli tuzilishga ega bo‘ladi (IV.12-rasm).

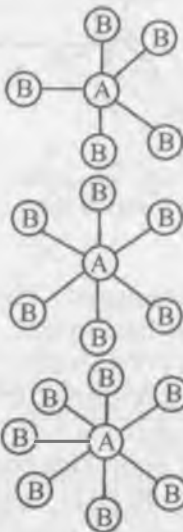
Agar bitta s-orbital bilan ikkita p-orbital gibrirlansa, sp^2 -gibrirlanish hosil bo‘ladi, ular orasidagi burchak esa 120° ni tashkil qiladi. Bunday gibrirlangan orbitallar ishtirokida hosil bo‘lgan molekularlarga BCl_3 , $B(CH_3)_3$, $B(OH)_3$ kabi birikmalar misol bo‘la oladi. Bu birikmalarda borning valentliklari o‘zaro 120° burchak hosil qiladi va uchala valentlik bir tekislikda yotadi.

Agar bitta s- orbital bilan uchta p-orbital o‘zaro ta’sirlashsa sp^3 -gibrirlanish hosil bo‘ladi, molekuladagi bog‘lanish burchagi $109^\circ28'$ ni tashkil qiladi. Bunday gibrirlanishni uglerod, kremniy va germaniy elementlarining birikmalarida uchratish mumkin. Masalan, CH_4 , $CHCl_3$, CF_4 , CCl_4 , $GeCl_4$, $SiCl_4$. Bunday gibrirlangan orbitallar hosil bo‘lishi ikki xil energiya:

- a) orbitallardagi bog‘lanish energiyasi,
- b) elektron spinlari harakati natijasida qayta guruhlanish hisobiga bir-biriga ta’sirlashishidagi elektrostatik itarilish energiyasi bilan tavsiflanadi.

Gibrirlanish uchun sarf bo‘lgan har ikkala energiya kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo‘ladigan energiya hisobiga qoplanadi.

Agar gibrirlanishda d- orbitallar ishtirok etsa, u holda molekular shakli quyidagicha bo‘ladi:



sp^2d — trigonal bipiramida — element atomi 4 valentlik;

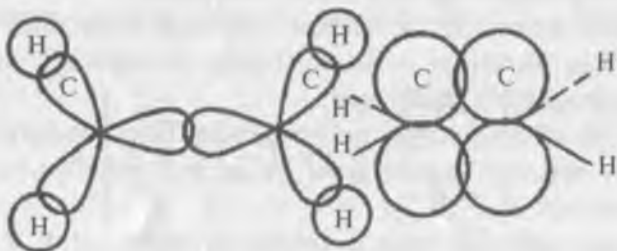
sp^3d^2 — oktaedr — element atomi 6 valentlik;

sp^3d^3 — pentogonal bipiramida — element atomi 7 valentlik.

Kovalent bog‘lanishning karralilik xossasi. O‘zaro birikuvchi atomlar orasida birgina valent chiziq bilan tasvirlanadigan

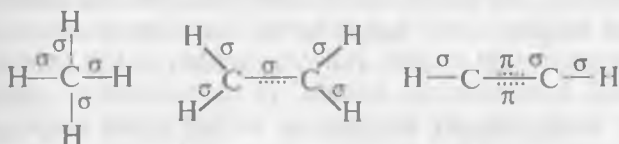
yakka bog‘lanish hosil bo‘lishida, elektron bulutlari o‘sha atomlarning yadrolararo eng yaqin to‘g‘ri chiziq bo‘ylab, ya‘ni x — o‘qi bo‘yicha bir-birini qoplasa, bunday bog‘lanish σ — bog‘lanish deb ataladi. Barcha yakka bog‘lanishlar asosan σ — bog‘lanishdir.

Molekulalardagi x -o‘qi bo‘ylab hosil bo‘ladigan σ — bog‘lanishdan tashqari, elektron bulutlari bir-birini x o‘qiga perpendikulyar yo‘nalishda, ya‘ni y o‘qi bo‘ylab ham qoplay oladi. Natijada hosil bo‘lgan bog‘lanish π — bog‘lanish deb ataladi.



IV.13-rasm. Etilendagi σ -va π -bog‘lanish.

Har ikkala bog'lanishning bir vaqtda hosil bo'lishiga **kovalent bog'lanishning karralilik xossasi** deyiladi (IV.13-rasm). Atomlardagi d — elektronlarning magnit kvant sonlari — 2 ga teng bo'lganda d_{xy} va $d_{x^2-y^2}$ — orbitallar ishtirokida hosil bo'lgan bog'lanish σ **bog'lanish** deb ataladi. Delta bog'lanish kompleks birikmalarda, tuzlarning kristall gidratlarida uchraydi:



IV.11. MOLEKULAR ORBITALLAR USULI

Atom orbitallar usuli ba'zi moddalar elektron orbitallarining gibridlanishi orqali tuzilishini, molekulalarda valentliklarning yo'nalishini va ko'pgina moddalarning molekulyar shaklini izohlab berdi. Lekin elektron juftlar yordamisiz bog'lanishlarning hosil bo'lishini tushuntira olmadi.

XIX asrning oxirida Tomson vodorod molekulasini elektronlar bilan bombardimon qilib, tarkibidagi bir dona elektron hisobiga H_2^+ tarkibli ion hosil bo'lganini isbotlagan.

Hosil qilingan H_2^+ ioni barqaror zarrachadir. Demak, ikki yadro bir-biri bilan birgina elektron orqali birika oladi, ya'ni bir elektronli bog'lanishlar hosil bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, atom tuzilishi nazariyasiga muvofiq tarkibida toq elektronlari bo'lgan atomlar yoki molekularning magnitga tortilishi aniqlangan. Binobarin, qattiq holatdagi kislorod valent bog'lanish nazariyasiga muvofiq tuzilgan elektron formulasida juft elektronlari bo'lishi kerakligiga qaramay magnitga tortilishi kuzatilgan. Demak, valent bog'lanish nazariyasi qattiq holatdagi kislorod molekulasining tuzilishini izohlay olmadi. Erkin radikallar, benzol va aromatik birikmalarning tuzilishini ham valent bog'lanishlar nazariyasi orqali tushuntirib bo'lmaydi.

Bu hodisalarni tushuntirish maqsadida, molekula hosil bo'lishida toq elektronlar rolini ko'rsatadigan molekulyar orbitallar nazariyasi yaratildi. Bu nazariyada har qaysi elektron molekuladagi barcha yadrolar ta'sirida bo'lgan va ko'p markazli molekulyar orbitallarni egallagan bo'ladi deb hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda molekulyar orbitallarni keltirib chiqarishda atom orbitallarning chiziqli kombinatsiya usuli ko'p qo'llaniladi. Bu usulga binoan biror elektronning molekulyar to'liq funksiyasi molekulani tashkil etgan barcha atomlardagi elektronlarning to'liq funksiyalaridan kelib chiqadigan chiziqli kombinatsiya asosida, ya'ni molekulyar orbitallar ta'sir funksiyalarini molekulani tashkil etgan atomlarning funksiyalarini o'zaro qo'shish yoki ayirish natijasida topiladi.

Tarkibida bitta elektron va ikkita yadro bo'lgan molekulaning elektron harakatini quyidagi ikki funksiya bilan ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= C_1(\varphi_A + \varphi_B) \\ \varphi_2 &= C_2(\varphi_A - \varphi_B)\end{aligned}$$

Bunda, φ_1 — simmetrik funksiya, φ_2 — antisimmetrik funksiya, C_1 va C_2 — o'zgarmas koeffitsiyentlar.

φ_A va φ_B — ayni elektronning yadroga oid funksiyalari.

Agar elektronning harakati antisimmetrik funksiya bilan ifodalansa, u holda elektron bulut yadrolar orasida zichlasha olmaydi, natijada yadrolar bir-biridan uzoqlashadi, ikki yadro va bir elektron o'zaro birikib molekula hosil qilmaydi.

Demak, antisimmetrik funksiya bilan ifodalanadigan orbital kimyoviy bog'lanish hosil qilmaydi. Shuning uchun bunday orbitalni bo'shashtiruvchi orbital (qisqacha, bo'sh orbital) deyiladi. Bunday molekulyar orbitalda 2 ta yadro oralig'ida elektron zichligi juda ham kichik bo'ladi. Shuning uchun bunday orbitallar molekulaning turg'unligini kamaytiradi.

Agar elektron harakati simmetrik funksiya bilan ifodalansa, elektron buluti yadrolar orasidagi joyda zich holatni egallaydi, natijada yadrolar bir-biriga tortiladi va ular o'zaro birikadi. Hosil bo'lgan molekulyar orbital — **bog'lovchi orbital** deb ataladi. Molekulaning barqaror yoki barqaror emasligi

uning tarkibidagi bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektron orbitallarining nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi. Molekulyar orbitallar usulida molekula tarkibidagi elektronlarning o'zaro ta'siri e'tiborga olinmaydi. Atomda har qaysi elektron s , p , d , f harflari bilan belgilanadigan atom orbitallari orqali ifodalangani kabi molekulada ham har qaysi elektron molekulyar orbitallar bilan belgilanadi. Molekulyar orbitallar σ , π , θ va φ harflari bilan belgilanadi.

Molekulyar orbitaldagi elektron energiyasi ayni orbitalning tashqi magnit maydoni yo'nalishiga, ya'ni magnit kvant soniga ham bog'liq, shuning uchun molekulyar kvant son λ kiritilgan.

Agar $\lambda = 0$ bo'lsa, σ — bog'lanish 2 ta bo'ladi,
 $\lambda = \pm 1$ bo'lsa, π -bog'lanish 4 ta bo'ladi,
 $\lambda = \pm 2$ bo'lsa, σ -bog'lanish 4 ta bo'ladi.

Molekulyar orbitallarning elektron bilan to'lib borishi ham Pauli prinsipiga, Gund va Klechkovskiy qoidalariga bo'ysunadi.

Molekulyar orbitalda kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi bog'lanish tartibi N bilan tavsiflanadi:

$$N = n_{\text{bog}'} - n_{\text{bo'sh}} / 2$$

Bu yerda, $n_{\text{bog}'}$ — bog'lovchi, $n_{\text{bo'sh}}$ — bo'shashtiruvchi orbitaldagi elektronlar soni.

Agar N ning qiymati noldan katta qiymatga ega bo'lsa, u holda ikkita atom ta'sirlashganda molekularlar hosil bo'ladi. Agar N ning qiymati nolga teng bo'lsa yoki noldan kichik bo'lsa, u holda ikkita atom ta'sirlashganda molekula hosil bo'lmaydi. Molekulyar orbitallar usuli bilan molekula hosil bo'lishini quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz.

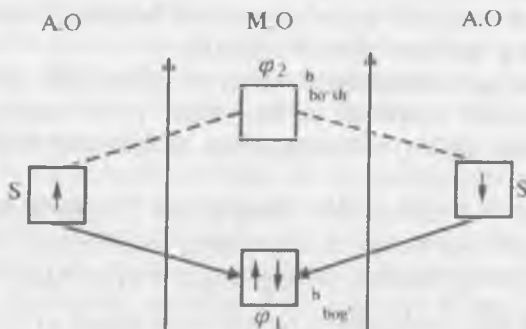
Vodorod molekulasi



Ikkita vodorod atomi o'zaro birikib H_2 hosil qilganda ikkala atomning $1s$ orbitallaridan ikkita molekulyar orbital kelib chiqadi. Bu orbitallarning biri bog'lovchi, ikkinchisi bo'shashtiruvchi orbitallar bo'lib, H_2 hosil bo'lganda ikkala $1s^2$ elektronlar bog'lovchi orbitalga joylashadi (IV.14-rasm).

Vodorod molekulasidagi bog'lovchi orbital [(1s) va (1s)]dan paydo bo'lgan faqat bitta kimyoviy bog'lanishga muvofiq kelib, bog'lanish tartibi birga teng bo'ladi:

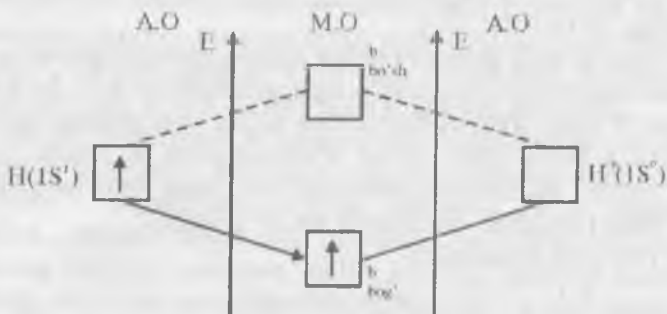
$$N = \frac{n_{bog'} - n_{bo'sh}}{2} = \frac{2-0}{2} = 1$$



IV.14 -rasm. Vodorod molekulasining hosil bo'lishi.

Molekulyar vodorod ionining hosil bo'lishi: $H + H^+ \rightarrow H_2^+$

Vodorodning 1s orbitalidan hosil bo'lgan molekulyar orbitalni $\delta_{bog'}$ 1s shaklida ifodalaymiz (IV.15-rasm).



IV.15-rasm. Molekulyar vodorod ionining hosil bo'lishi.

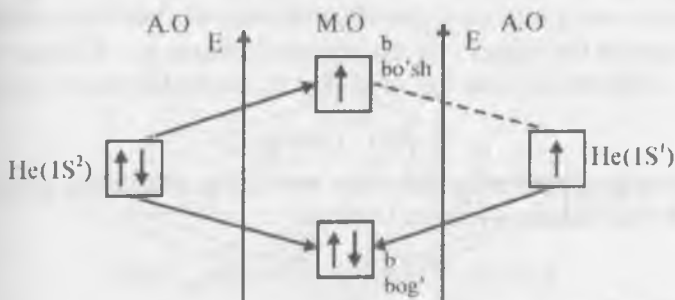
Demak:



H^+ — zarrachasidagi birgina ($1s$) elektron shu orbitalni egallagan bo‘ladi. Bo‘shashtiruvchisi bo‘sh holda turadi.

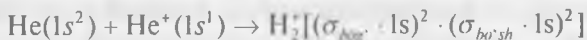
Molekulyar geliy ioni va molekulasining hosil bo‘lishi. Molekulyar geliy ioni He_2^+ da uchta $1s$ elektron ishtirok etadi.

Molekulyar geliy He_2^+ ionida bitta bog‘lovchi orbitalga ikkita elektron, bitta bo‘shashtiruvchi orbitalga bitta elektron joylashadi (IV.16-rasm).



IV.16-rasm. Molekulyar geliy He_2^+ ionining hosil bo‘lishi.

Demak,



Bog‘lanish tartibi $N > O$ bo‘ladi. Shuning uchun haqiqatda molekulyar geliy He_2^+ ioni mavjuddir.

Geliy molekulasida — He_2 esa bitta bog‘lovchi va bitta bo‘shashtiruvchi orbitalga geliy atomidagi ikkitadan elektronlar borib joylashadi:



Bu yerda bog‘lanish tartibi nolga teng bo‘lganligi uchun geliy molekulasida He_2 mavjud emas. Chunki elektronlar bilan to‘lgan bo‘shashtiruvchi orbital, bog‘lovchi orbital ta‘sirini yo‘q qilib yuboradi.

Davriy sistema ikkinchi davr elementlari molekulasidagi hosil bo‘lishini tushuntirishda, atomlar birinchi qavatidagi elektronlar kimyoviy bog‘lanishning hosil bo‘lishida

ishtirok etmaydi deb faraz qilamiz. U holda atomdagi p- elektronlarning magnit kvant sonlari $\lambda=0$ va $\lambda=1$ bo'lishi sababli bu elektronlar molekulada σ - va π -orbitallarga joylanishi mumkin. Ya'ni:

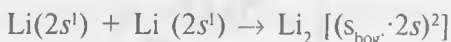
$$\begin{aligned} \lambda=0 \quad \sigma=2 \\ \lambda=\pm 1 \quad \pi=4 \end{aligned}$$

Bu yerda ham elektronlarning taqsimlanishida Pauli prinsipi, C_sind va Klechkovskiy qoidalariga rioya qilinadi, ya'ni energiyaning minimumga intilish prinsipi o'z kuchini saqlaydi. Yuqorida keltirilgan mulohazalarni misollarda ko'rib chiqamiz.

Litiy molekulasida Li₂ ning ikki Li atomidan molekulyar



orbitallari hosil bo'lishida litiy atomining orbitallari ishtirok etib bog'lanishni yuzaga keltiradi:

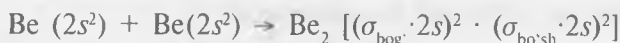


Bog'lanish tartibi:

$$N=2-0/2=1$$

Demak, litiy molekulasining Li₂ mavjudligi ma'lum.

Berilliy atomlarining o'zaro ta'sirida 2s² elektronlar bog'lanishda ishtirok etadi:



Berilliy molekulasining hosil bo'lishida bitta σ_{bog} va $\sigma_{\text{bo'sh}}$ orbitallar elektronlar bilan to'ladi.

Bog'lanish tartibi:

$$N = \frac{2-2}{2} = 0 \quad \text{ga teng.}$$

Demak, berilliy molekulasida bog'lovchi orbitallar ta'sirini bo'shashtiruvchi orbitallar yo'q qilib yuboradi. Natijada bog'lanish ro'y bermaydi. Haqiqatdan ham berilliy molekulasida mavjud emasligi isbotlangan.

Bor molekulasining hosil bo'lishida atomlardagi 2s² va 2p¹ elektronlar molekulyar orbital hosil qilishda ishtirok etadi:

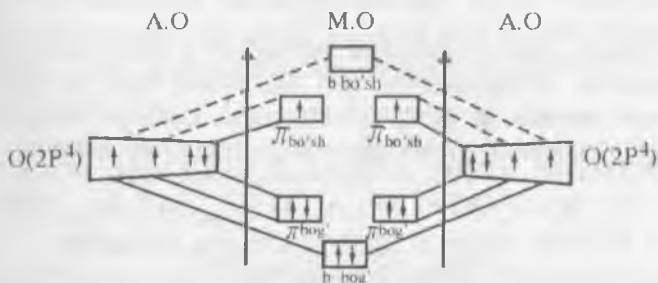


Bog'lanish tartibi:

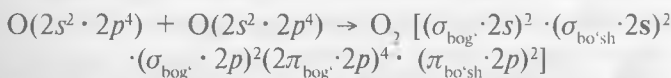
$$N = 6 - 0/2 = 3 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Demak, ikkita bor atomining o'zaro ta'siri natijasida molekula hosil bo'ladi. Haqiqatan ham bor molekulasini mavjudligini tajribada tasdiqlangan.

Kislorod molekulasining hosil bo'lishida atomlarning $2s^2 \cdot 2p^4$ elektronlari ishtirok etadi (IV.17-rasm).



IV.17-rasm. Kislorod molekulasining hosil bo'lishi.



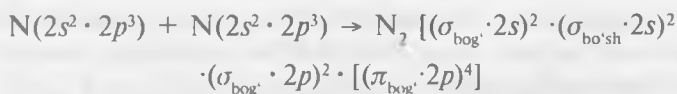
Bog'lanish tartibi:

$$N = 8 - 4/2 = 2 \text{ bo'ladi.}$$

Kislorod molekulasining 2π bo'sh orbitalida faqat ikkita p -elektron bor, va holanki bu orbitalda 4 ta elektron ham bo'lishi mumkin edi. Shu sababli Gund qoidasiga binoan ikkita 2π , bo'shashtiruvchi orbitalda $2p$ -elektron parallel spinnlarga ega bo'lishi kerak. Bu hol Pauli prinsipiga zid emas. Chunki elektronlardan birining magnit kvant soni $\lambda = -1$ va ikkinchisidiki $\lambda = +1$ dir. Shunday qilib, molekulyar orbitallar usuli kislorod molekulasida ikkita toq elektron borligini nazariy izohlab berdi. Shuning uchun kislorod qattiq holatda magnitga tortiladi. Ko'pgina hollarda atomlarni bir-biriga ta'sir etishi tufayli bog'lanish vujudga kelishida ishtirok

etayotgan orbitallarning tabiatiga qarab hosil bo'lgan molekularning o'xshashliklarini tavsiflash mumkin.

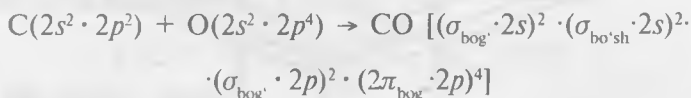
Masalan: azot molekulasining hosil bo'lishida atomning $2s^2 \cdot 2p^3$ elektronlari ishtirok etadi:



Azot molekulasida bog'lanish tartibi uchga teng:

$$N = 8 - 2/2 = 3$$

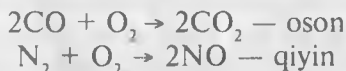
Demak, azot molekulasini mavjud va u nihoyatda mustahkamdir. Lekin uglerod (II) oksidining hosil bo'lishida uglerod atomining $2s^2 \cdot 2p^2$ elektronlari, kislorod atomining $2s^2 \cdot 2p^4$ elektronlari molekula hosil qilishda ishtirok etadi:



Uglerod (II) oksid molekulasining hosil bo'lishida bog'lanish tartibi

$$N = 8 - 2/2 = 3 \text{ ga teng.}$$

Agar azot molekulasining hosil bo'lishidagi tenglama bilan uglerod (II) oksid molekulasining hosil bo'lishidagi tenglamani taqqoslasak, har ikkala tenglamada hosil bo'lgan bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitallarda joylashgan elektronlar o'xshash bo'lganligi sababli, azot molekulasini bilan uglerod (II) oksid molekulasini kimyoviy xossalari jihatidan ham bir-biriga o'xshashdir. Masalan:



Molekulyar orbitallar usuli yordamida yanada murakkab molekularning tuzilishini to'g'ri talqin qilish mumkin.

Murakkab moddalarda kimyoviy bog'lanishning bir necha turlarini uchratish mumkin. Masalan, mis (II) sulfat tuzi kristallgidrat bo'lgani uchun tarkibida besh molekula suv

saqlaydi, ya'ni $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yoki $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ko'rinishda yozish mumkin. Bu tuz quyidagicha dissotsilanadi:



Demak, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ioni bilan SO_4^{2-} ioni orasida ionli bog'lanish mavjud bo'lsa, Cu^{2+} ioni bilan to'rtta suv molekula orasida donor-akseptor bog'lanish, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ bilan bir molekula suv orasida esa vodorod bog'lanishlar borligini kuzatish mumkin. Bu modda tarkibiga kirgan vodorod bilan kislorod orasida esa qutbli kovalent bog'lanish, oltingugurt atomi bilan kislorod atomlari orasida esa, qutbsiz kovalent bog'lanish bor.

IV.12. MOLEKULALARNING DIPOL MOMENTI

Qutblangan molekullarda atomlar orasida elektr zaryadlari teng taqsimlanmaganligi sababli molekula simmetrik bo'lmaydi, manfiy va musbat zaryadlarning markazlari bir nuqtaga to'g'ri kelmaydi. Manfiy va musbat zaryadlar teng bo'lib, markazlari bir nuqtada bo'lmagan har qanday sistema dipol deb ataladi. Shu sababdan qutbli molekullar ham dipol bo'ladi.

Qutblangan molekulada qutblar bir-biridan qancha uzoq bo'lsa, qutblanganlik shuncha yuqori bo'ladi. Qutblar orasidagi masofa **dipol uzunligi** deb ataladi. Dipol uzunligining zaryadga ko'paytmasi **dipol momenti** deyiladi:

$$\mu_{\text{dip}} = e \cdot l$$

bu yerda: μ_{dip} — dipol momenti; e — zaryad, elektrostatik birlik; l —dipol uzunligi, sm.

Qutblanmagan molekullarda $l=0$ bo'lsa, dipol momenti $\mu_{\text{dip}}=0$ bo'ladi. Birikmalarda dipol momenti ortgan sari ular ion bog'lanishli birikmalarga yaqinlashadi.

Quyidagi jadvalda ba'zi birikmalarning dipol momenti ko'rsatilgan:

Qutblangan molekullar	Dipol momenti	Qutblanmagan molekullar	Dipol momenti
H ₂ O	$1,84 \cdot 10^{-18}$	CO ₂	0
SO ₃	$1,60 \cdot 10^{-18}$	CS ₂	0
NH ₃	$1,46 \cdot 10^{-18}$	N ₂	0
H ₂ S	$1,10 \cdot 10^{-18}$	H ₂	0
HCl	$1,03 \cdot 10^{-18}$	O ₂	0
HBr	$0,79 \cdot 10^{-18}$		
HJ	$0,38 \cdot 10^{-18}$		

Dipol momenti vektor kattaligidir. Agar molekulada bir qancha qutbli bog'lanish bo'lsa, u holda molekulaning umumiy dipoli alohida olingan bog'lanishlar dipollarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi.

IV.13. MOLEKULALARARO TA'SIR KUCHLARI

Hozirgi vaqtda molekullari birikmalar, qattiq, suyuq va gazsimon moddalarning tuzilishini va hosil bo'lishini kovalent, ion va metall bog'lanish nuqtayi nazaridan tushuntirish murakkabligicha qolmoqda.

Bunga misol tariqasida inert gazlarni ko'rsatish mumkin.

Bu elementlarning atomlari sferik simmetriyaga va barqaror elektron konfiguratsiyaga (ns^2 , np^6) ega bo'lganligi uchun yuqorida aytilgan kimyoviy bog'lanishlarni hosil qila olmaydi. Mutlaq nol temperatura atrofida inert gazlar suyuq va qattiq holatga o'tkazilganda atomlarning bir-biriga ta'sir kuchlarini kuzatish mumkin. Moddalardagi bunday ta'sir Van-der-Vaals kuchlari va vodorod bog'lanish hisobiga vujudga keladi. Demak, qattiq, suyuq va gaz holatidagi fazada zaryadlanmagan atom va molekullar orasida hosil bo'ladigan tortishish kuchini oddiy valent bog'lanish tushunchasi asosida tushuntirib bo'lmaydi. Bunday kuchlar mavjudligini quyidagi faktlar tasdiqlaydi;

1) oddiy gazlarning ideal emasligi. Gazlarning ideal holati Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$PV = RT$$

bu yerda: V — molyar hajm, P — bosim, T — mutlaq temperatura, R — gaz universal doimiysi.

Ideal bo'lmagan gazlarda o'zaro tortishish kuchi ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun yuqoridagi tenglamaga o'zgartirish hadlari kiritildi:

$$(P + P_1) \cdot (V - B) = RT$$

bu yerda: V — molyar hajm, B — molekularning hajmlarini va ma'lum masofadagi o'zaro tortilish kuchini hisobga oladigan o'zgartirish koeffitsiyenti, P_1 — ichki bosim hosil bo'lishidagi molekularning o'zaro tortishuvini hisobga oladigan had. Bu qo'shimchalarni birinchi bo'lib 1873-yilda Van-der-Vaals kiritgan.

2) Joule-Tomson effekti.

Gaz g'ovak to'siqdan o'tganda o'z hajmini kengaytirsa, buning hisobiga temperatura pasayadi. Bu hodisani gaz hajmining kengayishi va molekular tortishish kuchining kamayishi bilan izohlash mumkin;

3) oddiy valent bog'lanish hosil qila olmaydigan inert gazlar tortishish kuchi hisobiga energiya ajratib chiqarishi, suyuq va qattiq faza hosil qilib kondensatlanishi mumkin.

Van-der-Vaals kuchlari quyidagi xususiyatlarga ega:

a) Van-der-Vaals kuchlari oddiy valent bog'lanishdan kuchsiz. Masalan: xlor molekulasining atomlarga ajralish energiyasi (ya'ni kovalent bog'lanish energiyasi) — $2,34 \cdot 10^5$ J/mol ga, kristall holdagi xlorning sublimatsiyalanish (to'g'ridan-to'g'ri suyuqlanmasdan bug' holatga o'tishi) energiyasi — $2,52 \cdot 10^4$ J/mol ga teng.

b) Van-der-Vaals kuchlari oddiy valent bog'lanishga o'xshab to'yinuvchanlik namoyon qila olmaydi.

Demak, ikkita A va B atomlari orasidagi tortishish kuchi boshqa atomlarning bo'lishiga bog'liq emas. Masalan, A, B, C atomlarining ta'sir etish energiyasini, A va B atomlari ta'sir etish energiyasiga AC va BC atomlarining ta'sir etish nazariyasini qo'shib hisoblash mumkin.

Van-der-Vaals kuchlarining hosil bo'lish sabablarini quyidagicha tushuntirish mumkin.

Buning sababi, birinchidan, molekulada dipol momentining bo'lishidir. Bu holatda ikkiga dipolning oddiy elektrostatik tortishishi natijasida uchinchi kuchsizroq bo'lgan ta'sir kuchi hosil bo'ladi.

Bu hodisani 1912- yili V. Keyezom quyidagicha izohlab berdi: ikkita bir xil zaryadli qutblar molekulalari dipollar bilan itarilishadi, har xil zaryadli qutbli molekulalar esa tortishadi. Ya'ni ikkala molekula turli zaryadli qutblari bilan oriyentatsiyalanishga harakat qiladi. Bunday holatda o'zaro itarilish kuchi ma'lum miqdorda kompensatsiyalanadi. Shuning hisobiga molekulalar orasida doimiy dipollar ta'sirida qo'shimcha tortishish kuchi — oriyentatsion kuch hosil bo'ladi, molekulalar yaqinlashadi, natijada bir-biriga tortila boshlaydi.

Zaryadlarning bir-biriga ta'sirini ko'pgina hollarda energiya (ya'ni zaryadlarni bir-biridan batamom ajratish uchun sarf bo'lgan energiya) miqdori bilan ifodalash qabul qilingan. Bunday ta'sir natijasida hosil bo'lgan o'rtacha energiya miqdori

$$U_{or} = \frac{-2\mu^4}{3r^6 kT} \quad \text{yoki} \quad U_{or} = \frac{2\mu^4 \cdot N_0}{3RT \cdot r^6} \quad \text{ga teng.}$$

Bu yerda; μ — dipol momenti, τ — dipollar markazi orasidagi masofa, K — Bolsman doimiysi ($1,380 \cdot 10^{-16}$ erg/g), T — mutlaq temperatura.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, oriyentatsion effekt issiqlik energiyasi o'zgarishining teskari qiymati bo'lgani uchun mutlaq temperaturaga teskari proporsionaldir.

Ikkinchidan, Van-der-Vaals kuchlarining hosil bo'lishiga sabab, molekulalarni o'rab turgan induksion dipollar bilan molekulalarning qutblanishi orasida ta'sir kuchining vujudga kelishidir. Agar molekula dipol momentiga yoki zaryadga ega bo'lsa, u holda qo'shni molekulani siljitishga harakat qiladi, shu ta'sir hisobiga doimiy hosil qilingan dipollar

o'rtasida tortishish vujudga keladi. Bir vaqtning o'zida qo'shni molekulalarning qutblari ta'sirida har bir molekulaning deformatsiyasi ham vujudga keladi. Bu deformatsiya natijasida vujudga kelgan dipollarning o'zaro hisobiga hosil bo'lgan kuch **induksion kuch** deyiladi va u molekulalarning o'zaro tortishuviga olib keladi. Bu kuchlarning orientatsiyalanishi molekulalararo ta'sir kuchining o'tishiga bog'liq bo'ladi. Demak, molekulalarning qutblanishi ikki effekt natija-sidir, ya'ni qutblanish — orientatsiyalanish — defor-matsiyalanish. Zaryadlangan molekula qo'shni molekulaning dipol momentini $1/r^2$ ga proporsional induksiyalaydi. Bu yerda, r —molekulalar orasidagi masofa. U holda zaryadlangan molekula bilan induksion dipol orasidagi ta'sir energiyasi $1/r^4$ ga proporsional bo'ladi.

Dipollangan molekulaning qo'shni molekula dipol momentini induksiyalashi $1/r^3$ ga proporsionaldir. Shuning uchun dipol energiyasining induksion dipolga ta'siri $1/r^6$ ga o'zgaradi.

Qutblangan molekula bilan dipol ta'siri natijasida qo'shni molekulalar induksiyalanganda hosil bo'lgan qo'shimcha energiya Debay energiyasi yoki induksion ta'sir energiyasi deb ataladi. Agar molekulaning dipol momenti — μ bo'lsa, molekulalar orasidagi masofa r — bo'lsa, qutblanish — α bo'ladi. U holda Debay energiyasi (yoki induksion energiya) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$U_{\text{ind}} = \frac{2\alpha \cdot \mu^2}{6}$$

Qutblangan va qutblanmagan molekulalar ta'sirida hosil bo'lgan energiyaning Debay energiyasidan farqi shuki, birinchi navbatda, qutblanmagan molekulada induksion dipol hosil bo'ladi, bu dipol qutblangan molekula dipollariga ta'sir ko'rsatadi.

Bu ikki faktor Van-der-Vaals kuchlarini tavsiflashda katta rol o'ynashiga qaramay H_2 , Cl_2 , N_2 , CH_4 va boshqa moddalar qattiq yoki suyuq holatda bo'lishi sababini izohlab bera olmaydi.

Shuning uchun atomlar bilan qutblanmagan molekulalar tortishish kuchi va qutblangan molekulalar ta'siri natijasida hosil bo'lgan qo'shimcha effekt dan tashqari uchinchi effekt

bo'lishi kerak. Bu effektini 1930-yili London quyidagicha tushuntirib beradi.

Atom-molekulyar tuzilish nazariyasiga binoan hamma zarrachalar mutlaq nol temperaturada ma'lum miqdorda energiyaga ega bo'ladi. Bu energiya miqdorini Geyzenbergning noaniqlik prinsipi orqali tushuntirish mumkin. Aks holda, eng quyi nuqtada potensial energiya miqdori, atom va molekulalarning joylashgan o'rni aniq ma'lum bo'lishi kerak. Bu esa Geyzenbergning noaniqlik prinsipiga zid keladi. Shuningdek, elektronlar orbital bo'ylab yadroga nisbatan doimiy harakatda bo'lishi va har qanday atomda musbat va manfiy zaryadlarning markazi bir-biriga to'g'ri kelmasligi hisobiga dipol hosil bo'ladi. Bu dipolning yo'nalishi tez o'zgaradi. Bu o'zgarish miqdori og'ir atomlarda zaryadlarning yo'nalishi bilan tenglashadi, shuning uchun ularda dipol nolga teng bo'ladi. Agar bu o'zgarishni ayni fursatda suratga olinsa (masalan, geliy atomida), yadro atrofidagi elektronlarning nosimmetrik joylashganini ko'ramiz. Bunday notekis joylashish qisqa vaqt ichida hosil bo'lgan dipolni ro'yobga chiqaradi. Bunday dipol ikkinchi atomda ham sodir bo'ladi va dipollar o'z navbatida bir-biriga xuddi Debay effekti yoki induksion effekt kabi ta'sir ko'rsatadi. Bu esa sistema energiyasining kamayishiga olib keladi. Bu ta'sir juda kuchsiz bo'lib uni **dispersion energiya** yoki **London energiyasi** deb ataladi va miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$U_{\text{dis}} = \frac{-3hV_0 \cdot \alpha^2}{4r^6}$$

Bu yerda, $h\nu_0$ — har qaysi molekula yoki atomning mutlaq temperaturadagi energiyasi.

Mutlaq nol temperaturadagi energiya $h\nu_0$ taxminan atomning ionlanish energiyasi I ga teng. U holda yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_{\text{dis}} = -\frac{3I \cdot \alpha^2}{4r^6}$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan ko'rinadiki, zaryadlangan atomlarni molekulalardan ajratish uchun ma'lum

miqdorda energiya sarf qilish kerak. Bu energiya ta'sirlanish energiyasini ifodalaydi. Ta'sir kuchini hisoblab topish uchun tenglamani " r " ga nisbatan differensiallash kerak.

Shunday qilib, yuqorida keltirilgan uchta faktor yordamida Van-der-Vaals kuchini, hisoblab topish mumkin. IV.1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, simmetrik joylashgan atomlar yoki molekulalarda dispersion kuch mavjud. Bu kuch kam qutblangan molekulardagi atomlarda yuqori, ko'p qutblangan molekula yoki atomlarda past bo'ladi. Ko'p qutblangan molekula yoki atomlarda oriyentatsion effekt yuqori bo'ladi.

IV.1-jadval

Turli molekula va atomlardagi Van-der-Vaals kuchlari

Atom yoki molekula	Dipol momenti, $M \cdot 10^{18}$ el-st.sm	Qutblanuvchanlik, $\alpha \cdot 10^{24}$ sm ³	Ionlanish energiyasi, I	Oriyentatsiyalanish energiyasi	Induktion energiyasi	Dispersion ta'sir energiyasi
He	0	0,20	39,25	0	0	1,2
Ar	0	1,63	24,67	0	0	52
Xe	0	4,00	18,42	0	0	217
CO	0,12	1,99	22,91	0,0034	0,057	67,5
HCl	1,03	2,63	21,95	18,6	5,4	105
NH ₃	1,50	2,21	25,63	84	10,0	93
H ₂ O	1,84	1,48	28,84	190	10,0	47

Agar yuqoridagi tenglamalardagi o'zgarmas qiymatlarni birlashtirsak, molekulalararo tortishish energiyasini ifodalaydigan quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$U_{\text{int}} = -\frac{n}{r^6}$$

bu yerda:

$$h = \frac{2\mu^2 N_0}{3RT} = 2\alpha \cdot \mu^2 + \frac{3\alpha^2 \cdot h\nu_0}{4}$$

Agar molekular orasida masofa juda kichik bo'lsa, itarilish kuchi hosil bo'ladi:

$$U_{it} = m/r^{12}$$

Bu yerda, m — o'zgarmas itarilish konstantasi. Itarilish kuchi molekulararo masofa kichiklashgan sari juda tez ortib boradi. U holda molekular orasidagi umumiy ta'sir kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

$$U = U_{\text{tot}} + U_{it}$$

yoki

$$U = -\frac{h}{r^6} + \frac{m}{r^{12}}$$

IV.14. IONLARNING QUTBLANISHI

Bir-biriga qarama-qarshi zaryadlangan ionlar ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bu ta'sir natijasida ionlar o'zaro deformatsiyalanadi yoki qutblanadi. Turli zaryadlangan ionlarning bir-biriga yaqinlashishi natijasida elektronlar yadroga nisbatan siljishi hisobiga induksion dipol μ_{ind} hosil bo'ladi. Bunday holatda kation anionga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Anion maydoni bilan elektron orbitallarning va musbat zaryadlangan kation maydonning bir vaqtning o'zida yadrodan itarilishi deformatsiyalanishga olib keladi. Bir vaqtning o'zida xuddi shunday anion kationga ta'sir qiladi. Kationning radiusi kichik bo'lgani uchun deformatsion effekt miqdori ozroq bo'ladi.

Qutblanish ikki jarayon bilan: birinchidan — ionlarning qutblanishi; ikkinchidan — qutblash xususiyatlari bilan tavsiflanadi. U holda induksion dipol momenti ion zaryadini dipol uzunligiga ko'paytirib topiladi:

$$\mu = l \cdot r \text{ yoki } \mu = \alpha \cdot E$$

bu yerda, E — kuchlanish maydoni, α — qutblanish. Kulon qonuniga muvofiq kuchlanish maydoni quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$E = \frac{e}{r^2}$$

u holda,

$$I = \frac{\alpha e}{r^2}$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, ionlarning qutblanish birligi I sm^3 zarrachalar egallagan maydonni ifodalaydi. Demak, qutblanishni taxminan $\alpha = r^3$ orqali ifodalash mumkin. U holda $r = 10^{-8}$ sm bo'lsa, $\alpha \approx 10^{-24}$ sm^3 ga teng bo'ladi.

Bizga ionlarning qutblanishi, ularning elektron tuzilishiga, zaryadiga va radiusiga bog'liqligi, ya'ni yadro bilan tashqi qavatda joylashgan elektronlar eng kam kuch bilan bog'langanligi ma'lum. Shuning uchun ionlarning qutblanishi tashqi qavatda joylashgan elektronlarning deformatsiyasi, ya'ni har qaysi bir-biriga ta'sirlanayotgan ionlarning tashqi qavatidagi elektronlarining yadroga nisbatan siljishi natijasida sodir bo'ladi.

Agar ionlar bir xil zaryadli va radiuslari bir-biriga yaqin bo'lsa, u holda:

a) eng kam qutblanish inert gazlar ionlarida bo'lishi mumkin;

b) qutblanish tashqi qavatda 18 ta elektroni bo'lgan ionlarda eng katta qiymatga ega bo'ladi;

d) qutblanish d — orbitallari elektronlar bilan to'lmagan ionlarda o'rtacha qiymatga ega bo'ladi. Qo'shimcha gruppacha elementlari ionlarining qutblanishi ortib boradi, chunki elektron qavatlarining ortishi tashqi qavatdagi elektronlarning atomdan ortishiga chiqib ketishiga olib keladi, bu esa yadroning ichki qavatdagi elektronlarga nisbatan ta'sirini kuchaytirishi natijasida orbitallarning deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi.

Agar element turli zaryadli ionlar hosil qilsa, zaryad ortib borishi bilan qutblanish kamayib boradi, chunki ion radiusi kamayib boradi. Ba'zi ionlarda, masalan, Mg^{2+} , Na^+ ,

F-, O²⁻ da qutblanish yadro zaryadi kamayishi bilan ortib boradi, chunki bu elementlarning elektron qavatlarini bir xil, shuning uchun yadro zaryadi kamayishi bilan qutblanuvchanlik ortadi.

Demak, musbat ionning zaryadi qancha katta, radiusi qancha kichik va elektronlar orbitallarda mustahkam joylashgan bo'lsa, qutblovliligi shuncha yuqori bo'ladi. Anionlarning o'lchami katta, zaryadi kichik bo'lganligi, ularni kationga nisbatan qutblash xossasi xos bo'lmagani uchun qutblanish bir tomonlama bo'ladi, deb qarash mumkin. Shunday qilib, ionlarning qutblanishini Y. Fayansning to'rt qoidasi asosida tushuntirish mumkin:

- a) kationning qutblash xossasi yuqori bo'lishi uchun uning radiusi u qadar katta bo'lmagligi;
- b) anion radiusi katta bo'lishi;
- d) kation va anion zaryadi katta qiymatga ega bo'lishi;
- e) kationning elektron konfiguratsiyasi inert gazlar konfiguratsiyasiga o'xshash bo'lmagligi kerak, chunki bunday konfiguratsiyali kation minimal qutblanuvchanlik xossasiga ega bo'ladi.

Ikki tomonlama ionlarining qutblanishi kristallar mustahkamligining buzilishiga olib keladi, ya'ni suyuqlanish temperaturasi pasayadi. Temperatura ortishi bilan qutblanish xossasi ham ortadi, chunki temperaturaning ortishi ionlarning tebranishini kuchaytiradi. Ionlarning bir-biriga yaqinlashishi esa modda strukturasi o'zgartirishga, ya'ni polimorfizm hodisasiga olib keladi.

IV.15. VODOROD BOG'LANISH

Vodorod kuchli elektromanfiy element bilan biriksa, qo'shimcha kimyoviy bog'lanish hosil bo'ladi. Shuning uchun vodorodning koordinatsion soni ikkiga teng bo'ladi. Bunday holatda vodorod atomi ikkita zarracha orasida "ko'priq" vazifasini bajaradi.

Hosil bo'lgan qo'shimcha bog'lanish asosiy kovalent bog'lanishdan birmuncha kuchsiz bo'ladi. Chunki qo'shimcha bog'lanish kimyoviy va molekulalararo bog'lanishlar o'rtasida

sodir boʻladi. Bunday bogʻlanish **vodorod bogʻlanish** deyiladi. Vodorod bogʻlanish 1880-yilda M.A. Ilinskiy va N.I. Beketovlar tomonidan aniqlangan. Vodorod atomining s — orbitalida bitta elektroni bor. Birinchi kovalent bogʻlanish hosil boʻlishi bilan s — orbital toʻyinadi va vodorod oʻzgarmas bitta kovalent bogʻlanish hosil qiladi, chunki $2s$ va $2p$ orbitallar juda katta energiyaga ega boʻlgani uchun ishtirok eta olmaydi. Shunga asosan ikkinchi vodorod bogʻlanish alohida oʻrin tutadi. Vodorod bogʻlanishning hosil boʻlishida vodorod atomidan elektronlarni maʼlum darajada siljishi natijasida zarrachalarining xossalari keskin oʻzgaradi.

Birikmalarda vodorod bilan kimyoviy bogʻlanishda ishtirok etayotgan element atomlarining oʻlchamlari qanchalik kichik va shu sababli elektromanfiyligi qancha yuqori boʻlsa, vodorod bogʻlanish shu qadar mustahkam boʻladi. Shuning uchun vodorod, ftor va kislorod bilan ancha kuchli, xlor va oltingugurt bilan kuchsizroq bogʻ hosil qiladi. Masalan, vodorod bogʻlanish energiyasi faqat atomlarning elektromanfiyligi hisobiga yuzaga kelganda quyidagi qiymatlarga teng boʻladi (vodorod bogʻlanish nuqtalar orqali ifodalangan):

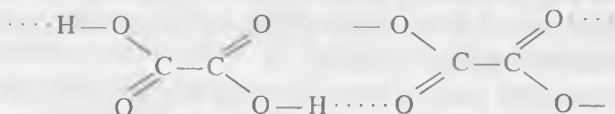
H.....	F	-41840 J/mol
H.....	N	-8368 J/mol
H.....	O	-20920 J/mol
H.....	S	-7531 J/mol

Vodorod bogʻlanish energiyasi nazariy jihatdan hisoblangan qiymatidan birmuncha farq qiladi. Bunga sabab shuki, vodorod bogʻlanishning hosil boʻlishida elektrostatik taʼsirlardan tashqari, vodorod bogʻlanishning donor-akseptor mexanizmi (elektronlarning delokalizatsiyalanishi) sodir boʻladi. Shuning uchun vodorod bogʻlanishning hosil boʻlishini va yoʻqolishini elektrostatik taʼsir orqali tushuntirib boʻlmaydi. Vodorod bogʻlanish energiyasi miqdori va uzunligi oddiy molekulalararo bogʻlanish bilan kovalent bogʻlanish oraligʻidagi miqdorga teng. Bunday bogʻlanish molekulalarni hosil qilish uchun yetarli boʻladi. Vodorod bogʻlanish oson

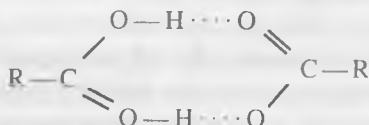
uzilishi va tezda qayta hosil bo'la olishi bilan oddiy kovalent bog'lanishdan farq qiladi. Quyida vodorod bog'lanishga misollar keltiriladi:

1. KHF_2 kristalidagi ($\text{F} - \text{H} - \text{F}$) — anioni chiziqli tuzilishga ega bo'lib, vodorod atomi fluor atomlari o'rtasiga joylashgan.

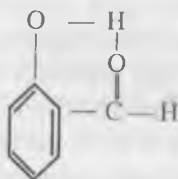
2. Oksalat kislotasi kristalidagi vodorod bog'lanishni quyidagi mexanizm bilan tushuntirish mumkin:



Bunday holatda $\text{O} - \text{H} \cdots \cdots \text{O}$ orasidagi masofa kichik (0,25 nm) bo'lsa, vodorod esa kislorod atomlari o'rtasiga simmetrik joylashmagan bo'ladi. Karbon kislotalarning dimerlarida vodorod bog'lanish birmuncha barqarordir, shuning uchun u suyuq holatda ham saqlanadi:



3. Aldegidlarda ichki vodorod bog'lanishning hosil bo'lishi kuzatiladi. Buni aromatik aldegidlarda ko'rish mumkin:



Ichki vodorod bog'lanish ko'pgina organik birikmalarda kuzatiladi. Ko'pgina hollarda bunday bog'lanishni tebranish xossalari, ya'ni potensial energiya o'zgarishi keltirib chiqaradi.

Takrorlash uchun material

Bobning qisqacha mazmuni. Ushbu bobda atomlarning birikishidan hosil bo'luvchi bog'lar masalasi tahlil qilinadi. Ion bog'lanish, kovalent bog'lanish, metall bog'lanish, vodorod bog'lanish va ularning mohiyati ko'riladi. Oktet nazariyasiga ahamiyat beriladi, valent (Lyuis) strukturasi, ikkilamchi va uchlamchi bog'larning hosil bo'lishi misollarda ko'riladi. Elektrmanfiylik, oksidlanish darajasi, qaytarilish kabi jarayonlarning mohiyati ochiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad: Bob o'qib chiqilgach, talabdan quyidagilarni bilib olish talab qilinadi:

1. Ixtiyoriy element atomidagi valent elektronni aniqlab, uning valent strukturasi yozish, valentlikni tushunib olish, bog'lar energiyasi mohiyatini tushunib yetish.

2. Elektrmanfiylik mohiyatini to'la tushunib yetish, uni misollarda ko'rsata olish.

3. Ionli va molekulyar tenglamalar tuza olish, yarimreaksiyalar tenglamalarini qo'sha olish va elektronlar sonini hisoblay olish.

4. Molekula va molekulyar ionlardagi atomlar uchun oksidlanish darajalarini belgilay olish.

Mashqlar

1. Valent elektronlarni nuqtalar orqali belgilab Ca, Se, B, Br va Si atomlari simvollarini yozing.

2. Quyidagi har bir ion uchun tashqi elektron konfiguratsiyani belgilang: a) Mn^{+4} , Os^{+2} ; b) Cu^{+} , d) Na^{+} , e) Cr^{+3} , f) Rb^{+2} .

3. Anionlar radiuslarining kationlar radiuslaridan kattaligini tushuntirib berishga harakat qiling.

4. Galogenlar qatorida ularning atom yadro zaryadi raqami belgilari orta borishi bilan elektrmanfiyligi kamayishini tushuntiring.

5. Quyidagi moddalarning har biri uchun ikki variantdagi nomlarni bering: a) NF_3 , Cr_2O_6 , NbO_5 , SeO_2 , P_2Cl_6 , TiF_3 .

Test savollari

1. Quyidagi keltirilgan molekularning qaysi birida "p" bog'lanish mavjud bo'lmaydi?

A) CO; B) N₂; D) CH₄; E) C₂H₄; F) C₂H₂.

2. Quyidagi molekularning qaysi birida dipol momenti nolga teng bo'ladi?

A) H₂O; B) NO₂; D) CO₂; E) CCl₄; F) HCl.

3. Quyidagi ionlardan qaysi birining markaziy atomida gibridlanishga moyillik kam?

A) SiO₄⁴⁻; B) PO₄³⁻; D) SO₄²⁻; E) ClO⁻; F) CrO₄²⁻.

4. Quyidagi molekularning qaysi birida sp³ d² gibridlanish kuzatiladi?

A) SF₆; B) XeF₄; D) ClF₃; E) JF₇; F) HF.

5. Quyida keltirilgan vodorodli birikmalarning qaysinisida markaziy atomning gibridlanishga intilishi kuchli namoyon bo'ladi?

A) CH₄; B) SiH₄; D) SnH₄; E) PbH₄; F) AlH₃.

6. Quyidagi birikmalarning qaysi birida kremniyning valentligi to'yinmagan hisoblanadi?

A) SiF₄; B) SiH₄; D) (SiO₂)_n; E) [SiF₆]²⁻; F) SiO₄²⁻.

7. Quyidagi elementlarning qaysi biri elektrmanfiylik xossasini kuchli namoyon qiladi?

A) O; B) N; D) Cl; E) S; F) J.

8. Quyidagi atomlarning qaysi biri donor-akseptor mexanizm bo'yicha kimyoviy bog'lanish hosil qilishi mumkin?

A) Cs; B) N; D) Na; E) Ca; F) Mg.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri yuqori qaynash temperaturasiga ega?

A) HF; B) NCl; D) Ar; E) H₂O; F) HJ.

10. Uglerod monoksidida nechta «σ» bog'lanish mavjud?

A) 0; B) 1; D) 2; E) 3; F) 4.

11. Quyidagi birikmalarning qaysi birida kovalent bog'lanish maksimal qiymatga ega?

A) H₂S; B) AlH₃; D) NaH; E) PH₃; F) KH.

KIMYOVIY TERMODINAMIKA

Termodinamika issiqlik energiyasi bilan boshqa xil energiyalar orasida bo'ladigan munosabatlar haqidagi ta'limotdir. Termodinamika so'zi *grekcha terme* — issiqlik va *dinamis* — kuch so'zlaridan olingan bo'lib, uning ma'nosi issiqlik bilan bog'liq bo'lgan kuchlar to'g'risidagi fanni anglatadi. Uning vazifasi turli sistemalarning xossalari va ularda bo'layotgan jarayonlarni o'rganishdan iborat. Kimyoviy termodinamika umumiy termodinamikaning bir qismi bo'lib, termodinamika qonun va qoidalarning kimyoviy jarayonlarda qo'llanishini tekshiradi. Shunga ko'ra, umumiy termodinamikaning ba'zi qoida, tushuncha va nomlanishlarini qisqacha eslatib o'tamiz.

Termodinamika uch bo'limdan iborat bo'lib, birinchi bo'lim qonunini boshqa bo'limning qonunidan keltirib chiqarib bo'lmaydi. Shunga ko'ra, har qaysi bo'lim alohida qonun deb ataladi. Shunday qilib, termodinamika uchta: birinchi, ikkinchi va uchinchi qonunlardan iborat. Har qaysi qonunning o'ziga xos postulati bo'lganligidan ba'zan bu bo'limlar to'g'ridan-to'g'ri 1,2,3-postulatlari deb ham ataladi.

Birinchi qonun 1842-yilda R. Meyer tomonidan, ikkinchi qonun birinchidan oldin — 1824-yilda S. Karno tomonidan va uchinchi qonun esa 1912-yilda Nernst tomonidan kashf etilgan va ta'riflangan. Tabiatda ko'p uchraydigan erish, sovish, isish, oksidlanish-qaytarilish, kristallanish, kondensatlanish, galvanik jarayonlarning termodinamika qonunlari asosida talqin qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Umumiy termodinamikani o'rganishdan avval shu bo'limda keng qo'llanadigan **sistema** deb ataluvchi tushuncha bilan tanishamiz. Tashqi muhitdan amalda yoki fikran ajratib olingan va bir-biriga ta'sir etib turadigan moddalar yoki jismlar gruppasi **sistema** deb ataladi. Biror asbobda, chunonchi kolbada, probirkada, sovitgich mashinalarda, rektifikatsion kolonkalarda, atom reaktorlarida bo'layotgan turli kimyoviy hamda fizikaviy jarayonlar o'ziga xos mustaqil turli sistemalarda ro'y berayapti deb hisoblanadi. Sistemaning fizik va kimyoviy xususiyatlari majmuasi shu sistemaning holati deb ataladi.

Bu xossalardan birortasining o'zgarishi boshqalarining ham o'zgarishiga sabab bo'ladi, chunki ular o'zaro turli qonunlar asosida bog'langan bo'ladi. Termodinamika moddalarning xossalari energetik jihatdan tavsiflaydi. Uning birinchi qonuni energiyani saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining xususiy ko'rinishi bo'lib, energiya xillari orasida sifat va miqdoriy munosabatlarning borligini ko'rsatadi. Termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq, alohida olingan sistemada energiyani umumiy miqdori o'zgarmaydi, energiya yo'qolib ketmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Bu qonunni R.Meyerdan oldin birinchi marta 1748-yilda M.V. Lomonosov bayon etgan edi. XIX asrning o'rtalarida mexanik ishning issiqlik va issiqlikning mexanik ishga aylanishi ustida olib borilgan juda aniq tajribalar va ularning natijalari hamda undan keyingi tekshirishlar mexanik energiyani issiqlikka aylanishi mumkinligini ko'rsatdi. 1847-yilda Gelmgols "energiyaning saqlanish prinsipi"ni umumiy tarzda quyidagicha ta'rifladi: **alohida olingan (ajratilgan) sistemaning umumiy energiyasi o'zgarishsiz qiyamatga ega bo'ladi. U yo'qdan bor bo'lmaydi va yo'qolib ham ketmaydi.** Termodinamikaning bu qonuniga binoan, yo'qdan energiya olib abadiy ishlaydigan mashinani qurib bo'lmaydi. Shu vaqtgacha termodinamikaning birinchi qonuniga zid keladigan birorta ham misol uchramagan.

Energiya yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Agar biror jarayon davomida energiyani bir turi yo'qolsa, uning o'rniga ekvivalent miqdorda bir turi paydo bo'ladi. Bu qonunning matematik ifodasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\Delta U = Q - P\Delta V$$

Bunda: ΔU — sistemaning ichki energiyasi, Q — sistemaga berilgan issiqlik miqdori, P — sistemaning bosimi, V — sistema hajmining o'zgarishi, $P \cdot \Delta V = A$ bo'lganligi uchun, $\Delta U = Q - A$ ko'rinishda ham yozish mumkin.

Har qanday jism ma'lum energiya miqdoriga egadir. Jismda bo'lgan barcha energiya **jismning umumiy energiyasi** deyiladi. Jismning umumiy energiyasi kimyoviy termodinamikada sistemaning **ichki energiyasi** deb ataladi. Sistemaning ichki energiyasi undagi molekulalarning o'zaro tortilish va itarilish,

ilgarilanma va aylanma harakat, molekula ichida atom va atomlar gruppasi tebranish, atomlarda elektronlarning aylanish, atom yadrosida bo'lgan va hokazo energiyalar yig'indisiga teng. Ichki energiya sistema holatini bildiradi. Sistemaning ichki energiyasi moddalarning xiliga, ularning miqdoriga, bosim, temperatura va hajmga bog'liq.

Jismdagi ichki energiyaning mutlaq miqdorini o'lchab bo'lmaydi, masalan, biz kislorod yoki vodorod molekulasi ichki energiyasining umumiy miqdorini bila olmaymiz, chunki modda har qancha o'zgarmasin, u energiyasiz bo'la olmaydi. Shuning uchun amalda jismning holati o'zgargan vaqtda ichki energiyaning kamayishi va ko'payishinigina aniqlaymiz. Masalan, 2 hajm vodorod bilan 1 hajm kislorod aralashmasining ichki energiyasini U_1 bilan ifodalaylik. Aralashmani elektr uchquni yordamida portlatib, suv bug'i hosil qilaylik. Uning ichki energiyasini U_2 bilan ifodalaymiz. Aralashma portlagach, sistemada ichki energiya U_1 dan U_2 ga o'zgaradi:

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

Bunda: ΔU — ichki energiyaning o'zgarishi; uning qiymati faqat U_1 va U_2 larga, ya'ni sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq, ammo sistema bir holatdan ikkinchi holatga qay usulda o'tganligiga bog'liq emas.

Ma'lumki, kimyoviy sistemalardagi har qanday energetik o'zgarishlar energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

$$Q = \Delta U + A.$$

Agar bosim doimiy ($P = \text{Const}$) bo'lsa, hajm o'zgarishi hisobiga ish bajariladi va shunga ko'ra

$$A = P(V_2 - V_1) = P \cdot \Delta V$$

bo'ladi, bunda ΔV — sistema hajmining o'zgarishi $A = P \cdot \Delta V$ bo'lgani uchun (VI) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$Q_p = \Delta U + P \cdot \Delta V,$$

bunda: Q_p — reaksiyaning o'zgarish bosimdagi issiqlik effekti. Bundan:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \text{ va } \Delta V = V_2 - V_1.$$

Shunga asosan:

$$Q_P = (U_2 - U_1) + P(V_2 - V_1) = U_2 - U_1 + PV_2 - PV_1 = \\ = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$$

$$Q_P = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$$

Tenglamadagi $U + PV$ — kattalik sistemaning **entalpiyasi** (issiqlik tutumi) deyiladi va "H" harfi bilan belgilanadi. $U + PV = H$ bo'lgani uchun: $U_2 + PV_2 = H_2$ va $U_1 + PV_1 = H_1$. Bu holda (2) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = H_2 - H_1 = \Delta H$$

Issiqlik yutish bilan sodir bo'ladigan endotermik reaksiyalar uchun ΔH musbat ishoraga ega bo'lib, $\Delta H > 0$ bo'ladi. Issiqlik chiqarish bilan sodir bo'ladigan ekzotermik reaksiyalarda esa ΔH manfiy ishora bilan yoziladi. $\Delta H < 0$ bo'ladi. Masalan: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

$\Delta H = -875,4 \text{ kJ}$ — ekzotermik reaksiya.

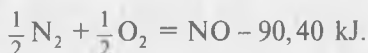


$\Delta H = +158,3 \text{ kJ}$ — endotermik reaksiya.

Demak, entalpiyaning o'zgarishi bosim doimiy bo'lganda sistemaga beriladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini bildiradigan termodinamik funksiyadir. Kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etuvchi moddalarning xossalari o'zgaribgina qolmay, balki sistemaning energiyasi o'zgarishi natijasida issiqlik ajralib chiqadi yoki yutiladi.

Kimyoviy reaksiyalar natijasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ko'rsatib yoziladigan kimyoviy tenglamalarga **termokimyoviy tenglamalar** deyiladi. Termokimyoviy tenglamalar massa va energiyaning saqlanish qonunlariga rioya qilib tuziladi. Reaksiya natijasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori Joul yoki kJ larda ifodalanadi ($1 \text{ kkal} = 4,18 \text{ kJ}$). Kimyoviy reaksiya vaqtida ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdori reaksiyaning **issiqlik effekti** deyiladi va ΔH_p bilan belgilanadi.

Oddiy moddalar (elementlar)dan 1 mol murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori moddalarning **hosil bo'lish issiqligi** deyiladi. Hosil bo'lish issiqligi $\Delta H_{h.b}^0$ bilan belgilanadi. Hosil bo'lish issiqligi har doim normal sharoitda (273K da va $101,325 \text{ kP}$ bosimda) 1 mol modda uchun hisoblanadi, shuning uchun termokimyoviy tenglamalarda kasr koeffitsiyentlar ham qo'yiladi, masalan:



Moddalarning hosil bo'lish issiqliklari qiymati, ularning agregat holatiga ham bog'liq bo'ladi. Shunga ko'ra, termokimyoviy tenglamalarda moddalarning agregat holatlari ham ko'rsatib yoziladi. Hozirgi kunda standart sharoitda 8000 dan ortiq murakkab moddalarning hosil bo'lish issiqliklari tajriba yo'li bilan aniqlangan. Masalan, suvning bug' ($\Delta H_{298}^0 \text{H}_2\text{O}_{\text{bug}} = 241,84 \text{ kJ}$) hosil bo'lish issiqligi suyuq holatdagi suvning hosil bo'lish issiqligi esa $\Delta H_{298}^0 \text{H}_2\text{O}_{\text{suYuq}} = 285,4 \text{ kJ}$ ga teng. Shunga ko'ra, hosil bo'lish issiqliklari qiymati ko'rsatilganda $\Delta H_{298 \text{ h.b}}^0$ bilan birga moddalarning agregat holatlarini ko'rsatuvchi quyidagi belgilar ham yoziladi. Gaz holdagi modda — g bilan, suyuq holdagi modda — s bilan, qattiq holdagi modda — q bilan ifodalanadi.

Termodinamika qonuniga muvofiq reaksiya vaqtida issiqlik ajralib chiqsa, sistemaning issiqlik tutimi kamayganligi sababli, reaksiyaning issiqlik effekti manfiy ($-$) ishora bilan, issiqlik yutilsa musbat ($+$) ishora bilan ko'rsatiladi. Demak, reaksiyaning termodinamik issiqlik effekti ΔH termokimyoviy issiqlik effekti Q_p ning teskari ishora bilan olingan qiymatiga tengdir:

$$-\Delta H = Q_p \text{ yoki } \Delta U = -Q_p$$

Kimyoning termokimyoyo bo'limi reaksiyaning issiqlik effektlari va ularning turli faktorlar bilan qanday bog'langanligini o'rganadi. Termokimyoyo ikkita asosiy qonun va ulardan kelib chiqadigan natijalardan iborat. Bu bo'limning asosiy qonunlaridan biri Gess qonuni hisoblanadi. Energiyaning

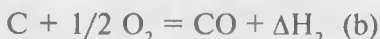
saqlanish qonuni, ya'ni termodinamikaning birinchi qonuni rus olimi G.I. Gess tajribalari asosida 1840-yilda ta'riflangan: "Kimyoviy reaksiyalarning o'zgarmas hajmi va o'zgarmas bosimdagi issiqlik effekti sistemaning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, jarayonning borish yo'liga, qanday oraliq bosqichlar orqali o'tganligiga bog'liq emas. Termokimyoning amalda ko'p tatbiq qilinadigan bu muhim qonuni yana quyidagicha talqin qilinishi ham mumkin: "Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonning qanday usulda olib borilishiga bog'liq emas, balki faqat reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq". Keltirilgan ta'riflarning isboti misolida CO_2 gazi C va O_2 dan ikki xil yo'l bilan bevosita, uglerod va kislorodning birikishi hamda CO hosil bo'lishi orqali olinishi mumkin. Bu yerda Gess qonuniga muvofiq CO_2 hosil bo'lish issiqlik effekti ΔH_1 barcha bosqichlarda kuzatiladigan issiqlik effektlarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

Darhaqiqat, CO_2

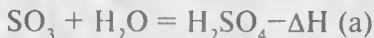


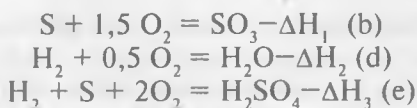
reaksiyasi yordamida bir bosqichda yoki quyidagi



reaksiyalar orqali ikki bosqichda hosil qilinishi mumkin. (b) va (d) tenglamalar qo'shilsa (a) tenglama kelib chiqadi. Demak, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ bo'ladi. Tajribada $\Delta H_1^0 = -393,3$ kJ/mol, $\Delta H_2^0 = -111,3$ kJ/mol va $\Delta H_3^0 = -282,8$ kJ/mol ekan-

ligi aniqlangan. Shular asosida CO_2 ning hosil bo'lish issiqligi $\Delta H_1 = -\Delta H_2 + \Delta H_3 = 111,3 + (-282,8) = -394,1$ kJ/mol ga tengligini topamiz. Yana bir misol: Gess qonunini tatbiq etib SO_3 va H_2O dan H_2SO_4 hosil bo'lish reaksiyasining issiqlik effektini hisoblaymiz:





Bunda: ΔH_1 , ΔH_2 , ΔH_3 — SO_3 , H_2O , H_2SO_4 larning hosil bo'lish issiqliklari. Agar (e) tenglamadan (b-d) ni olib tashlasak (a) tenglama chiqadi, demak: $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1 + \Delta H_2$, ya'ni $\Delta H = +\sum \Delta H_{h.b.}$. Yuqorida keltirilganlardan kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti mahsulotlar hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayirib tashlanganiga teng degan xulosa kelib chiqadi, ya'ni:

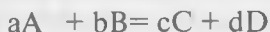
$$\Delta H = \sum n H_{\text{mah.}} - \sum p H_{\text{dast. modda}}$$

bunda: n , p — mahsulot va dastlabki moddalarning stexiometrik koeffitsiyentlari.

Shunday qilib, Gess qonuni va undan kelib chiqadigan natijadan foydalanib, issiqlik effekti noma'lum yoki o'lchash qiyin bo'lgan jarayonlarning issiqlik effektini topish mumkin. Gess qonunining natijalaridan biri ma'lum bir murakkab moddaning oddiy moddalarga ajralish issiqligi qiymat jihatdan o'sha moddaning elementlardan hosil bo'lish issiqligiga teng bo'lib, ishora jihatdan qarama-qarshi ekanligini tasdiqlovchi qonundur. Bu natijani Lavuazye-Laplas qonuni ham deb yuritiladi. Shunga ko'ra:

$$\Delta H_{h.b.} = -\Delta H_{ajr.}$$

Gess qonunidan kelib chiqadigan yana bir termodinamik hisoblash uchun muhim bo'lgan natija quyidagicha izohlanadi: reaksiyaning issiqlik effektini topish uchun reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan, reaksiyaga kirishuvi moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayirish kerak. Masalan, ushbu umumiy reaksiya uchun:



reaksiyaning issiqlik effekti quyidagicha yoziladi:

$$\Delta H_p = (c\Delta H_C + d\Delta H_D) - (a\Delta H_A + b\Delta H_B)$$

bunda:

$(c\Delta H_C + d\Delta H_D)$ — reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi;

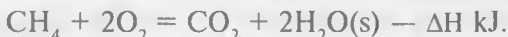
$(a\Delta H_A + b\Delta H_B)$ — reaksiya uchun olingan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi;

a, b, c va d — moddalarning oldidagi stexiometrik koefitsiyentlar.

Shuni ham aytish kerakki, Gess qonuni "reaksiya issiqliklari yig'indisining doimiy qonuni" deb ham yuritiladi:

$$\Delta H_p = \sum \Delta H_{\max} - \sum \Delta H_{\text{dast.modda}}$$

Shunga ko'ra, Gess qonuniga yana quyidagicha ta'rif ham beriladi: *Ketma-ket boradigan bir qator reaksiyalar issiqlik effektlarining yig'indisi dastlabki modda va mahsulotlarga ega bo'lgan boshqa reaksiyalar qatorining issiqlik effektlari yig'indisiga teng. Buni yana bir misolda ko'raylik. Metanning yonish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:*



Masala. Normal sharoitda 100 l metan yondirilganda qancha issiqlik ajralib chiqadi?

Ye ch i sh. Gess qonuniga asosan reaksiyaning issiqlik effekti $\Delta H = (\Delta H_{\text{CO}_2} + 2\Delta H_{\text{H}_2\text{O}}) - (\Delta H_{\text{CH}_4} + 2\Delta H_{\text{O}_2})$ ga teng bo'ladi. Jadvaldan CH_4 , CO_2 va $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ larning hosil bo'lish issiqliklarining qiymatlarini topamiz:

$$\Delta H_{\text{CH}_4} = -74,85 \text{ kJ/mol}, \quad \Delta H_{\text{CO}_2} = -393,51 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}(\text{s})} = -285,85 \text{ kJ/mol.}$$

Standart sharoitda oddiy moddalarning (elementlarning) hosil bo'lish issiqliklarining qiymati nolga teng deb qabul qilingan. Shunga ko'ra, $\Delta H_{\text{O}_2} = 0$ bo'ladi. Jadvalda topilgan qiymatlarni tenglamaga qo'yib, reaksiyaning issiqlik effektini hisoblaymiz:

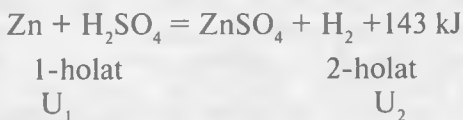
$$\Delta H_p = [-393,6 + 2 \cdot (-285,91)] - (-74,87) = -890,57 \text{ kJ.}$$

Reaksiya tenglamasiga asosan proporsiya tuzib, 100 l metan yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini hisoblab topamiz.

22,4 l CH₄ yonganda 890,57 kJ issiqlik chiqsa, 100 l CH₄ yonganda x kJ issiqlik chiqadi, bundan:

$$x = \frac{890,57 \cdot 100}{22,4} = 3976,2 \text{ kJ}$$

Reaksiya vaqtida issiqlik chiqishidan (yoki yutilishidan) tashqari sistema kengayishi uchun ish bajarilishi ham mumkin; masalan, sulfat kislotaga rux ta'sir ettirish reaksiyasida buni yaqqol ko'rish mumkin:



Ba'zan reaksiyada issiqlikdan tashqari elektr energiyasi ham hosil bo'ladi. Agar biz faqat reaksiya issiqligini bilmoqchi bo'lsak, reaksiya vaqtida energiyaning umumiy o'zgarishidan bajarilgan ish miqdorini (yoki hosil bo'lgan elektr energiyani) chiqarib tashlashimiz kerak. Reaksiya vaqtida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan umumiy energiya miqdoridan kengayish uchun bajarilgan ish miqdorini ayirib tashlagandan keyin qoladigan maksimal issiqlik **reaksiyaning issiqlik effekti** deb ataladi. Sistema ichki energiyasining o'zgarishi sistemaga berilgan issiqlik va sistema bajargan ish A qiymatlariga bog'liq bo'ladi:

$$\Delta U = Q - A$$

Endi termodinamikaning birinchi qonunini turli kimyoviy jarayonlarga tatbiq qilamiz.

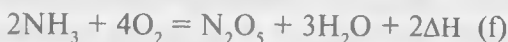
Gess qonuni va undan kelib chiqadigan natijalardan foydalanib turli termokimyoviy hisoblar yuritish mumkin; termokimyoviy tenglamalar reaksiyalarning issiqlik effektlarini topishga imkon beribgina qolmay, balki ular asosida turli jarayonlar, jumladan: erish, kristallanish, neytrallanish, gidratlanish, yonish, parchalanish va hokazo kabi amalda ko'p uchraydigan kimyoviy va fizik hodisalarning issiqlik

effektlarini keltirib chiqarish mumkin. Quyida shu jarayonlar va ularning issiqlik effektlarini topish usullari bilan tanishib chiqamiz.

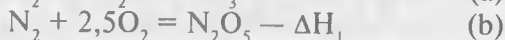
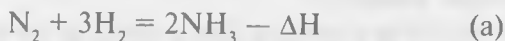
V.1. YONISH REAKSIYASINING ISSIQLIK EFFEKTI

Yonish issiqligi deb 1 mol modda to'la yonib, yuqori oksid hosil bo'lishi uchun sarflangan issiqlik miqdoriga aytiladi. Bu standart sharoitda aniqlanadi va hisoblanadi.

Masalan, NH_3 molekulasining yonish reaksiyasi tenglamasi quyidagicha yoziladi:



bu yerda:



reaksiyalarining issiqlik effektlari hisobga olingan holda, (b) va (d) tenglamalardan (f) tenglamani ayirib tashlab (a) tenglama kelib chiqishini nazarda tutgan holda

$$\Delta H = \frac{\Delta H_1 + 3\Delta H_2 + 2\Delta H_3}{2} \text{ ni keltirib chiqaramiz.}$$

1 mol-ekv. kislota bilan 1 mol-ekv. ishqorning o'zaro ta'siri natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori **neytrallanish reaksiyasining issiqlik effekti** deb ataladi. Neytrallash issiqligi quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$\Delta H_H \quad \text{ёки} \quad Q_H = \frac{t(m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot E_{\text{kislota}})}{m_{\text{kislota}}}$$

Bunda: C_1 — shishaning solishtirma issiqlik sig'imi, 0,753 kJ/g-grad;

C_2 — erituvchining solishtirma issiqlik sig'imi, 4,184 kJ/g-grad

E_{kislota} — kislota ekvivalenti;

m_1 — ichki stakanning massasi, g;

m_2 — eritmaning massasi, g.

1 mol modda erishi jarayonida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori **erish issiqlik effekti** deyiladi va u reaksiyaning issiqlik effekti kabi Q yoki ΔH bilan belgilanadi. Erish issiqligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta H_e = \frac{C \cdot m \cdot \Delta t \cdot M_{\text{modda}}}{m_1 \cdot 1000}$$

bunda: C — erituvchining solishtirma issiqlik sig'imi (suv uchun $C = 4,18$ kJ/g·grad ga teng) m — eritma, Δt — temperaturalar ayirmasi, M_{modda} — erigan moddaning nisbiy molekulyar massasi, m_1 — erigan moddaning massasi. Suvsiz tuz bilan suvdan 1 mol tuz gidrati hosil bo'lishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori **gidratlanish issiqligi** deyiladi. Gidratlanish issiqligi Q_r yoki ΔH ni topish uchun suvsiz tuzning erish issiqligi Q_e dan hosil bo'lgan gidratning erish issiqligi Q_e^1 ayirib tashlanadi:

$$Q_r = Q_e - Q_e^1 \text{ yoki } \Delta H_p = \Delta H_l - \Delta H_l^1$$

Masala: 2 g suvsiz CuSO_4 50 g suvda eritilganda temperatura 4 gradusga ko'tariladi. CuSO_4 ning gidratlanish issiqligini hisoblang.

Yechish: a) suvsiz CuSO_4 ning erish issiqligini hisoblaymiz:

$$\Delta H_e = \frac{c \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{CuSO}_4} \cdot \Delta t}{m \cdot 1000} = \frac{4,187 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 160}{2 \cdot 1000} = 66,992 \text{ kJ};$$

b) $\Delta H_r = \Delta H_e - \Delta H_e^1 = -66,992 - (-11,52) = 73,512$ kJ/mol (gidrat-mollanish-ekzotermik jarayon). Moddalarning hosil bo'lish issiqliklarini bir-biriga taqqoslash natijasida quyidagilar aniqlanadi:

1. D.I. Mendeleyev jadvalining ma'lum qatorida turgan elementlardan birikmalar hosil bo'lishida kuzatiladigan issiqlik o'zaro birikuvchi elementlarning tartib raqamlari orasidagi farqning ortishi bilan ortib boradi. Masalan:

$$\Delta H_{\text{NaCl}} = -413,0 \text{ kJ/mol};$$

$$\frac{1}{2} \Delta H_{\text{MgCl}_2} = -321,0 \text{ kJ/mol};$$

$$\frac{1}{3} \Delta H_{\text{AlCl}_3} = 231,1 \text{ kJ/mol}.$$

Bu yerda bitta kimyoviy bog' uchun to'g'ri keladigan issiqlik miqdori berilgan. Bu sonlarni bir-biriga taqqoslab,

quyidagi qoida aniqlangan: o'xshash birikmalar hosil bo'lganda oraliq element birikmasining hosil bo'lish issiqligi uning yonidagi ikkala element birikmalari hosil bo'lish issiqliklarining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng bo'ladi. Masalan: $MgCl_2$ hosil bo'lish issiqligi:

$$\frac{1}{2} \Delta H_{MgCl_2} = \frac{-413,0 - 232,1}{2} = \frac{-645,1}{2} = -322 \text{ kJ/mol.}$$

Bu qoida 1928-yilda A. M. Berkengeym tomonidan ta'riflangan.

2. Biror metall davriy jadvalning ma'lum gruppasidagi metallmas element bilan birikma hosil qilish issiqligi uning atom massasi ortishi bilan kamayadi. Masalan:

$$\Delta H_{AgF}^0 = -202,9 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{AgCl}^0 = -126,8 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{AgBr}^0 = -99,16 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{AgI}^0 = -64,2 \text{ kJ/mol.}$$

3. Bir metall metallmas element bilan bir necha xil birikma hosil qila oladigan bo'lsa, ularning birinchi atomlari birikkanda eng ko'p issiqlik chiqadi, keyingi atomlari birikkanda esa kamroq issiqlik chiqadi. Masalan: $\Delta H_{FeCl_2} = -341,0 \text{ kJ/mol}$,

$\Delta H_{FeCl_3} = -405,0 \text{ kJ/mol}$. Bu qoidaga asoslanib, birikmadagi eng keyingi metall bo'lmagan atomni chiqarib yuborish oson, degan xulosa chiqara olamiz.

4. Kimyoviy xossalari jihatidan yaqin bo'lgan elementlarning o'xshash birikmalarining hosil bo'lish issiqliklari bir-birinikiga yaqin bo'ladi:

$$\Delta H_{NaOH} = -426,6 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{LiOH} = -487,8 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{CsOH} = -406,5 \text{ kJ/mol}; \Delta H_{KOH} = -425,93 \text{ kJ/mol.}$$

Kristall moddaning hosil bo'lish issiqligi amorf moddaning hosil bo'lish issiqligidan ortiqdir.

Birikmalarning atomlardan hosil bo'lish issiqligi ularning molekullardan hosil bo'lish issiqligidan yuqori bo'ladi.

Kimyoviy birikmalarning hosil bo'lish issiqliklari bilan elementlarning davriy sistemada joylashgan o'rni orasida ham ma'lum bog'lanish bor. Bu bog'lanishni absissalar o'qiga elementlarning D.I. Mendeleyev davriy sistemasidagi tartib

raqamlari, ordinatalar o'qiga ularning ma'lum sinfga oid birikmalarining hosil bo'lish issiqliklarini qo'yib, har bir sinfning o'ziga xos diagrammasini hosil qilish mumkin.

Entropiya. Issiqlik mashinalarida issiqlikning ancha qismi bekorga sarflanadi. Boshqa turdagi energiyalardan foydalanilganda ham energiyaning ma'lum qismi issiqlikka aylanib, bir qismi bekorga isrof bo'ladi. Masalan, elektr lampochkasida elektr energiyasining faqat ozgina qismi yorug'likka, qolgan qismi esa issiqlikka aylanadi. Issiqlikka aylangan energiya atrof muhitga tarqalib ketadi va undan foydalanib bo'lmaydi; demak, energiya miqdori o'zgarmasa ham, uning sifati o'zgaradi, ya'ni energiya o'z qiymatini yo'qotadi. Qiymatini yo'qotgan bunday energiya miqdorini ifodalash uchun termodinamikaga entropiya tushunchasi kiritilgan.

Izotermik (o'zgarmas temperaturada) jarayonda yutilgan issiqliklar yig'indisining mutlaq temperaturaga nisbati sistema entropiyasining o'zgarishi deb ataladi va quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$\Delta S = Q/T$$

Muvozanat holatidagi har qanday sistema "entropiya" nomli o'ziga xos holat funksiyasiga ega bo'lib, entropiyaning qaytar jarayonlarda o'zgarishi $\Delta S = S_2 - S_1 = Q/T$ tenglama asosida hisoblanadi (bu yerda, Q — mazkur temperatura T da yutiladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik miqdori).

Agar jarayon o'zgaruvchan temperaturada sodir bo'lsa, entropiya o'zgarishini hisoblash uchun barcha temperaturalaridagi Q/T larning yig'indisini olish kerak. Entropiyaning haqiqiy ma'nosini quyidagicha tushunish mumkin. Entropiya moddada yuz berishi mumkin bo'lgan va uzluksiz o'zgarib turadigan holatlarni aks ettiruvchi funksiyadir. Moddaning ayni sharoitdagi holati juda ko'p turli-tuman mikroholatlar tufayli yuzaga chiqadi, chunki modda zarrachalari doimo uzluksiz to'liqinsimon harakatda bo'lib, bir mikroholatdan boshqa mikroholatga o'tib turadi.

Bolsman nazariyasiga muvofiq holatlar soni bilan entropiya orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$S = R/N \cdot \ln W$$

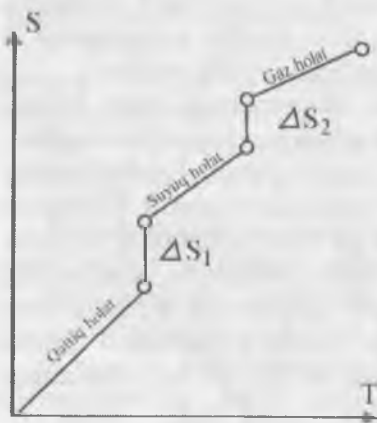
N – Avogadro soni, R – universal gaz doimiysi, W – mikroholatlar soni.

Uzluksiz o'zgarib turadigan mikroholatlar soni qancha ko'p bo'lsa, modda holatining tartibsizlik darajasi ham shunchalik katta bo'ladi. Modda tartibli holatdan tartibsiz holatga o'tganda uning entropiyasi ortadi. Entropiya o'zgarishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Delta S = R \ln \frac{\text{ikkinchi holatdagi tartibsizlik}}{\text{birinchi holatdagi tartibsizlik}}$$

V.1. Turli jarayonlarda entropiyaning o'zgarishi. Modda yuqori temperaturali holatda bo'lsa, uning entropiyasi yuqori bo'ladi. Masalan, 1mol suvning entropiyasi 1mol muzning entropiyasidan 21,0 kJ ortiq bo'ladi.

Qizdirilganda moddalarning entropiyasi ortadi, hajm o'zgarganda gazlarda ham shunday bo'ladi. Bosim ham gazlarning entropiyasiga keskin ta'sir etadi. Bosimning ortishi gaz entropiyasini oshiradi. Modda holatining o'zgarishi entropiyaning o'zgarishiga katta ta'sir etadi. V.1-rasmda keltirilgan grafikda temperatura oshganda entropiyaning modda holati o'zgargandagiga nisbatan deyarli o'zgarishligi ko'rsatilgan.



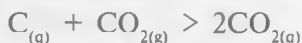
V.1.- rasm. Entropiyaning temperaturaga bog'liqligi.

Grafikda modda holatining o'zgarishi entropiyaning keskin o'zgarishiga sabab bo'lishini ko'ramiz.

Demak, entropiyaning o'zgarishi moddaning tartibsizlik darajasiga to'g'ri proporsionaldir.

Entropiya qiymati J/mol·grad bilan o'lchanadi. Suyuqlik bug' holatiga o'tganida, kristall modda suvda eriganda, ya'ni modda bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tganida sistema

entropiyasi ortadi. Agar bug' kondensatsiyalanib suyuq yoki kristall holatga o'tsa, modda entropiyasi kamayadi. Shuningdek, kimyoviy jarayon vaqtida ham entropiya ortishi yoki kamayishi mumkin. Masalan:



reaksiyasida sistema entropiyasi ortadi.



Misol: 1 mol suv $100^{\circ}C$ da bug'latildi. Suvning solishtirma qaynash issiqligi $225,8 \text{ kJ}$ bo'lsa, 1 mol suv $100^{\circ}C$ da bug'langanda uning entropiyasi qanchaga ortadi?

Ye ch i sh. Suvning qaynash temperaturasida bug'lanishi izotermik jarayon bo'lgani uchun suv entropiyasining ortishi $S = Q/T$ formula bilan hisoblab topiladi:

$$Q = 539,8 \cdot 18 = 9716,4 \text{ kal};$$

$$T = 273,2 + 100 = 373,2^{\circ};$$

$$\Delta S = \frac{9716,4}{373,2} = 26,04 \frac{\text{kal}}{\text{grad mol}} \quad \text{yoki} \quad 108,85 \frac{\text{kal}}{\text{grad mol}}$$

Demak, entropiya $108,85 \text{ J/grad. mol}$ ga ortar ekan.

V.2. Erkin va bog'langan energiya. Termodinamika qonuniga muvofiq jismdagi energiyaning bir qismi ishga aylanmaydi, jarayon mobaynida jism ichki energiyasining faqat ma'lum qismigina ishga aylanishi mumkin. Jism energiyasining ishga aylanishi mumkin bo'lgan qismi uning erkin energiyasi, ishga aylana olmaydigan qismi esa bog'langan energiya deb ataladi. Shunday qilib:

$$U = F + Q$$

bu yerda: U — jismning ichki energiyasi, F — erkin energiya, Q — bog'langan energiya.

Jismdagi bu energiyalarning mutlaq qiymatini hisoblab bo'lmaydi, lekin jarayon vaqtida bajarilgan ish va chiqarilgan issiqlik asosida jismdagi energiyaning o'zgarishini aniqlash mumkin. Erkin energiya jismda potensial energiya holida bo'ladi. Jism ish bajarganda uning erkin energiyasi kamayadi. Masalan,

dastlab jismlarning erkin energiyasi F_1 ma'lum ishni bajarandan keyin, uning erkin energiyasi F_2 bo'lsin; u holda o'zgarmas jismda bo'ladigan qaytar izotermik jarayon natijasida hosil bo'lgan maksimal ish F_1 va F_2 orasidagi ayirmaga teng bo'ladi:

$$A = F_2 - F_1 = -\Delta F.$$

O'zgarmas bosimda sodir bo'ladigan qaytar izotermik jarayon vaqtida bajariladigan maksimal ishning qiymati dastlabki va oxirgi izobarik potentsiallar G_1 va G_2 orasidagi ayirmaga teng bo'ladi:

$$A = G_2 - G_1 = -\Delta G$$

Amalda erkin energiyaning hammasi foydali ish bajarish uchun sarflanavermaydi, balki uning bir qismi nur, issiqlik va boshqa ko'rinishda bekorga sarf bo'ladi. Qaytar jarayonda esa energiya faqat ish uchun sarflanadi.

Demak, sistemadagi erkin energiyaning kamayishi izotermik qaytar jarayonda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan maksimal ishning o'lchovidir. Bu ish esa o'z navbatida moddalarning kimyoviy reaksiyaga kirishish xususiyati o'lchovidir.

Bog'langan energiya $Q = T\Delta S$ formula bilan ifodalanadi; ΔS — jarayon vaqtida entropiyaning o'zgarishi.

V.3. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari birlashgan tenglamasi. Erkin va bog'langan energiya degan tushunchalar aniqlab olindi. Endi termodinamikaning birinchi hamda ikkinchi qonunlarining birlashgan tenglamasini yozish mumkin. Agar qaytar jarayonda issiqlikning ishga aylana olmaydigan eng kichik miqdorini ΔQ bilan ifodalasak, bu issiqlik bog'langan energiyaga teng bo'ladi:

$$\Delta Q = T\Delta S$$

Demak, qaytar jarayonlar uchun:

$$\Delta S = \Delta Q / T$$

formula hosil bo'ladi.

Agar bog'langan energiya ifodasini termodinamikaning birinchi qonuni formulasiga, ya'ni:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

da qo'ysak,

$$T\Delta S = \Delta U + \Delta A$$

yoki $T\Delta S = \Delta U - \Delta F$, yoki $\Delta F = \Delta U - T\Delta S$ o'zgarmas bosimdagi jarayon uchun esa

$$\Delta G = \Delta N - T\Delta S$$

tenglama kelib chiqadi. Bu tenglama termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari qaytar jarayonlar uchun xos bo'lgan umumiy tenglamasidir.

Entropiya va entalpiya faktorlari $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ tenglamada; ΔH — entalpiya faktori va $T\Delta S$ uning entropiya faktori deb yuritiladi. Ular bir-biriga qarama-qarshi intilishlarni ifodalaydi. ΔH sistemada tartibsizlik darajasini kamaytiradi yoki tartibsizlik darajasini kamaytirishga intiladi. $T\Delta S$ esa tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi. $\Delta G = 0$ bo'lganida entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo'ladi:

$$\Delta H^{\circ} = T\Delta S$$

Bu sharoitda sistema muvozanatda bo'ladi. O'z-o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun $\Delta G < 0$ dir. Bu sharoitda sistema muvozanat holatga keladi. Bu yerda uchta muhim holat bo'lishi mumkin.

1. ΔH° ham, ΔS ham reaksiyaning borishiga yordam beradi. Buning uchun $\Delta H < 0$ va $\Delta S > 0$ bo'lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

2. Reaksiyaning borishiga faqat ΔH° yordam beradi. Bu holda ΔH° manfiy qiymatga ega bo'ladi: $\Delta H < 0$, $T\Delta S < 0$ entropiya qarshilik qiladi.

3. $\Delta H^{\circ} > 0$ bo'lib, entropiya faktori $T\Delta S$ ΔH° dan katta bo'lganida ham reaksiya o'z-o'zicha borishi mumkin. Demak, ekzotermik reaksiyada entalpiya ΔH° ning ortishi entropiya faktori $T\Delta S^{\circ}$ ning ortishini "bosib ketadi". Endotermik reaksiyalarda (yuqori temperaturalarda) entalpiya faktori "bosa olmaydi". Masalan:



reaksiya uchun $\Delta H^0 = 91,37 \text{ kJ}$. $T\Delta S = 298 \cdot [210,6 - (1/2 \cdot 199,9 - 1/2 \cdot 205,4)] = 3 \text{ kJ}$.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni. Bob kimyoviy reaksiyalar energiyasi va termodinamika qonunlarini o'rganadi. Jism potensial energiyaga ega bo'ladi, uni boshqa elementlar holatlari yoki ichki tuzilishiga qarab aniqlanadi. Ekzotermik va endotermik jarayonlar, entalpiya va entropiya o'zgarishlari, holat funksiyalari, Gess qonuni, standart hosil bo'lish issiqligi, issiqlik sig'imi (kaloriyalilik) va boshqa kattaliklar o'rganiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad.

Bob bilan tanishgan talaba quyidagilarni bilib olishi zarur bo'ladi:

1. Kinetik energiyani potensial energiyadan ajrata olish.
2. Ekzotermik jarayonlarni endotermik jarayonlardan farqlay olish.
3. Entalpiya va entropiya kattaliklarini hisoblash.
4. Kimyoviy material va xomashyolar kaloriyalarining miqdorini bilish va aniqlash usullarini o'rganish.
5. Bir issiqlik birliligini boshqasiga o'tkaza olish hamda molyar issiqlik kattaliklaridan solishtirma kattaliklarga o'tishni udalay olishi kerak.

Mashqlar

1. Kinetik energiya bilan potensial energiya farqlarini tushuntirib bering. Misollar keltiring.
2. Oyning massasi $7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ga teng. Oy Yer atrofida $1,0 \cdot 10^5 \text{ sm/s}$ chiziqli tezlik bilan harakatlanadi. Oyning Yerga nisbatan kinetik energiyasini toping.
3. Muzning erishi, efrining bug'lanishi, natriyning suv bilan birikishi, yashin razryadi, bug'dan issiqlikning ajralishi kabi jarayonlarning qaysi biri endotermik, qaysi biri ekzotermik jarayonlarga kiradi.
4. Cho'milish havzasi 240 m^3 suvni sig'diradi. Atrofga tarqaluvchi issiqlik miqdorini hisobga olmaganda hovuzdagi suv temperaturasini 16° dan 24° ga ko'tarish uchun qanday miqdordagi issiqlik kerak bo'lishini hisoblab toping.

5. O'zi-o'zicha ro'y beradigan reaksiyalarda erkin energiya qanday o'zgaradi. O'zi bormaydigan reaksiyalarni majburan o'tkazib bo'ladimi? Mumkin bo'lsa qay tarzidaligini tushuntiring.

6. Aytaylik, bir katta idishga 500 ta oq rangli va 500 ta ko'k rangli sharchalar baravariga joylashtirildi. Sharchalar "aralashmasi" entropiyasi bilan oq hamda ko'k sharchalar aralashtirilguncha bo'lgan entropiyalar yig'indisi qay holda ortiq bo'lishini tushuntiring.

Test savollari

1. Standart holatda ammoniy nitratining parchalanishi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ mumkinmi? Javobingizni ΔG_{298} (kJ) yordamida isbotlang.

A) yo'q, -169,9. B) ha, -169,9. D) yo'q, -169,9. E) ha, +169,9. F) yo'q, +339,8.

2. Oddiy moddalardan $2,69 \cdot 10^{-2}$ kg mis (II) xloridning hosil bo'lishida 41,17 kJ issiqlik ajralib chiqdi. Mis (II) xloridning hosil bo'lish issiqligini aniqlang.

A) -857,7. B) -205,9. D) -205,9. E) -857,2. F) -411,8.

3. $5,6 \cdot 10^{-3}$ m³ vodorodni (n.sh) fluor bilan ta'sirlanishi natijasida qancha miqdorda issiqlik ajralib chiqadi yoki yutiladi?

A) -67,78. B) -135,56. D) +135,56. E) +67,78. F) -0.

4. Alyuminiy oksidining hosil bo'lish issiqligi -1675 kJ/mol bo'lsa, 10 g. alyuminiy oksidini hosil bo'lishida qancha issiqlik ajralib chiqadi?

A) -39,2. B) -64,2. D) -400,3. E) -1675. F) -600,6.

5. Agar 140 g kalsiy oksidining karbonat anhidrid bilan ta'sirlanishi natijasida 106 kkal issiqlik ajralib chiqadi. Reaksiyaning issiqlik effektini (kJ) aniqlang.

A) -393. B) -177. D) -37,6. E) -37,6. F) -177.

6. Uglerod monoksidi bilan $5,6 \cdot 10^{-3}$ m³ kislorod (n.sh) ta'sirlanishi natijasida qancha issiqlik (kJ) ajralib chiqadi?

A) -494. B) -98,8. D) -197,6. E) -692. F) -395,2.

7. Agar $3,04 \cdot 10^{-3}$ kg magniyni yondirish natijasida 76,16 kJ issiqlik ajralib chiqsa, magniy oksidining hosil bo'lish issiqligi qancha bo'lishini aniqlang.

A) -301. B) -601. D) -601. E) -301. F) -1202.

VI BOB

KIMYOVIY REAKSIYALAR KINETIKASI VA KIMYOVIY MUVOZANAT

VI.1. FORMAL KINETIKA

Kimyoviy kinetika reaksiyalar tezligi haqidagi ta'limot. Masalan, portlash jarayonlari sekundning o'n mingdan bir ulushida borsa, ba'zi reaksiyalar soatlar va kunlar davomida sodir bo'ladi. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasini o'rganish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Sanoatda mahsulot olish uchun o'tkaziladigan reaksiyaning qanday tezlikda borishi uning iqtisodiy samarasiga ta'sir qiladi. Mazkur reaksiyaning tezligini oshirish va xalal beruvchi reaksiyalar tezligini kamaytirish ishlab chiqarish unumini oshirishga, xomashyodan to'laroq foydalanish va kam vaqt ichida ko'p mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi. Shuning uchun reaksiyalarning qaysi sharoitda tez yoki sekin borishini aniqlash va shunga qarab, ularning tezliklarini boshqara bilish hozirgi ilmiy texnika taraqqiyoti asrida g'oyat muhimdir.

Ilmiy jihatdan olganda esa, kimyoviy reaksiyalar kinetikasini o'rganish turli reaksiyalarning qanday yo'llar bilan borishini, ya'ni ularning mexanizmini o'rganishga yordam beradi. Bu esa kimyoviy reaksiyaning yo'nalishini va ularning tezligini boshqarish imkonini yaratadi. XIX asr oxirlarigacha reaksiyalarning klassifikatsiyasi, shu bilan bir qatorda faqat oddiy reaksiyalar-nigina boshqaradigan tenglamalar bilan shug'ullanishgan, fizik kimyoning bu qismi **formal kinetika** deb yuritiladi. XX asrning boshlarida kinetikani o'rganishda asosiy e'tibor kimyoviy reaksiyalarning mohiyati va mexanizmini o'rganishga qaratildi, reaksiyalar kinetikasini mumkin qadar chuqur va to'la o'rganishga kirishildi. Umuman, kimyoviy reaksiyalarning tezligi haqidagi tushuncha kimyodagi eng muhim tushunchalardan bo'lib, moddalarning o'zgarishi va ularni sanoat miqyosida olishning iqtisodiy samaradorligi haqidagi tasavvurlar bilan bog'liqdir. Kimyoviy jarayonlarni boshqaruvchi eng muhim faktorlar (moddalar tabiatdan va erituvchiiardan tashqari) to'rttadir: 1) temperatura; 2) bosim; 3) reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi; 4) katalizator.

Bu uchtasi (temperatura, bosim, moddalar konsentratsiyasi) reaksiyaning kuzatiladigan tezligiga ham, muvozanat holatiga ham ta'sir etadi, to'rtinchisi esa faqat reaksiya tezligiga ta'sir eta oladi. Kimyoviy reaksiyalar tezligiga oid muammolarni hal qilishda X.R. Rustamov va uning shogirdlari bajargan ishlari fanga muhim hissa bo'lib qo'shildi.

VI.2. KIMYOVIY REAKSIYALAR TEZLIGI

Barcha reaksiyalar gomogen va geterogen reaksiyalarga bo'linadi. Yuqorida reaksiyalar turli tezlik bilan boradi, deb aytgandik. Tez boruvchi reaksiyalarga elektrolitlar orasida bo'ladigan reaksiyalar kiradi. Misol tariqasida $BaSO_4$ cho'kmasining hosil bo'lish reaksiyasini ko'rish mumkin:



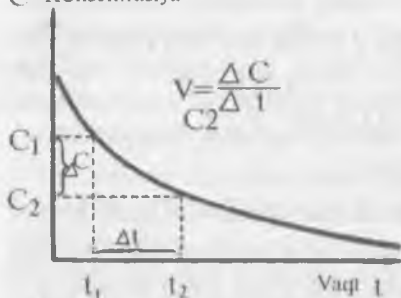
Ba'zi reaksiyalar esa, masalan, yer qa'rida boruvchi reaksiyalar million yillar davom etadi. **Reaksiya tezligi ma'lum vaqt ichida hajm yoki yuza birligida o'zaro ta'sir etuvchi moddalar miqdorining (konsentratsiyaning) o'zgarishidir.**

Reaksiya tezligini topishda reaksiyaga kirishayotgan moddalarni yoki reaksiya mahsulotlarini olishning ahamiyati yo'q. Odatda, qaysi moddaning miqdorini o'lchash qulay bo'lsa, reaksiya tezligi shu modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan o'lchanadi. Lekin reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari vaqt o'tishi bilan kamayadi, mahsulotlarniki esa, aksincha, ortib boradi. Natijada turli vaqt ichida reaksiya tezligi turlicha boradi. Shuning uchun reaksiyaning "haqiqiy tezligi" va "o'rtacha tezligi" degan tushunchalar kiritiladi. Odatda, konsentratsiya mol larda, vaqt esa sekundlar yoki minutlarda ifodalanadi. Masalan, reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining boshlang'ich konsentratsiyasi 2 mol/l bo'lib, reaksiya boshlanganidan keyin 8 sekund o'tgach 1,2 mol/l bo'lib qolsa, reaksiyaning o'rtacha $2 - 1,2/8 = 0,1$ tezligi mol/l sek. ga teng bo'ladi. Quyidagi umumiy tenglama bilan boradigan reaksiyaning tezligini ko'rib chiqamiz:



A — modda sarflangan sari reaksiyaning tezligi VI.1-rasmda ko'rsatilgandek kamaya boradi.

C Konsentrasiya



VI.1.-rasm. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt birligida o'zgarishi.

Bunday reaksiyaning tezligi faqat muayyan vaqt oralig'i uchun tegishli ekanligidan kelib chiqadi. Agar A moddani konsentratsiyasi biror t_1 vaqtda C_1 kattalikka, t_2 vaqtda esa C_2 kattalikka teng bo'lsa, $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt birligida modda konsentratsiyasining o'zgarishi $\Delta C = C_2 - C_1$ bo'ladi, bunda reaksiyaning -

o'rtacha tezligi quyidagicha topiladi:

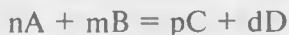
$$\Delta V = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Bu yerda: A modda konsentratsiyasi kamayishi va binobarin $C_2 - C_1$ ayirmaning qiymati manfiy bo'lishiga qaramay, reaksiyaning tezligi faqat musbat kattalikka ega bo'lishi mumkin, shu sababli minus (-) ishorasi qo'yilmaydi. Agar reaksiya mahsulotlaridan birortasi konsentratsiyasining o'zgarishini kuzatsak, u reaksiya davomida ortib boradi, shu sababli keltirilgan tenglamaning o'ng qismiga plyus (+) ishorasi qo'yish kerak. Reaksiyaning tezligi doimo o'zgarib turganligi uchun kimyoviy kinetikada faqat reaksiyaning haqiqiy tezligi "J" ko'rib chiqiladi; haqiqiy tezlik deganda, ma'lum vaqtda reaksiyaning ayni daqiqadagi tezligi tushuniladi. Bunda ishoraga e'tibor berilmaydi. Moddalar o'zaro ta'sir etishlari uchun ularning molekullari to'qnashishi kerak. Vaqt birligidagi to'qnashishlar soni molekullarning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Lekin har qanday to'qnashish ham yangi moddani hosil bo'lishiga olib kelmaydi. O'zaro samarali ta'sir faqat ma'lum energiya zaxirasiga ega bo'lgan molekullar o'rtasida sodir bo'ladi. Bunday molekullar **aktiv** molekullar deyiladi, 1 mol moddadagi barcha molekullarni "aktiv" holatga keltirish uchun zarur bo'lgan energiyaga

aktivlanish energiyasi (E_{aktiv}) deyiladi. U kkal /mol va kJ/mol bilan ifodalanadi, Shu kabi zarrachalarning to'qnashish soni hajm birligidagi molekulalar soniga, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

VI.3. REAKSIYA TEZLIGINING KONSENTRATSIYAGA BOG'LIQLIGI

Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq; konsentratsiya qancha katta bo'lsa, hajm birligida shuncha ko'p molekula bor bo'lib, ularning to'qnashuvi ortadi va reaksiya mahsulotiga aylanadi, natijada reaksiya shuncha tez boradi. Vaqt o'tishi bilan kimyoviy reaksiyaning tezligi kamayadi. Bunga sabab shuki, reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining vaqt o'tishi bilan kamayishi molekulalarning bir-biri bilan to'qnashuv ehtimolligini kamaytiradi. Reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqligini o'rganish **massalar ta'siri qonunining** kashf etilishiga (1867) sabab bo'ldi. Bu qonun Guldberg va Vaage tomonidan kashf etilgan bo'lib, quyidagicha ifodalanadi: **"O'zgarmas temperaturada kimyoviy reaksiyalarining tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir"**. Agar reaksiya tenglamasida stexiometrik koeffitsiyentlar bo'lsa, ular hisobga olinadi va daraja ko'rsatkichida yoziladi. Umumiy ko'rinishda yozilgan quyidagi reaksiya tenglamasi uchun



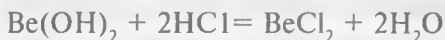
massalar ta'siri qonuniga asosan reaksiya tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$V = K C_A^n C_B^m \text{ yoki } V = K [A]^n [B]^m$$

C_A va C_B — A va B moddalarning ayni vaqtdagi molyar konsentratsiyalari, mol/l; n va m — reaksiyaga kirishayotgan moddalarning stexiometrik koeffitsiyentlari; K — reaksiyaning tezlik konstantasi.

Reaksiya tezlik konstantasining fizik ma'nosi shundan iboratki, u son jihatdan reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari 1 mol/l ga teng bo'lgandagi reaksiya tezligiga

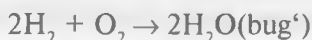
tengdir. U o'zaro ta'sir etayotgan moddalarning tabiati, temperatura va katalizatorga bog'liq bo'lib, konsentratsiyaga bog'liq emas. Masalan,



reaksiya tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$V = K C_{\text{Be}(\text{OH})_2} \cdot C^2 \text{HCl} \text{ yoki } V = K[\text{HCl}]^2$$

Agar kimyoviy reaksiyaga gaz holatdagi moddalar kirishishsa, u holda hajm birligidagi molekular soni gazlar bosimiga proporsional bo'ladi, ya'ni bosim qancha ortsa, konsentratsiya shuncha marta oshadi. Masalan,



$$V = K \cdot P_{\text{H}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}$$

bu yerda; P_{H_2} va P_{O_2} vodorod bilan kislorodning parsial bosimlari.

Misol. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ reaksiyada aralashmaning hajmi ikki marta kichraytirilganda tezlikning qanday o'zgarishini aniqlang.

Ye ch i sh. Hajmning o'zgarishidan oldin SO_2 va O_2 larning bug' bosimlari tegishlicha P_{SO_2} va P_{O_2} ga teng bo'lsin.

Bu holda: $V = K P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}$ bo'ladi, hajmning ikki marta kichraytirilishi tezlik tenglamasida quyidagicha o'z ifodasini topadi:

$$V = K \cdot 2^2 P_{\text{SO}_2}^2 \cdot 2P_{\text{O}_2} = K \cdot 2^2 \cdot 2 = 8K$$

Demak, tezlik oldingiga nisbatan 8 marta oshar ekan.

Bir necha oraliq reaksiyalar orqali sodir bo'ladigan murakkab kimyoviy jarayonning tezligi ular orasida eng sekin boradigan oraliq reaksiyaning stexiometrik tenglamasi bilan aniqlanadi. Geterogen sistemadagi kimyoviy reaksiyalarda, ya'ni reaksiyalarda gaz, erigan moddalar bilan bir qatorda qattiq moddalar ham ishtirok etsa, u qattiq moddalar reaksiyaga chegara sirti — yuzasi orqali kirishadi. Qattiq modda qancha mayda bo'lsa, reaksiyaga kirishuvchi yuza shuncha katta va kimyoviy reaksiya tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Shunga

ko'ra, qattiq modda yuzasining katta yoki kichikligi tezlikka ta'sir etuvchi omillardan biri bo'lib hisoblanadi.

Massalar ta'siri qonunini quyidagi geterogen sistemadagi reaksiya uchun qo'llaylik:



$$V = KPH_2$$

Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, bu reaksiya tezligining ifodasiga qattiq moddalarning konsentratsiyalari kirmaydi, chunki, ular o'zgarmasdir, ya'ni bu reaksiyaning tezligi faqat vodorodning konsentratsiyasiga yoki bosimiga bog'liq bo'ladi.

VI.4. REAKSIYA TEZLIGIGA TEMPERATURANING TA'SIRI

Atom va molekullarning qo'zg'algan holatlarida reaksiyaga kirishish xususiyati kuchayadi. Zarrachalarni qo'zg'atish uchun, masalan, temperaturani oshirish, bosimni ko'paytirish, reaksiyaga kirishayotgan moddalarga rentgen nurlari, ultrabinafsha nurlar, γ -nurlar ta'sir ettirish kerak. Temperatura o'zgarganda reaksiya tezligining o'zgarishiga sabab, uning tezlik konstantasi "K" ni o'zgarishidir. Masalan, 0°C da reaksiyaning tezlik konstantasi 1 ga teng bo'lsa, 10°C da 2 ga teng bo'ladi, 20°C da 4 ga, 30°C da 8 ga, 40°C da 16 ga, 50°C da 32 ga, 60°C da 64 ga, 70°C da 128 ga, 80°C da 256 ga, 90°C da 512 ga, 100°C da esa 1024 ga teng bo'ladi. Reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligini **Vant-Goff** aniqladi va quyidagi qoidani ta'rifladi (kashf qildi) **"Temperatura har 10 gradusga ko'tarilganda reaksiyalar tezligi 2–4 marta ortadi"**. Faraz qilaylik, biror reaksiyaning tezligi har 10°C da 3 marta ortsin. U holda agar 0°C da reaksiya tezligi 1 ga teng bo'lsa, temperatura 100°ga ortganda reaksiya tezligi 1000 marta ortadi.

Agar t_1 °C dagi tezlikni V_{t_1} bilan, t_2 °C gradusdagi tezlikni V_{t_2} bilan belgilasak, reaksiya tezligining temperatura bilan bog'liqligi quyidagi matematik ifoda bilan ifodalanadi:

$$V_{t_1} = V_{t_2} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

bu yerda: γ — temperatura 10°C ko'tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi son, **u reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti** deb ataladi. Vant-Goff qoidasiga binoan, gomogen reaksiyalar tezliklarining temperatura koeffitsiyentlari 2–4 ga teng bo'ladi. Ko'pchilik reaksiyalarning temperatura koeffitsiyentlari bir-biridan kam farq qiladi. Yuqoridagi misollarda temperatura arifmetik progressiya bo'yicha ko'paygan holatlarda reaksiya tezligi geometrik progressiya bo'yicha ortishini kuzatdik. 1889-yili Arrenius tezlik konstantasi bilan temperatura o'rtasida bog'lanish borligini aniqlab, bu bog'lanishni quyidagi empirik formula bilan ifodaladi:

$$\lg K = C - \frac{B}{T}$$

bu yerda; K — reaksiyaning tezlik konstantasi, C va B — ayni reaksiya uchun xos konstantalar, T — mutlaq temperatura.

Bu nazariyaga asosan reaksiya tezligi ikki xil tavsiflanadi:

1. Aktiv molekulalar sonini oshirish uchun temperatura ko'tariladi.
2. Aktivlanish energiyasini kamaytirish yo'li bilan reaksiya tezligi o'zgartiriladi.

Bunga muvofiq kimyoviy reaksiyaga — ayni reaksiyani amalga oshirish uchun yetarli energiyasi bo'lgan aktiv molekulalargina kirishadi. Noaktiv molekulalarga kerakli qo'shimcha energiya berib, ularni aktiv molekulalarga aylantirish mumkin, bu jarayon **aktivlanish** deyiladi. Molekulani aktivlanish usullaridan biri yuqorida eslatib o'tilganidek temperaturani oshirish yo'lidir.

Temperatura ko'tarilganda aktiv molekulalar soni geometrik progressiya bo'yicha ko'payadi, natijada reaksiya tezligi ortadi. Reaksiya tezligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi va E_a harfi bilan belgilanadi va kJ/mol da ifodalanadi.

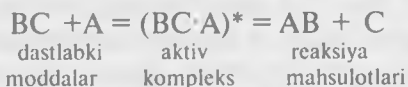
Bolsman nazariyasiga ko'ra kimyoviy reaksiyaning tezligi aktiv va aktiv bo'lmagan molekulalar orasidagi nisbatga

bog'liq bo'ladi. Bu nisbat Bolsman qonuniga binoan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{E}{RT}$$

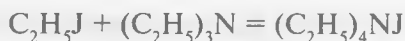
Bu yerda: N_1 — aktiv molekular soni, N_0 — barcha molekular soni, E — aktivlanish energiyasi, T — mutlaq temperatura, R — gaz konstantasi.

1953-yili Eyring va Polyani taklif etgan nazariyalar bo'yicha reaksiyaning aktivlanish energiyasi dastlabki moddalarni "aktiv kompleks" holatiga o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya miqdoridir. "Aktiv kompleks" nazariyasiga muvofiq dastlabki moddalar "aktiv kompleks" orqali reaksiya mahsulotlariga o'ta oladi. Bu nazariyaga ko'ra dastlabki moddalar aktiv kompleks orqali reaksiyaga kirisha oladigan holatga o'tganda sistema energetik jihatdan oddiy holatga o'tadi. Masalan, reaksiyaga kirishayotgan A va B moddalar reaksiya mahsulotlari C va D ni hosil qilish uchun ular energetik g'ovni yengib o'tishi kerak. Bunga aktivlanish energiyasi (E_a) sarflanadi, ya'ni sistemaning energiyasi shu kattalik qadar ortadi. Bunda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning zarra-chalaridan o'tish holati yoki aktivlangan kompleks deyiladigan beqaror gruppacha hosil bo'ladi, reaksiya mobaynida C va D ning hosil bo'lishiga olib keladi. Masalan, BC va A moddalar reaksiyaga kirishib, AB va C moddalar hosil qilsa, bu reaksiyaning aktiv kompleks orqali borishi quyidagicha ifodalanadi:



VI.5. KIMYOVIY REAKSIYA TEZLIGIGA ERITUVCHINING TA'SIRI

Kimyoviy reaksiyaning tezligiga yuqorida bir necha marta qayd etilgan faktorlardan tashqari erituvchilar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik reaksiyalar erituvchi almashtirilganda o'z tezligini o'zgartiradi. Bunga misol qilib quyidagi reaksiyani ko'rsatish mumkin:



Ushbu reaksiyaning tezligi erituvchi tabiatiga qarab anchagina o'zgaradi. Bunda reaksiya kinetikasini tavsiflovchi asosiy kattaliklar — E ham, K ham o'zgaradi. Reaksiya tezligining erituvchilarda gaz muhitidagiga qaraganda kamayishi aktivlikning kamayishi (dezaktivlanish) hodisasidan kelib chiqadi, degan fikrlar ma'lum. Bu nazariyaga ko'ra aktiv molekular erituvchining molekulari bilan to'qnashib, o'z aktivligini yo'qotadi. To'qnashish nazariyasiga asoslangan bu fizik nazariya bir tomonlama bo'lib, erituvchilarning turlicha ta'sir etish sabablarini tushuntira olmadi. O'tkazilgan ko'p tajribalar erituvchilarning ta'siri uglevodorodlarda (ayniqsa, alifatik uglevodorodlarda) o'tkazilgan reaksiyalarning tezligi kam bo'lishini ko'rsatdi. Galogenlarning hosilalarida reaksiya tezligi ozroq ortadi, keton va spirtlarda esa yuqori bo'ladi. Erituvchilarning reaksiya tezligiga ta'sirini ularning biror fizik xossasi bilan bog'lashga urinib ko'rildi. Lekin bu ham erituvchilarning turlicha ta'sir etish sababini to'la-to'kis tushuntirib bera olmadi.

Reaksiya tezligiga erituvchining reaksiyaga kirishayotgan moddalar yoki reaksiya mahsuloti bilan turli birikmalar, masalan, solvatlar hosil qilishi katta ta'sir qiladi. Uglevodorodlarning erigan modda (reagent) lar bilan birikma hosil qilish ehtimolligi juda kam. Qutbli va ayniqsa, vodorod bog'lanish mavjud bo'lgan erituvchilarning erigan moddalar bilan birikmalar hosil qilishi ancha oson. Erituvchini reagentlarning birortasi bilan beqaror oraliq birikma hosil qilishi va buning natijasida reaksiya aktivlanish energiyasining kamayishi mumkin. Bu esa reaksiyani tezlashtiradi. Agar hosil bo'lgan oraliq birikma barqaror bo'lsa, reaksiyaning aktivlanish energiyasi ortib, reaksiya tezligi kamayishi mumkin.

Reaksiyaning aktivlanish entropiyasi. Reaksiya tezligi faqat aktivlanish energiyasining qiymatigagina emas, balki molekular tarkibidagi atomlar va atom gruppalarining joylanishiga, ularning katta-kichikligi va shakllariga bog'liqdir. Ba'zan, energiyasi reaksiyaning aktivlanish energiyasiga teng bo'lgan to'qnashuvlar (hatto undan katta qiymatli energiyaga

ega bo'lgan to'qnashuvlar) natijasida ham reaksiya amalga oshmasligi mumkin. Bundan tashqari, kimyoviy reaksiya jarayonida reaksiyaga kirishuvchi moddalarda bog'lar uzilib yangi bog'lanishlar vujudga kelishi natijasida zarrachalarning tartibsiz harakati birmuncha ortib, aktivlanish jarayonida sistemaning entropiyasi ham ancha o'zgaradi. Shu holatga mos keladigan entropiya **aktivlanish entropiyasi** deyiladi. Modda holatining sodir bo'lish ehtimolligi bilan uning entropiyasi orasidagi bog'lanish Bolsmanning issiqlik fluktuatsiyasi nazariyasiga binoan tuzilgan formula bilan ifodalanadi:

$$S = K \cdot \ln W, \quad W \text{ — Bolsman effekti.}$$

Aktiv holatga to'g'ri keladigan entropiya esa S^*_{akt} ga teng bo'ladi:

$$S^*_{\text{akt}} = K \ln W.$$

Agar S^*_{akt} ni Avogadro soniga ko'paytirsak, 1 mol modda uchun hisoblangan aktivlanish entropiyasini topa olamiz:

$$S_{\text{akt}} = S^*_{\text{akt}} \cdot N_A = N_A \cdot K \ln W = R \ln W$$

Bundan,

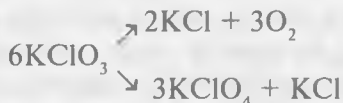
$$\ln W = S^*_{\text{akt}} / R \quad \text{yoki} \quad W = e \cdot S^*_{\text{akt}} / R$$

kelib chiqadi. Ko'pgina hollarda S^*_{akt} — aktivlanish entropiyasi tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

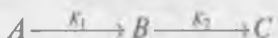
VI.6. ODDIY VA MURAKKAB REAKSIYALAR

Agar reaksiya o'zining stexiometrik tenglamasiga muvofiq birgina bosqichda borsa, bunday reaksiya **oddiy reaksiya** deyiladi. Oddiy reaksiyaning kinetik tenglamasi faqat bitta **tezlik konstantasi** bilan tavsiflanadi. Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar ancha murakkab tarzda boradi, chunki bir vaqtning o'zida bir necha xil oddiy reaksiyalar yonma-yon, ketma-ket, tutash va qaytar ravishda boradi. Murakkab reaksiyalarning kinetik ta'limoti reaksiyani tashkil qilgan har qaysi oddiy reaksiya bir vaqtning o'zida mustaqil boradi, degan farazga asoslangan. Ularning har qaysisi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi.

Parallel reaksiyalarda dastlabki moddalar ikki yoki bir necha yo'nalishda o'zaro ta'sir etib, ayni vaqtda sxemaga muvofiq, bir necha mahsulot hosil bo'ladi. Masalan,



Murakkab reaksiyalardagi oddiy reaksiyalar parallel ravishda borayotgan bo'lsa, bu murakkab reaksiyaning umumiy tezligi oddiy reaksiyalar tezliklarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. Parallel reaksiyalar sharoitini (temperatura, erituvchi va katalizatorlarni) o'zgartirish yo'li bilan jarayonni kerakli yo'nalishga burish mumkin. Ketma-ket reaksiyalar bir necha bosqichda boradigan reaksiyalardir. Bunday reaksiyalardan oraliq moddalar hosil bo'ladi.



Ketma-ket tartibda boradigan reaksiyalarda umumiy jarayonning tezligi eng sekin boruvchi bosqich tezligi bilan o'lchanadi. Ketma-ket boradigan reaksiyalar juda ko'p uchraydi. **Tutash (induksiyalangan) reaksiyalar** deb bir muhitda boradigan va bir-biriga ta'sir ko'rsatadigan ikki reaksiyaga aytiladi. Bulardan biri faqat ikkinchisi bilan birgalikda bora oladi. Tutash reaksiyalar kinetikasi 1905- yilda N.A. Shilov tomonidan mukammal tekshirilgan va bu hodisa "**kimyoviy induksiya**" deb ataladi.

Qaytar reaksiya ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalardir.

Zanjir reaksiyalar. Oddiy mexanizm bilan boradigan bir, ikki va ko'p molekulyar reaksiyalardan tashqari zanjir mexanizmi bilan boradigan murakkab reaksiyalar ham mavjud.

Bunday reaksiyalarni dastlab 1913-yilda Bodenshteyn nur ta'sirida HCl ning hosil bo'lishi reaksiyasida o'rgangan. Zanjir reaksiyalar va ularga tegishli ta'limotni boyitishda akademik N.N. Semyonov va uning shogirdlarining xizmati kattadir. Zanjir reaksiyalar keng tarqalgan bo'lib, oddiy portlash (oksidlanish-yonish), kreking, polimerlanish reaksiyalari va boshqalar zanjir mexanizmi bilan boradi. Zanjir reaksiyalarning o'ziga

xos bir qancha xususiyati bor. N.N. Semyonov nazariyasiga ko'ra zanjir reaksiyaning boshlanishi uchun aktiv markaz hosil bo'lishi kerak. Bunday aktiv markaz vazifasini valentligi to'yinmagan atom yoki radikallar bajaradi. Masalan, $H_2 + Br_2 = 2HBr$ reaksiyasida nur ta'sirida eng oddiy brom molekulasini dissotsilanib, brom atomini hosil qiladi:



Vodorod bromga nisbatan qiyinroq ajralgani uchun, u dissotsilanmaydi. Brom atomi reaksiyani boshlab beruvchi aktiv markaz bo'ladi va u vodorod molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'lgan vodorod atomi aktiv markaz bo'ladi va u brom molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi. Reaksiya natijasida yangi aktiv markaz — brom atomi hosil bo'ladi. Bu jarayon uzluksiz davom etadi:

1. $Br_2 + hv^* \rightarrow Br + Br^*$
2. $Br^* + H_2 \rightarrow HBr + H^*$
3. $H^* + Br_2 \rightarrow HBr + Br^*$
4. $Br^* + H_2 \rightarrow HBr + H^*$
5. n.....

VI.7. KIMYOVIY REAKSIYALAR TARTIBI

Vant-Goff ta'limotiga binoan reaksiyalar kinetik jihatdan molekulyarligi va tartibiga ko'ra klassifikatsiyalanadi. Reaksiyaning molekulyarligi bir vaqtda haqiqatdan to'qnashib, kimyoviy reaksiyaga kirishgan molekullar soni bilan belgilanadi.

Reaksiyalar bu jihatdan bir molekulyar (monomolekulyar), ikki molekulyar (bimolekulyar), uch molekulyar (trimolekulyar) va shu kabi sinflarga bo'linadi. Odatda ko'pchilik reaksiyalar bimolekulyar bo'ladi. Bir molekulyar (monomolekulyar) reaksiyalar quyidagi sxema bilan ifodalanishi mumkin. Masalan, gaz muhitda boradigan reaksiya:



monomolekulyar reaksiyaga misol bo'la oladi.

Bimolekulyar reaksiyalar deb, bir moddaning molekulasini ikkinchi moddaning bir molekulasini bilan to'qnashuvchi yoki bir tur moddaning ikki molekulasini o'zaro to'qnashishi natijasida sodir bo'ladigan reaksiyalarga aytiladi. Bimolekulyar reaksiyaning sxemasi



shaklida yoziladi.

Vodorod yodidning parchalanishi bimolekulyar reaksiya uchun misol bo'la oladi:



Trimolekulyar reaksiyalar bir vaqtning o'zida bir moddaning uch molekulasini to'qnashishi natijasida sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning sxemasi: $A + B + C \rightarrow D + E + G + \dots$ yoki $3A \rightarrow B + C + D + \dots$ Azot (II) oksidining vodorod bilan qaytarilishi trimolekulyar reaksiya uchun yaqqol misoldir:



Reaksiya tartibi. Reaksiya tartibi reaksiya tezligining birikayotgan moddalar konsentratsiyasiga qanday bog'liqligini ko'rsatadi, ya'ni reaksiya tezligi konsentratsiyaning qanday darajada o'zgarishiga bog'liq bo'lsa, reaksiya tartibi o'sha darajani ko'rsatuvchi songa teng bo'ladi.

Masalan, $V = k[\text{KCl}]^n + [\text{C}_2^m]$ bo'lsa, $m + n$ yig'indisi reaksiyaning tarkibini bildiradi.

Reaksiya nol, bir, ikki, uch va yuqori tartibli bo'lishi mumkin. Reaksiyaning tartibi, hatto kasrli ham bo'la oladi. Misol uchun, murakkab efirning suyultirilgan eritmada gidrolizlanishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Bunda suv ko'p bo'lganligidan reaksiyaning va unda ishtirok etayotgan moddaning konsentratsiyasi amaliy jihatdan o'zgarmay qoladi. Shuning uchun reaksiyaning tezligi faqat efirning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Demak, bu reaksiya ikki molekuliyar bo'lib, birinchi tartibli reaksiyadir.

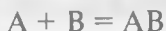
Reaksiya tezligi reaksiya davomida o'zgarmasa, bunday reaksiyalar **nol tartibli** bo'ladi. Masalan, radioaktiv moddalarning parchalanishi nol tartibli reaksiyadir. Reaksiyaning tartibi empirik ravishda topiladi:



Reaksiyaning kinetik tenglamasi: $= K C_A^a \cdot C_B^b$ bo'lgani uchun bu reaksiyaning tartibi konsentratsiyalarning daraja ko'rsatkichlari yig'indisiga $a + b = n$ ga tengdir.

VI.8. KATALIZ

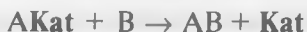
Reaksiya tezligini o'zgartirib, reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar **katalizatorlar** deyiladi. Ilgari aytilganidek, reaksiya tezligini oshirish yo'llaridan biri reaksiyaning aktivlanish energiyasini kamaytirishdir. Reaksiyalarning aktivlanish energiyasi katalizatorlar yordamida kamaytiriladi. Ko'pchilik katalizatorlar reaksiyaning tezligini ming martalab oshirib yuboradi. Qaytar jarayonlarda katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini bir xil darajada o'zgartiradi, ya'ni, muvozanat konstantasi kattaligini o'zgartirmagani holda muvozanatning tez qaror topishiga imkon beradi. Reaksiya tezligining katalizator ta'sirida o'zgarishi **kataliz** deyiladi. Kataliz ikki xil: **gomogen** va **geterogen** katalizga bo'linadi. Agar katalizator hamda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir fazada bo'lsa, bu **gomogen kataliz** deyiladi. Geterogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator har xil fazada bo'ladi. Geterogen katalizda katalizator, ko'pincha qattiq modda bo'ladi. Katalizatorning reaksiya tezligiga ta'sirining mohiyati shundan iboratki, reaksiyaga kirishuvchi modda bilan katalizator orasida oraliq birikma hosil bo'ladi. Sekin boradigan reaksiya



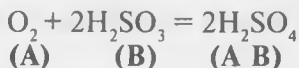
reaksiyaga kirisha oladigan oraliq birikma **AKat** hosil qilishi natijasida tezlashadi:



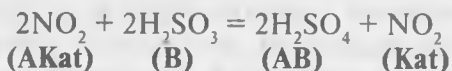
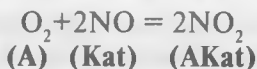
Oraliq birikma **AKat** dastlabki olingan ikkinchi modda **B** bilan reaksiyaga kirishib **AB** moddani hosil qiladi:



Ko'rib o'tilgan sxemadan katalizatorning har bir zarrachasi reaksiyada juda ko'p marta qatnashishi mumkin ekanligi ma'lum bo'ldi. Gomogen katalizga sulfit kislotaning havodagi kislorod bilan oksidlanishi misol bo'la oladi:



Bu reaksiya juda sekin boradi. Lekin, azot (II)—oksid ishtirokida bu reaksiya quyidagi jarayonlarning sodir bo'lishi natijasida ancha tez boradi:



Katalizator (Kat) rolini o'ynagan azot (II) oksid o'zgarimay qolganligi tenglamadan ko'rinib turibdi.

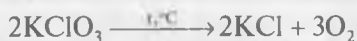
Geterogen katalizda o'zaro ta'sir etuvchi moddalar katalizator sirtida reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekulari kataliz hodisasidan oldin, adsorbent sirtida alohida nuqtalarga adsorbilanadi. Katalizatorning aktiv markazlari deb ataladigan bu nuqtalarda adsorbsiyalangan molekular o'zgaradi, buning natijasida oxirgi mahsulotning hosil bo'lishi tezlashadi.

Geterogen katalizni A.S. Sultonov, G'.X. Xo'jayev, A. Abduqodirov va boshqalar chuqur o'rganib, bu sohada anchagina yangiliklar yaratdilar. Bular neftni qayta ishlash, ikkilamchi mahsulotlarni ishga solish va yuqori unumli katalizatorlardan foydalanishdir.

VI.9. KIMYOVIY MUVOZANAT

Ma'lum chegaralangan hajmdagi jismlar gruppasi **systema** deyiladi. Sistemani tashkil qiluvchi moddalar bir-biriga ta'sir etib turadi. Sistema gomogen, ya'ni bir jinsli (masalan, gazlar aralashmasi, gazlar yoki tuzlar eritmasi) va geterogen, ya'ni bir-biridan fizik va kimyoviy xossalari jihatdan farq qiladigan ajratish yuzasi bilan chegaralangan yoki bir necha qismdan

tuzilgan bo'ldi. Suv bilan kerosin, simob bilan suv, suv bilan qattiq moddalar aralashmasi bunga misol bo'la oladi. Gomogen sistema bir fazadan, geterogen sistema esa ikki yoki undan ortiq fazalardan tuzilgan bo'ldi. Ko'pgina kimyoviy reaksiyalar oxirigacha boradi. Masalan, Bertole tuzi qizdirilganda kaliy xlorid tuziga va kislorodga to'liq parchalanadi:



Lekin shu sharoitda kaliy xlorid tuzi bilan kislorod birikib, qaytadan Bertole tuzini hosil qilmaydi. Shuning uchun bunday reaksiyalar amalda **qaytmas**, boshqacha aytganda, **bir tomonlama boruvchi** reaksiyalar deb ataladi. Temir oksid kukuni bilan vodorod orasida bo'ladigan reaksiya esa boshqacha tabiatga ega:



Shu sharoitning o'zida temir bilan suv reaksiyaga kirishib, dastlabki moddalarni hosil qilishi mumkin:



Shunday qilib bir vaqtning o'zida ayni temperaturada bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan ikki yo'nalishdagi reaksiya boradi. Bir sharoitning o'zida ikki tomonga bora oladigan jarayon qaytar, boshqacha qilib aytganda, **ikki tomonlama boradigan jarayon** deyiladi. Kimyoviy jarayonlarning qaytar ekanligini ko'rsatish uchun, reaksiya tenglamasidagi tenglik belgisi o'rniga qarama-qarshi ikki yo'nalishi ko'rsatiladi:



Bunday reaksiyalar oxirigacha bora olmaydi, chunki bunda hosil bo'lgan reaksiya mahsulotlari o'zaro reaksiyaga kirishib yana qaytadan reaksiya uchun olingan moddalarni hosil qiladi. Qaytar reaksiyalar umumiy tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:



Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, to'g'ri (chapdan o'ngga boradigan) reaksiyaning tezligi A hamda B moddalarning

konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir (moddalar konsentratsiyalari odatda molyar konsentratsiyada ifodalanadi). Shunday qilib to'g'ri reaksiya tezligi:

$$V_1 = K_1 C_A^a \cdot C_B^b$$

formula bilan ifodalanadi. Bu yerda: V_1 — to'g'ri reaksiyaning tezligi, K_1 — to'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasi, C_A^a — A moddaning konsentratsiyasi, C_B^b — B moddaning konsentratsiyasi. Teskari reaksiyaning tezligi esa o'z navbatida quyidagicha ifodalanadi:

$$V_2 = K_2 C_C^c \cdot C_D^d$$

bu yerda: K_2 — teskari reaksiyaning tezlik konstantasi, V_2 — teskari reaksiyaning tezligi, C_C^c — C moddaning konsentratsiyasi, C_D^d — D moddaning konsentratsiyasi.

Vaqt o'tishi bilan reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari kamayishi natijasida to'g'ri reaksiyaning tezligi V_1 kamayadi, teskari reaksiyaning tezligi V_2 esa ortadi, chunki olingan moddalar konsentratsiyalari kamayib, hosil bo'layotgan moddalar konsentratsiyalari ortib boradi.

Nihoyat, ma'lum bir vaqtdan keyin ularning tezligi o'zaro tenglashib qoladi ($V_1 = V_2$) va natijada kimyoviy muvozanat qaror topadi. To'g'ri reaksiya bilan teskari reaksiya tezliklari o'zaro tenglashgan holat **kimyoviy muvozanat** deb ataladi. Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari esa **muvozanat konsentratsiyalari** deyiladi. Yuqorida qayd qilinganidek kimyoviy muvozanat vaqtida

$$V_1 = V_2$$

ya'ni

$$K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = K_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d \text{ bo'ladi.}$$

Ma'lum bir temperaturada K_1 va K_2 o'zgarmas kattaliklar bo'lgani uchun ularning nisbati ham o'zgarmas kattalikdir:

$$\frac{K_1}{K_2} = K \quad \text{yoki} \quad K_c = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

bu yerda: K_c — molyar konsentratsiya yordamida ifodalangan muvozanat konstantasi. K_c turli reaksiyalar uchun ma'lum qiymatga ega bo'lib, faqat temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi. Ma'lumki, doimiy temperaturada moddaning bug' bosimi uning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun gaz muhitida boradigan reaksiyalarda konsentratsiya o'rniga bug' bosimidan foydalaniladi. Muvozanat konstantasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$K_m = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

K_m — bug' bosimi bilan ifodalangan muvozanat konstantasi. K_c va K_m o'rtasidagi munosabatni topish uchun Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi $PV = nRT$ dan foydalanib $P = \frac{n}{V}RT$ ni keltirib chiqaramiz.

$\frac{n}{V}$ konsentratsiyani ifodalagani uchun $P = CRT$ deb yozish mumkin. Masalan, A modda uchun bosimni quyidagicha ifodalasak:

$$P_a = C_a \cdot RT$$

Har qaysi modda uchun bug' bosimlarini shu tariqa yozib, K_m uchun quyidagi matematik ifodalarni keltirib chiqaramiz:

$$K_m = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} = \frac{C_C^c (RT)^c \cdot C_D^d (RT)^d}{C_A^a (RT)^a \cdot C_B^b (RT)^b} = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} \cdot (RT)^{-(a+b)+(c+d)}$$

$$\text{yoki} \quad \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} \quad \text{ni} \quad K_c \quad \text{orqali} \quad \text{yozsak,}$$

$K_m = K_c \cdot (RT)^n$ formula kelib chiqadi, bu yerda $n = -(a+b) + (c+d)$. Kimyoviy muvozanat holatiga quyidagi uchta qoida taalluqli bo'ladi:

1. Agar sistema bir sharoitda kimyoviy muvozanat holatida bo'lsa vaqt o'tishi bilan uning tarkibi o'zgarmaydi.

2. Agar kimyoviy muvozanatda turgan sistema tashqi ta'sir orqali muvozanat holatidan chiqarilsa, tashqi ta'sir yo'qotilganda sistema yana muvozanat holatiga qaytadi.

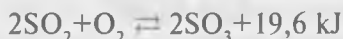
3. Qaytar reaksiya mahsulotlarini o'zaro reaksiyaga kiritish yo'li bilan yoki reaksiya uchun olingan moddalarni bir-biriga ta'sir ettirish yo'li bilan kimyoviy muvozanat holatiga erishish mumkin.

1 Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, bosim va temperaturaning ta'siri Le-Shatelye prinsipi asosida tushuntiriladi. Le-Shatelye prinsipi quyidagicha ta'riflanadi: *Kimyoviy muvozanat holatidagi sistemaga tashqaridan ta'sir etilib, uning biror sharoiti o'zgartirilsa, sistemada o'sha tashqi ta'sirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi.*

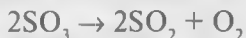
Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, temperatura va bosimning ta'sirini Le-Shatelye prinsipi asosida ko'rib chiqamiz.

Kimyoviy muvozanat holatiga temperaturaning ta'siri.

Le-Shatelye prinsipi ga muvofiq, kimyoviy muvozanatdagi sistemaning temperaturasi oshirilganda kimyoviy muvozanat temperatura pasayadigan, ya'ni issiqlik yutiladigan reaksiya tomoniga siljiydi. Aksincha, temperaturaning pasaytirilishi kimyoviy muvozanatni issiqlik ajralib chiqadigan reaksiya tomoniga siljitadi. Demak, temperaturaning ko'tarilishi endotermik reaksiyaning borishiga, pasayishi esa, ekzotermik reaksiyaning borishiga yordam beradi. Masalan:



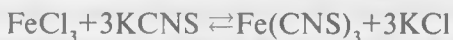
tenglama bilan ifodalangan muvozanat sistemasini olsak, SO_3 ning hosil bo'lishi ekzotermik reaksiya bo'lganligi uchun Le-Shatelye prinsipi ga ko'ra, temperatura oshirilganda O_2 ajraladi, ya'ni muvozanat o'ngdan chapga quyidagi yo'nalishda siljiydi:



Aksincha, temperatura pasaytirilganda SO_2 bilan O_2 birikib SO_3 hosil qiladi, ya'ni muvozanat $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ reaksiya tomonga siljiydi.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiyaning ta'siri. Kimyoviy muvozanat holatidagi sistemada moddalardan birining konsentratsiyasi oshirilsa, sistemada mumkin bo'lgan

reaksiyalar shunday kuchayadiki, natijada konsentratsiyasi oshirilgan modda sarf bo'ladi. Masalan, bizga



tenglamasi bilan ifodalangan muvozanat sistema berilgan bo'lsin. Bu reaksiyada FeCl_3 ning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat to'g'ri reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga, ya'ni o'ng tomonga siljiydi. KCl ning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat teskari reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga, ya'ni chapga siljiydi.

Kimyoviy muvozanat holatiga bosimning ta'siri. Gazsimon moddalar ishtirok etadigan va hajm o'zgaradigan sistemalarda kimyoviy muvozanat bosim o'zgarishi bilan o'zgaradi. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq agar muvozanat holatida turgan sistemaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat bosimni kamaytiruvchi reaksiya tomoniga siljiydi: aksincha bosim kamaytirilsa, muvozanat bosimni oshiruvchi reaksiya tomoniga siljiydi. Lekin shuni ham esda tutish kerakki, o'zgarish temperaturada va reaksiya olib borilayotgan berk idishda bosim o'zgarishi uchun molekullarning umumiy soni kimyoviy reaksiya natijasida o'zgarishi lozim. Misol tariqasida NO va O_2 dan NO_2 hosil bo'lish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Reaksiya tenglamasidan ikki molekula azot (II) oksid bir molekula kislorod bilan birikib, ikki molekula azot (IV) oksid hosil bo'lishi ko'rinib turibdi. Masalan, shunday muvozanatda turgan sistemaning bosimini oshirsak, muvozanat hajmi kamayishi bilan boradigan reaksiya tomoniga siljiydi. Aksincha bosim pasaytirilsa, muvozanat molekullar soni ko'payadigan reaksiya tomoniga siljiydi. Kimyoviy kinetika ta'limotiga ko'ra, kimyoviy muvozanat $V_1 = V_2$ bo'lgandagina amalga oshadi. Termodinamika ta'limoti esa bu holatga sistemaning erkin energiyasi (G) ning eng kichik qiymati to'g'ri keladi deb ta'kidlaydi. Yuqorida aytilgan fikrni "izotermik-izobarik" jarayonlar uchun quyidagicha yozsak bo'ladi:

$$\Delta G < 0$$

Termodinamik muvozanat vaqtida sistema erkin energiyasi-ning qiymati o'zgarmaydi, ya'ni $\Delta G = 0$.

ΔG — reaksiyani yo'naltiruvchi umumiy energiya — izobarik potensial bo'lib, 1961-yildagi xalqaro kelishuvga muvofiq Gibbsning erkin energiyasi nomi bilan ataladi. Gibbsning erkin energiyasini moddadagi energiya va entropiyani ifodalovchi kattalik deb ta'riflash mumkin.

Termodinamikaning ikkinchi qonunidan ma'lumki, o'z ixtiyoriga tashlab qo'yilgan ajratilgan sistemalarda uning erkin energiyasi kamaya oladigan jarayonlargina o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkin. Agar termodinamik muvozanatda turgan sistemaning sharoiti o'zgarsa, sistema termodinamik muvozanat holatidan chiqadi. Ayni vaqtda sistemaning erkin energiyasini o'zgartiradigan jarayonlar sodir bo'ladi. Bu jarayonlar sistema yangi sharoitda boshqa muvozanat holatga o'tguncha, ya'ni sistemaning erkin energiyasi ayni sharoitda minimum qiymatni olguncha davom etadi. Demak, ajratilgan sistemada erkin energiyani kamaytiruvchi jarayonlargina o'z-o'zidan sodir bo'ladi va uning natijasida sistema muvozanat holatiga o'tadi. Erkin energiyaning kamayishi hisobiga esa sistema ma'lum ish bajaradi. Bajariladigan ishning miqdori sistemada qaytar jarayon ro'y bergandagina maksimal qiymatga ega bo'ladi. Kimyoviy reaksiya jarayonida bajariladigan maksimal ishning ishorasi esa, reaksiyaning o'z-o'zidan borishi yoki bormasligini ko'rsatadi.

O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan jarayonlar uchun (ya'ni izobarik va izotermik) erkin energiyaning kamayishi maksimal ishga teng bo'ladi:

$$\Delta G = A_p$$

Arizotermik-izobarik jarayonlarda reaksiyaning maksimal bajargan ishi. Agar qaytar reaksiya natijasida sistema kimyoviy muvozanat holatiga keladigan bo'lsa, uning erkin energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi va bunday sistema endi hech qanday ish bajara olmaydi:

$$A_p = 0$$

Agar sistema muvozanat holatida bo'lmasa, uning erkin energiyasini kamaytirishga qaratilgan jarayonlar ro'y beradi.

Sistema natijada muvozanat holatiga o'tadi. Muvozanat holatida turgan sistemaning muvozanat konstantasining moddalarning konsentratsiyalari orasidagi munosabat kattaligiga bog'liq. Demak, reaksiyaning maksimal ishi bilan muvozanat konstantasi orasida ma'lum bog'lanish bo'lishi kerak.

Agar qaytar reaksiya:



tenglama bilan ifodalansa, bu reaksiyaning maksimal ishi A bilan muvozanat konstantasi K_s orasida quyidagi bog'lanish bo'lishi nazariy usulda aniqlangan.

Agar reaksiya o'zgarmas bosimda va o'zgarmas temperaturada sodir bo'lsa, uning izotermik tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$-\Delta G = A_p = RT(\ln Km - \ln \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b})$$

bu yerda: A_p — izobarik-izotermik jarayonning maksimal ishi. P_c, P_d, P_A, P_B jarayonda qatnashayotgan C, D, A, B moddalarning bug' bosimi. Reaksiya uchun olingan moddalardan har birining dastlabki konsentratsiyasi (yoki bug' bosimi) 1 ga teng bo'lsa, natural logarifmni o'nlik logarifmga aylantirib, yuqorida keltirilgan formuladan quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$-\Delta G = 2,3 \cdot RT \ln Km$$

Bu formuladan foydalanib, reaksiyaning ayni temperaturadagi maksimal ishini muvozanat konstantasi kattaligidan hisoblab topish mumkin. Maksimal ishning ishorasiga qarab ayni sharoitda (berilgan temperatura va konsentratsiyada) qaytar reaksiya qaysi tomonga borishini oldindan aytsa bo'ladi:

1. Agar $\Delta V > 0$ bo'lsa, reaksiya chapdan o'ngga, ya'ni to'g'ri yo'nalishda boradi.

2. Agar $\Delta V < 0$ bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda bo'ladi.

3. Agar $\Delta V = 0$ bo'lsa, sistema kimyoviy muvozanat holatida qoladi. $A_p = -\Delta G$ bo'lganligi uchun bu munosabatlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$\Delta G = 0$ bo'lsa, sistema muvozanat holatida turgan bo'ladi.

$\Delta G < 0$ bo'lsa, reaksiya to'g'ri yo'nalishda boradi.

$\Delta G > 0$ bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda boradi.

Kimyoviy jarayonlarning yo'nalishi

1. Agar biror sistemada energiya o'zgarmasa, ya'ni sistemaga tashqaridan energiya berilmasa yoki sistemadan energiya chiqmasa, jarayon faqat entropiya ko'payadigan yo'nalishda amalga oshadi. ΔS maksimumga intiladi.

2. Agar sistemada entropiya o'zgarmasa, ya'ni zarrachalarning joylashish tartibi bir xil qolsa jarayon faqat energiya kamayadigan yo'nalishda amalga oshadi. O'zgarmas hajm va o'zgarmas temperaturada ichki energiya $-\Delta U$ minimumga intiladi. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada esa "entalpiya" ΔH minimumga intiladi.

3. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarda bir vaqtning o'zida ham energiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda reaksiyani harakatlantiruvchi umumiy kuch qaysi yo'nalishda minimumga intilsa, kimyoviy jarayon ham ana shu yo'nalishda amalga oshadi. O'zgarmas bosim va o'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan izobar potensialning o'zgarishi:

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

ekanligi hisobga olingan holda quyidagicha ifodani yozishimiz mumkin:

$$-2,3 \cdot RT \ln K = \Delta H - T\Delta S$$

bundan,

$$\frac{-2,3 RT \ln K}{T^c} = \frac{\Delta H - T \cdot \Delta S}{T^c} \quad \text{hosil bo'ladi va nihoyat}$$

$$-2,3 RT \ln K = \frac{\Delta H}{T} - \Delta S \quad \text{ni keltirib chiqaramiz. } \Delta H = -Q \text{ bo'l}$$

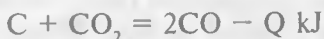
ganligi sababli ekzotermik va endotermik jarayonlar uchun quyidagilarni hosil qilamiz.

Ekzotermik jarayonlar uchun:

$$-2,3 RT \ln K = \Delta S + Q/T$$

Endotermik jarayonlar uchun $92,3R \ln K = \Delta S - Q/T$. Keltirilgan ifodalardan ekzotermik reaksiyalarda temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasining kamayishini

ko'rish mumkin. Aksincha, endotermik reaksiyalarda temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasining ortishini kuzatish mumkin. Masalan:



Yuqoridagi qaytar reaksiyada temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat konstantasi ortadi:

$$K_{298}^0 = 3,2 \cdot 10^{-10}, K_{982} = 1,0, K_{1200} = 199.$$

Reaksiyaning izobar tenglamasini analiz qilish natijasida quyidagi matematik ifodalarni keltirib chiqaramiz:

$$RT \ln K = \Delta H - T \Delta S$$
$$RT \ln K = \Delta S - \Delta H / \Delta T$$

Bu yerda ΔH — reaksiyaning entalpiya faktori, $T \Delta S$ — reaksiyaning entropiya faktori deb yuritiladi. ΔH — sistemada tartibsizlik darajasini kamaytirsa, $T \Delta S$ — tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi. $\Delta G = 0$ bo'lganda entalpiya faktori reaksiyaning entropiya faktoriga teng bo'ladi:

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

Bu sharoitda sistema muvozanat holatiga keladi. O'z-o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun $\Delta G < 0$. Reaksiyaning issiqlik effekti standart sharoit (298K yoki 25°C) da va 1 atm. bosimda kJ yoki J — o'lchov birligida beriladi, uni ΔH_{298} ishora bilan yoziladi. ΔH° — reaksiya vaqtidagi entalpiya o'zgarishi deb qabul qilinadi. ΔH° bilan ΔS° — temperatura o'zgarishi bilan o'zgarish deb faraz qilsak, ΔG° temperatura o'zgarishi bilan $\Delta G = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ tenglamaga muvofiq o'zgaradi. ΔG° va ΔS° ham standart holat uchun olingan kattaliklardir. Bu yerda uchta muhim variant bo'lishi mumkin.

1. ΔH° ham, ΔS ham reaksiyaning borishiga yordam beradi, buning uchun $\Delta H < 0$ va $\Delta S > 0$ bo'lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

2. Reaksiyaning borishiga faqat ΔH° yordam beradi. Bu holda ΔH° katta manfiy qiymatga ega bo'ladi: $\Delta H^\circ < 0$.

3. $\Delta H^\circ > 0$ bo'lib, entalpiya faktorining ΔH° ortishi entropiya faktori $T\Delta S$ ning ortuvini "bosib ketadi". Endotermik reaksiyalarda $T\Delta S$ entalpiya faktorini "bosa olmaydi". Masalan:



reaksiya uchun $\Delta H^\circ = 91,37$ kJ.

$$T\Delta S = 298 \cdot [210,6(1/2 \cdot 199,9 + 1/2 \cdot 205,04)] = 3 \text{ kJ.}$$

Reaksiyaning izobar potentsiali:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = 91,37 - 3 = 88,37 \text{ kJ.}$$

Demak, standart holatda bu reaksiya o'z-o'zicha sodir bo'lmaydi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni. Bu yerda kimyoviy reaksiyalar tezligi o'rganiladi. Har bir reaksiya o'z tezligiga ega bo'ladiki, bunda reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan mahsulotlar tabiati ahamiyatga ega. Biror reaksiyaning tezligini oshirish yoki kamaytirish maqsadida katalizator qo'llaniladi, zarur paytlarda bosim va temperaturadan foydalaniladi. Reaksiyalar mexanizmini o'rganishda kinetik ma'lumotlar asosiy omil bo'lib xizmat qiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Reaksiya tezligini aniqlash yo'llarini bilib olish.
2. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt oralig'ida o'lchay olish va kinetik egri chiziqlarni chiza olish.
3. Olingan tajriba ma'lumotlariga asoslanib kinetik tenglamalar tuzishni o'rganish.

Mashq va masalalar

1. Reaksiya aralashmadagi vodorod bromid konsentratsiyasi o'lchanib quyidagi natijalar olindi:

Reaksiya boshidan hisoblangan vaqt, s.....o 10 20 30
40 50.

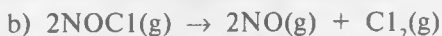
Vodorod bromidning konsentratsiyasi, mol/l 2...o 0,25 0,35
0,45 0,55 0,60.

Vaqtning ajratilgan har 10 sekunddagi qismida reaksiyaning o'rtacha tezligini hisoblang. Reaksiya tezligi qanday birliklarda o'lchanadi.

2. Vodorod bromid sintezi reaksiyasining birinchi va ikkinchi bosqichlari uchun kinetik tenglama tuzing. Ushbu reaksiyalar va umumiy reaksiya uchun reaksiyalar tartibini toping.

3. Reaksiyalarda qo'llanilayotgan reagentlar konsent-ratsiyasi, temperatura yoki bir katalizator ikkinchisi bilan almashtirilganda tezlik konstantasi kattaligining o'zgarish-o'zgarماسligini aytib bering.

4. Quyidagi reaksiyalarning har biri uchun sarflanayotgan har bir reagent bilan hosil bo'layotgan mahsulot tezligi orasidagi nisbatni aniqlang:



5. $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2$ reaksiyasida ma'lum vaqt ichida sarflangan ozonning o'rtacha tezligi $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ atm/m}\cdot\text{s}$ ga tengligi aniqlangan. Shu vaqt ichida O_2 ning hosil bo'lish tezligini toping (o'zgarماس hajmda).

6. $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ reaksiyasi uchun NO ning sarflanish va N_2 ning hosil bo'lish tezligini aniqlang.

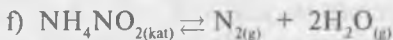
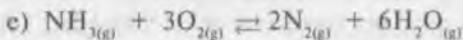
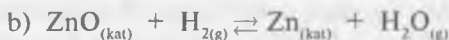
7. 6-masaladagi reaksiya H_2 bo'yicha birinchi tartibga va NO bo'yicha ikkinchi tartibga ega. Reaksiya uchun tezlik tenglamasini yozing.

8. 3-masalada reaksiya uchun reagentlar konsentratsiyasi har litr uchun mol (mol/l) da ifodalangan bo'lsa, ushbu reaksiyaning tezlik konstantasi K qanday birliklarda topiladi?

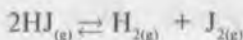
9. Geterogen katalizator aktivligi uni tayyorlash usuli va qo'llash oldidan o'tkazilgan ishlovga bog'liq. Buning sabablari nimada?

10. Molekulalar uchrashuvi kimyoviy reaksiyalarga olib keliishi mumkin bo'lgan qanday faktorlarni bilasiz?

11. Quyidagi reaksiyalarning har biri uchun muvozanat konstantasini ifodalang:



12. Gaz holdidagi vodorod yodid 425°C li idishga solinganda qisman vodorod va yodga parchalanadi:



Muvozanatdagi aralashma tahlili $[\text{H}_2] = 4,79 \cdot 10^{-4} \text{ M/l}$, $[\text{J}_2] = 4,79 \cdot 10^{-4} \text{ M/l}$, $[\text{HJ}] = 3,53 \cdot 10^{-3} \text{ M/l}$ tengligini ko'rsatdi. Ko'rsatilgan temperaturadagi K_c ni toping.

13. Berilgan muvozanatdagi sistema $\text{C}_{(\text{kat})} + \text{CO}_2 - 2\text{CO}$ ($\Delta H = 119,8 \text{ kJ}$) ga qanday o'zgarishlar va faktorlar ta'sir etishini aniqlang (Le-Shatelye prinsipi asosida):

- $\text{CO}_{2(\text{g})}$ ning qo'shilishi;
- $\text{C}_{(\text{kat})}$ ning qo'shilishi;
- ma'lum miqdordagi issiqlikning kiritilishi;
- sistemaning siqilishi;
- katalizatorning kiritilishi;
- $\text{CO}_{(\text{g})}$ ning chiqarib yuborilishi.

14. Reaksiyalarda ishlatilgan moddalar konsentratsiyasi mol/l da o'lchangan bo'lsa, quyida keltirilgan har bir sistemada muvozanat konstantasi K qanday birliklarda o'lchanishini aniqlang:

- $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$;
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$;
- $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NO}$;
- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$.

15. Mineral o'g'itlar ishlab chiqaruvchi korxonalarda azot oksidlari aralashmasi bo'lgan qizg'ish-qo'ng'ir gazlar atmosferaga

uchirib yuboriladi. Aralashma tarkibini aniqlang, uning rangini yil fasllariga qarab o'zgarib turishi sababini tushuntiring.

16. Ammiak sintezida bosim oshsa, muvozanat qay tomonga surilishini ayting.

Test savollari

1. Muvozanatdagi sistemada $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; $[N_2] = 0,9$; $[H_2] = 0,6$; $[NH_3] = 6 \text{ mol/l}$ ga o'zgarsa, boshlang'ich holatga nisbatan bosim qanday o'zgaradi?

- A. 1,8 marta ortadi. B. 1,4 marta kamayadi.
D. 1,8 marta kamayadi. E. 14 marta ortadi. F. O'zgarmaydi.

2. Agar $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ reaksiyaning unumi 70% bo'lsa, 0,42 mol/l oltingugurt (VI) oksidi hosil bo'lgan. Oltingugurt (IV) oksidining dastlabki miqdorini aniqlang.

- A. 0,2. B. 0,42. D. 0,6. E. 1,2. F. 1,6.

3. Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lganda, 60°C da tezligi 0,64 mol/l·s⁻¹ ga teng. Temperatura 10°C bo'lganda reaksiya tezligini aniqlang.

- A. 0,01. B. 0,02. D. 20,48. E. 40,96. F. 0,04.

4. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2 - Q$ sistemadagi muvozanatni o'ngga siljitish uchun qanday faktordan foydalanish kerak?

- A. Temperaturani oshirish. B. Temperaturani kamaytirish.
D. Bosimning ortishi. E. Bosimning kamayishi.
F. Mahsulotlar konsentratsiyasining kamayishi.

5. $NO + O_2 = 2NO_2$ reaksiyada $[NO] = 0,6 \text{ mol/l}$, $[O_2] = 0,5 \text{ mol/l}$ bo'lganda, tezlik mol/l·s ga teng. To'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasini aniqlang.

- A. 00,6; B. 0,1; D. 1,0; E. 1,2; F. 1,6.

6. Agar $CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$ sistemada $[CO]_t = 0,2$; $[COCl_2] = 0,8 \text{ mol/l}$, muvozanat konstantasi 40 ga teng bo'lsa, xlorning boshlang'ich konsentratsiyasini aniqlang.

A. 0,1; B. 0,2; D. 0,8; E. 0,9; F. 1,0.

7. Reaksiyaning tezlik ko'effitsiyenti 5 ga teng bo'lganda, tezlikni 625 barobar oshirish uchun temperaturani necha gradusga oshirish kerak?

A. 10, B. 25, D. 40, E. 125, F. 150.

8. $2\text{H} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ reaksiyada boshlang'ich $[\text{H}_2] = 0,4$; $[\text{O}_2] = 0,2$ mol/l ga teng. Vodorodning molyar ulushi 40% ga kamayganda moddalar konsentratsiyasini aniqlang.

A. 0,12 va 0,16; B. 0,24 va 0,16; D. 0,24 va 0,12; E. 0,12 va 0,24; F. 0,24 va 0,32.

VII BOB

ERITMALAR

Eritmalar keng tarqalgan bo'lib, atrofimizni o'rab va bizga hayot bag'ishlab turgan havo, jez, biologik suyuqliklar bo'lgan qon, limfa va boshqalar ularga misol bo'la oladi.

Nisbiy miqdori keng ko'lamda o'zgara oluvchi ikki va undan ortiq komponent — tarkibiy qismlardan tashkil topgan qattiq yoki suyuq gomogen faza eritma deyiladi.

VII.1. ERITMALARNING UMUMIY XOSSALARI. KONSENTRATSIYANI IFODALASH USULLARI

Barcha eritmalar **erigan moddalar va erituvchidan** tashkil topgan bo'ladi, bunday muhitda moddalar molekula yoki ionlar holida bir tekis tarqaladi. Eritmalar tarkibining doimiy emasligi ularni mexanik aralashmalarga yaqinlashtiradi, ammo o'zining bir jinslili bilan ulardan farqlanadi.

Erigan modda fazasi bilan muvozanatda bo'lgan eritma **to'yingan** hisoblanadi. Bular kam tarqalganligi sababli u qadar amaliy ahamiyatga ega emas. Amaliyotda **to'yinmagan** eritmalar, ya'ni tarkibida erigan modda konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmalar ko'p ishlatiladi.

Eritma yoki erituvchining ma'lum hajmida erigan moddaning miqdoriga eritmaning konsentratsiyasi deyiladi.

Eritmada erigan modda konsentratsiyasi yuqori bo'lganda konsentrlangan, kam bo'lganda suyultirilgan eritma deb yuritiladi.

Konsentratsiyani ifodalashning bir necha miqdoriy usullari ma'lum.

1. Protsent (foiz) konsentratsiya — bu eritmaning 100 birlik massasida erigan moddaning massalar soni (masalan, grammlar soni) bilan belgilanadi.

$$\text{Protsent konsentratsiya, } C\% = \frac{\text{erigan modda massasi}}{\text{eritmaning umumiy massasi}} \cdot 100.$$

Misol. Natriy xloridning 10% li eritmasi deyilganda shunday eritma tushuniladiki, uning 100 grammida 10 g NaCl va 90 g H₂O bo'ladi.

2. Molyar konsentratsiya (molyarlik) — 1 l eritmada erigan modda mollari soni bilan belgilanadi.

$$\text{Molyar konsentratsiyaning matematik ifodasi } C_m = \frac{n}{v} \text{ mol/l,}$$

bilan ifodalanadi. Bu yerda; C_m — molyar konsentratsiya, n — modda miqdori (mollari soni), v — eritma hajmi (l).

Misol. Nitrat kislotaning 2 molyar eritmasi berilgan t° da har litrida ikki mol, ya'ni 126 g HNO₃ bo'lgan eritma tushuniladi.

3. Ekvivalent konsentratsiya yoki normallik mazkur t° da eritmaning bir litrida erigan modda ekvivalentlar soni bilan ifodalanadi (n harfi bilan belgilanadi).

Misol. Nitrat kislotaning 2n eritmasi deyilganda har litrida ikki ekvivalent, ya'ni 126 g, HNO₃ bo'lgan eritma tushuniladi.

4. Molyal konsentratsiya (molyallik — C_m harfi bilan belgilanadi) 1000 g erituvchida erigan moddaning mollar soni. Bu yo'l bilan aniqlangan konsentratsiya mol — massa konsentratsiyasi (molyallik) deyiladi.

Misol. Nitrat kislotaning 2 molyal eritmasi deyilganda, 1000 g suvda 2 mol HNO₃ eritilishidan hosil bo'lgan eritma tushuniladi.

5. Mazkur modda mollar sonini eritmada mavjud bo'lgan barcha moddalar mol lari umumiy soniga nisbati shu modda (komponent) ning mol qismi deb ataladi. Bir modda ikkinchi

moddada eriganda erigan modda mol qismi (N_2) quyidagicha topiladi

$$N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

bu yerda, n_1 va n_2 — erituvchi va erigan moddalar mol lar soni.

Konsentratsiyalari normallik bilan ifodalangan eritmalar-dan foydalanib, erigan moddalar qoldiqsiz reaksiyaga kirishishlari uchun ular qanday hajmiy nisbatda aralashishini oldindan hisoblab topish mumkin bo'ladi.

Normalligi C_{H_1} bo'lgan A moddaning V_1 litri normalligi C_{H_2} bo'lgan B moddaning V_2 litri bilan reaksiyaga kirishdi, deylik. Bu A moddaning $C_{H_1} \cdot V_1$ ekvivalenti va B moddaning $C_{H_2} \cdot V_2$ ekvivalenti reaksiyaga kirishganligini bildiradi. Demak, moddalar ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi, shuning uchun:

$$C_{H_1} : V_1 = C_{H_2} \cdot V_2$$

yoki

$$V_2 \cdot V_1 = C_{H_1} \cdot C_{H_2}$$

deb yoza olamiz.

Shunday qilib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar eritma-sining hajmi, ular normalliklariga teskari proporsionaldir.

Bundan, reaksiyalar uchun zarur eritmalar hajmini aniqlash bilan bir qatorda, aksincha, reaksiyaga sarflangan eritmalar hajmi bo'yicha ular konsentratsiyalarini ham topish imkoniyati tug'iladi.

VII.2. ERUVCHANLIK

Moddaning u yoki bu erituvchida erish xususiyati eruvchanlik deyiladi. Mazkur sharoitda moddaning eruvchanlik o'lchovi uning 7 to'yingan eritmasi konsentratsiyasi bilan belgilanadi. Ko'pincha, eruvchanlik erituvchining 100 massa birligini mazkur sharoitda to'yintiruvchi suvsiz moddaning

massa birligi soni bilan belgilanadi va bu yo‘l bilan ifodalangan eruvchanlikni **eruvchanlik koeffitsiyenti** deyiladi.

100 g suvda 1 g dan ortiq modda erisa — yaxshi eriydigan, 100 g suvda 1 g dan 0,001 gacha modda erisa kam eriydigan, 0,001 g dan oz eriydigan moddalarga erimaydigan moddalar deyiladi.

Qattiq jismlarning erishi aksariyat hollarda issiqlik yutilishi bilan boradi. Bunda energiyaning ko‘pgina qismi kristall panjarani parchalashga sarflanadi. Bu energiya gidrat (solvat)lar hosil bo‘lishida ajraladigan energiya bilan qoplanadi.

Le-Shatelye prinsipini moddaning kristall holati va uning to‘yingan eritmasiga qo‘llab, modda energiya yutish bilan eriganda temperaturaning ko‘tarilishi uning erishini oshiradi degan xulosani chiqarish mumkin. Aksincha, gidratlanish energiyasi eritma hosil bo‘lishi uchun yetarli bo‘lganda, ya‘ni erish energiya ajralishi bilan borsa, bunday holda temperatura ko‘tarilishi eruvchanlikni kamaytiradi. Bunday hodisa suvda ishqorlar, litiy, magniy va alyuminiyning ko‘pgina tuzlari eriganda ro‘y beradi.

Suyuqliklarning bir-birida erishi chegaralangan holatdan chegaralanmagan holatga o‘tish temperaturasi **eruvchanlikning kritik temperaturasi** deyiladi.

Agar ikki bir-biriga aralashmaydigan suyuqlikdan iborat sistemaga bularning har birida eriy oladigan uchinchi modda kiritilsa, unda erigan modda bu suyuqliklarda erishiga mos proporsionallikda tarqaladi. Bundan **taqsimlanish qonuni** kelib chiqadi, ya‘ni ikki aralashmaydigan erituvchida eriy oladigan modda o‘zgarmas temperaturada moddalar orasida shunday taqsimlanadiki, bu eritmalardagi uning konsentratsiyalar nisbati umumiy erigan modda miqdoriga bog‘liq bo‘lmagan holda doimiy bo‘ladi:

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

Bu yerda: C_1 va C_2 — erigan moddaning birinchi va ikkinchi erituvchidagi konsentratsiyalari; K — tarqalish koeffitsiyenti.

Gazlarning suvda erishi ekzotermik jarayondir. Shu sababli gazlarning eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan pasayadi. Organik erituvchilarda gazlar eriganda issiqlik yutilishi holatlari uchraydi. Bunday holatlarda temperatura ortishi bilan gazlarning eruvchanligi ko'payadi.

Gaz suyuqliklarda eriganda muvozanat vujudga keladi va bunda sistemaning hajmi birmuncha kamayadi. Demak, bosimning ko'tarilishi muvozanatni o'ngga tomon suradi, ya'ni gaz eruvchanligini oshiradi.

Gaz bosimi, masalan, ikki baravar oshirilsa, uning molekulari konsentratsiyasi suyuqlik ustida shuncha marta ortadi, bunda gazning erishi ham tezlashadi. Muvozanat buziladi. Yangi bosimda muvozanat vujudga kelishi uchun erigan molekular konsentratsiyasi ham ikki baravar ortadi. Bunday hodisa Genri qonuni bilan tushuntiriladi.

Doimiy temperaturada suyuqlikning mazkur hajmida eriyotgan gaz massasi gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsionaldir.

Genri qonuni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C = kP$$

bu yerda, C — to'yingan eritmadagi gaz konsentratsiyasi; P — parsial bosim; k — proporsionallik koeffitsiyenti, uni Genri konstantasi (yoki Genri koeffitsiyenti) deb ataladi.

VII.3. OSMOTIK BOSIM

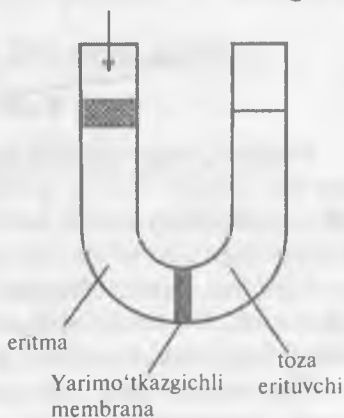
Eritma gomogen sistemadan iborat bo'lib, erigan modda va erituvchi zarrachalar tartibsiz harakatda bo'ladi va eritmaning butun hajmi bo'yicha baravar tarqaladi.

Agar silindrga qandaydir moddaning, masalan, shakar-ni konsentrlangan eritmasini quyib, uning ustiga shakar-ni birmuncha suyultirilgan eritmasidan solsak, bunda avval, shakar bilan suv teng hajmda tarqalmagan holatda bo'ladi. Ammo biroz vaqt 'tgach, shakar bilan suv molekulari bir tekis tarqalgan holatga o'tadi. Bu shakar molekulari-ni konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga va aksincha, suv molekularini suyultirilgan eritmadan konsentrlangan eritmaga o'ta borishi hisobiga bo'ladi. Bunda

konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga o'tuvchi shakar molekulari istalgan vaqt ichida ko'proq bo'lishi turgan gap. Shunday qilib, konsentrlangan eritmadan suyultirilgan eritmaga shakar-ning yo'nalishi vujudga ke-ladi, suv esa suyultirilgan eritmadan konsentrlangan eritmaga harakat qiladi, ya'ni har bir zarracha konsen-tratsiyasi kam tarafga harakat qila boshlaydi. Zarrachalar harakatlanib ko'chib, uning konsentratsiyasini tenglash-tirishga olib keluvchi jarayon diffuziya deyiladi. Diffuziyada sistemaning entropiyasi ortadi. Ko'rsatilgan misolda erigan modda va erituvchi zarrachalari qarama-qarshi yo'nalishda harakat qiladi. Bunday holat **to'qnashuvchi** yoki **ikki yoqlama diffuziya** deyiladi. Agar ikki eritma erituvchini o'tkazadigan va erigan moddani o'tkazmaydigan to'siq qo'yilsa, o'zgacha hodisa kuzatiladi. Bunday yarimo'tkazgichlar deb ataladigan to'siqlar tabiatda ham uchraydi, ularni sun'iy ravishda tayyorlasa ham bo'ladi.

Loydan yasalgan teshikchalarga ega silindrga biror eritma, masalan, shakar eritmasini quyib, silindrni suvga tushirsak, bunda konsentratsiyalar tenglashuvi faqat suvning o'tishi hisobiga amalga oshadi. Suv molekulari ko'p miqdorda eritmaga o'ta boshlaydi, buning orqasida eritma hajmi ko'paya boradi, shakar konsentratsiyasi esa kamaya boradi. **Yarim o'tkazgich to'siq orqali amalga oshuvchi bunday bir yoqlama diffuziya osmos deyiladi.**

VII.1-rasmda osmotik bosimni o'lchash asbobining sxemasi keltirilgan. 2-idishni shakar eritmasi bilan to'ldirib, uni 1-idishdagi suvga solib qo'yamiz. Osmos tufayli eritma hajmi ko'paya boradi va nayni to'ldira boshlaydi. Eritmaning naydagi satxi ko'tarila borishi bilan



VII. 1-rasm. Osmotik bosimni o'lchash asbobi sxemasi.

suv molekularining eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiluvchi ortiqcha bosim — **gidrostatik bosim** vujudga keladi. Gidrostatik bosim ma'lum birlikka yetgach, muvozanatdagi eritmaning osmotik bosimi yuzaga keladi. Mana shunday muvozanatdagi gidrostatik bosimni o'lchash orqali osmotik bosimni aniqlash mumkin. Osmos hodisasi hayvon va o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydi. Osmos tufayli o'simlik poyasidan yuqoriga suv ko'tariladi va xujayralarni ta'minlaydi.

Turli eritmalarning osmotik bosimi o'rganilgan va uning kattaligi eritma konsentratsiyasi bilan temperaturaga bog'liqligi aniqlangan. Bunday tajribalar osmotik bosim hosil bo'lishida erigan modda yoki erituvchi tabiati ahamiyatining yo'qligini tasdiqlagan.

1886-yilda Vant-Goff uncha yuqori konsentratsiyaga ega bo'lmagan elektrolitmaslar eritmalari uchun osmotik bosim konsentratsiya va temperaturaga bog'liqligini quyidagi tenglama bilan ifodaladi:

$$P = 1000 \cdot CRT$$

bu yerda: P — osmotik bosim (Pa); C — uning molyar hajm konsentratsiyasi (mol/l), R — universal gaz doimiysi, 8,314 (J/mol. K); T — mutlaq temperatura.

VII.4. TO'YINGAN BUG' BOSIMI

~~Raul qonuni~~

Mazkur temperaturada har bir suyuqlik ustidagi to'yingan bug' bosimi doimiy qiymatga ega bo'ladi. Biror moddaning suyuqlikda erishi uning to'yingan bug' bosimining kamayishiga olib kelishi tajribalardan ko'rinadi.

1887-yili Raul to'yingan bug' bosimiga doir qonunini e'lon qildi. Eritma ustidagi to'yingan bug' bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol qismiga tengdir.

Raul qonunining matematik ifodasi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N_2$$

bu yerda: P_0 — toza erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi; P — eritmaning bug‘ bosimi; N_2 — erigan modda mol qismi.

Raul eritmalarning qaynashi va muzlashini o‘rganib, elektrolitmaslarning suyultirilgan eritmaları uchun qaynash temperaturasining oshuvi va muzlash temperaturasining kamayishi eritma konsentratsiyasiga proporsionalligini topdi:

$$T_{\text{qaynash}} = \varepsilon C_m = \frac{\varepsilon \cdot a \cdot 1000}{v \cdot M_r}$$

$$T_{\text{muzlash}} = k C_m = \frac{k \cdot a \cdot 1000}{v \cdot M_r}$$

bu yerda: C_m — mol-massa konsentratsiya (molyallik), a — erigan modda massasi, b — erituvchining massasi, M_r — erigan moddaning mol massasi. ε ebulyoskopik (qaynash) va k krioskopik (muzlash) doimiysi, ular erituvchi tabiatiga bog‘liq bo‘lib, erigan modda tabiatiga bog‘liq bo‘lmaydi. Moddalarning molekulyar massasini aniqlashda eritmalar qaynash va muzlash temperaturalarini o‘lchashga mo‘ljallangan ebulyoskopik va krioskopik usullardan foydalaniladi, ya’ni:

$$M_r = \frac{\varepsilon \cdot a \cdot 1000}{b \cdot \Delta T_{\text{qay.}}} \quad \text{ebulyoskopik usul,}$$

$$M_r = \frac{\varepsilon \cdot a \cdot 1000}{b \cdot \Delta T_{\text{muz}}} \quad \text{krioskopik usul.}$$

VII.5. KISLOTA VA ASOS NAZARIYALARI

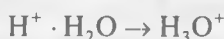
Hozirgi vaqtda kislota va asoslar haqida umumlashgan bir qancha nazariyalar ma’lum. Bulardan solvosistemalar nazariyasi, proton nazariyasi va elektron nazariyasi keng qo‘llaniladi. Bu nazariyalarning har biri turlicha negizlar asosida kelib chiqqan bo‘lishiga qaramay, bir-biriga zid emas hamda kislota — asos birikmalarning o‘ziga xos tomonlarini ochib beradi. Kislota va asos haqidagi nazariyalarning hozirgi ifodasini ishlab chiqishda boshqalar bilan bir qatorda o‘zbekistonlik olim M.I. Usanovichning xizmati katta bo‘ldi.

1. Solvosistema nazariyasi

Suv dissotsilanganda:



vujudga kelgan N^+ va ON^- ionlari boshqa ionlar kabi suvli eritmada gidratlanadi. Vodorod ioni suv molekulasini bilan osongina birikib, gidroksoniy ionini hosil qiladi:



Gidroksoniyini ba'zi birikma (kompleks)laridan kristall holda ajratib olish mumkinligi aniqlangan.

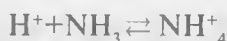
Shunday qilib, suvning o'zi dissotsilanganda ham gidroksoniy ioni vujudga kelishi quyidagi tenglamadan ko'rinib turibdi:



O'tkazilgan tajribalar aminlarning ko'pgina anorganik tuzlarni eritishi, ularning eritmalarini ham tok o'tkazishini ko'rsatdiki, bu elektrolitik dissotsilanishdan darak berdi. Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida va suyuq ammiakda o'tkazilgan reaksiyalar orasida yaqinlik borligi ko'rinib. Ammiakning o'zi ham oz bo'lsada, dissotsilanishi aniqlangan:



Vodorod ioni eritmada solvatlangan bo'lib, u erituvchining bir molekulasini bilan tezgina reaksiyaga kirishadi:



Natijada gidroksoniy ioniga o'xshash bo'lgan ammoniy ioni hosil bo'ladi. Ammiakning dissotsilanishi ham suvni kabi boradi:



NH_2^- ioni OH^- ga o'xshash iondir.

Ammiak bilan o'tkazilgan ilmiy kuzatishlar metallarning amidlarini gidroksidlarga o'xshash birikmalar deb qarashga imkon berdi.

Bu o'xshashlik OH^- va NH_2^- ionlari hamda suv bilan ammiak molekulalarining izoelektronlik xususiyatlari bilan yanada ravshanlashadi. Bular orasidagi o'xshashlik ularning ko'pgina xossalarida namoyon bo'ladi. Asoslarning suvdagi eritmaları kabi amidlarning ammiakli eritmaları dissotsilanishi tufayli elektr tokini o'tkazadi:



Mana shu eritmalarda fenolftalein qizaradi, kislota qo'shilganda ular neytrallanadi. Amidlarning erishi gidroksidlarning erishiga mos keladi. Bundan suyuq ammiak muhitidagi metall amidlari OH^- gruppasiga ega bo'lmasligiga qaramay, o'zini kuchli asoslardek tutadi, degan xulosa kelib chiqadi.

Agar suyuq ammiakda ammoniy tuzi eritilib, tegishli kislota xususiyatga ega eritma hosil qilinsa va olingan ma'lumotlar taqqoslansa, bularning bir xilligini, ya'ni har ikkala holda ham ammoniy tuzi eritmasi hosil bo'lishi kuzatiladi:



Franklin suyuq ammiakda eritilgan ammoniy tuzlari metallarning amidlari bilan kislotalar kabi reaksiyaga kirishishini ko'rsatdi. Demak, suyuq ammiakdagi ammoniy tuzlari o'zini kislota kabi tutadi. Suyuq ammiakdagi neytrallanish reaksiyasi dissotsilanmagan eritma molekulalarining hosil bo'lishiga olib keluvchi jarayondan iborat bo'ladi. Ko'rilgan qonuniyatlar kislota va asoslarning yangi solvosistemalar nazariyasida o'z aksini topdi.

Ushbu nazariyaga binoan eritmada erituvchi dissotsilanganda musbat ionlar hosil qiluvchi birikma shartli ravishda kislota deb qaraladi, asos bo'lib esa eritmada erituvchining o'zi dissotsilanganda manfiy ionlar hosil qiluvchi birikmalar qabul qilinadi.

2. Proton nazariyasi. Brensted-Laurilar tomonidan taklif qilingan bu nazariyaga asosan proton bera oluvchi har qanday zarracha (molekula yoki ion) kislota bo'ladi. Protonni biriktirib oluvchi har qanday zarracha asosdir.

Proton nazariyasiga muvofiq kislotalar uchga bo'linadi:

1) **neytral kislotalar:** bularga misol qilib xlorid kislota yoki sulfat kislota ko'rsatish mumkin:



2) **anion kislotalar:** manfiy ionlardan iborat bo'ladi:



3) **kation kislotalar:** musbat ionlardan iborat bo'ladi:



Kation kislotalarga ko'p valentli metallarning gidratlangan ionlari ham kiradi.

Ko'pgina komplekslarni kislotalarga qo'shish mumkinki, bularning ham proton berishi tajribalarda isbotlangan.

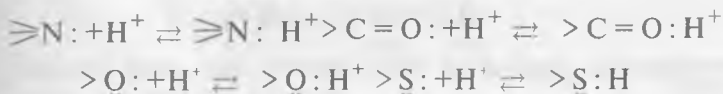
Asoslarni ham kislotalar kabi neytral (suv, aminobirikmalar) anionli (Cl^- , OH^-) va kationli (H_3O^+ , NH_4^+) sinflarga ajratish mumkin.

Proton nazariyasiga muvofiq proton ajralishining har qanday reaksiyasi quyidagi sxema orqali ifodalanadi:



Bunday jarayonda ishtirok etuvchi asos va kislota mujassamlashgan bo'ladi. Masalan, gidrosulfat anioni — HSO_4^- sulfat kislota — H_2SO_4 bilan mujassamlashgan asos, H_3O^+ ioni esa asos bo'lgan H_2O bilan mujassamlashgan kislotaadir.

Proton nazariyasi organik moddalar — aminlar, efir, keton va tioefirlarning asos xususiyatini tushuntirib beradi. Bunday birikmalar donor-akseptor bog'i bo'yicha protonni biriktirib, mujassamlashgan kislotalar bo'lgan **oniy** — **kationlar** hosil qiladi.



Proton nazariyasida erituvchining proton ajralishi bilan boradigan *dissotsilanishi* katta ahamiyatga egadir. Buning miqdoriy kattaligi *avtoprotoliz konstantasi* (*avtoprotolizning ion ko'paytmasi*) bilan xarakterlanadi.

Erituvchining o'zi qanchalik kuchli dissotsilansa, uning kislotaliligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Erituvchining yana bir muhim xususiyati uning *protonga moyilligi* bo'lib, mazkur erituvchida protonning solvatlanishida ajraluvchi energiya bilan belgilanadi. Protonga moyillik qanchalik ko'p bo'lsa, erituvchining asos xossalari shunchalik kuchli namoyon bo'ladi. Protonga moyillik ammiakda kuchli, bundan keyingi o'rinda gidrazin, suv, etil spirt va boshqalar turadi.

Osonlik bilan proton biriktiruvchi moddalar *protofillar* (ammiak, gidrazin va boshqalar) va oson uzatuvchilar esa *protogenlar* (HF, HNO₃ va boshqalar) deyiladi. Protonni bir yo'la ham biriktirib, ham uzatuvchilar *amfiprotonlar* (suv, metil spirt va boshqalar) deb ataladi.

Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini sezdirmaydigan erituvchilar *nivelirlovchilar* deyiladi.

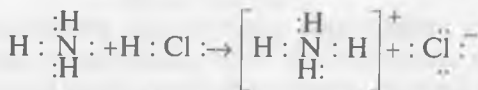
Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini yuqori darajada sezdiradigan erituvchilar *differensiyalovchilar* deyiladi. Kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchilar sifatida suvga qaraganda protonga moyilligi kamroq bo'lgan sirka kislota, etil spirt, atseton va shu kabi organik erituvchilarni ko'rsatib o'tish mumkin.

Agar suvsiz sirka kislota kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchi bo'lsa, asoslar uchun nivelirlovchi erituvchi bo'ladi.

3. Elektron nazariyasi. Bu nazariyani Lyuis taklif qilgan bo'lib, asos sifatida kimyoviy bog' hosil bo'lishi uchun elektron jufti beruvchi modda, kislota sifatida esa elektron juftlarini qabul qiluvchi modda — elektron juftlari akseptori qabul qilingan. Elektron nazariyasiga ko'ra kislota — asos reaksiyasi donor-akseptor bog'lanishning hosil bo'lishidan iboratdir. Kislota bilan asosning birikishidan *adduktlar* deb ataluvchi tuzsimon modda hosil bo'ladi:



yoki



Elektron nazariya suvli eritmalarda boradigan neytralla-nish, kompleks hosil bo'lishi, aminobirikmalarning ba'zi galogenidlar bilan, angidridlarning suv bilan reaksiyalarini o'xshash jarayonlar sifatida qaraydi. Elektron juftlar donori bo'lgan moddalar *Lyuis asoslari*, elektron juftlarning akseptori bo'lgan moddalar *Lyuis kislotalari* deyiladi.

Lyuis asoslariga ba'zi aminobirikmalar (ammiak, alifatik va aromatik aminlar, galogenid-ionlar, piridin asoslari, xinolin asoslari va hokazolar), ketonlar yoki umumiy formulasi X_2CO bo'lgan (X — galogen atomi) birikmalar kiradi.

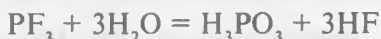
Lyuis kislotalariga misol qilib bir qator elementlarning galogenidlari (BF_3 , AlCl_3 , SiCl_4 va boshqalar), kumush, xrom, platina kabi hamda boshqa ionlarni — kompleks hosil qiluvchilarni ko'rsatish mumkin. Bularning ba'zilari amaliy ahamiyatga egadir.

Kislota-asos nazariyasi doirasidagi reaksiyalar o'zining tez borishi, katalizator qo'llashni talab qilmasligi va mahsulot unumining 100% ga qadar yetishi bilan ajralib turadi. Bunday reaksiyalar kimyoviy analizda ko'p qo'llaniladi. Ayniqsa, suvsiz titrlashda juda qo'l keladi. Kislota-asos nazariyasidan anorganik sintezda foydalanib, juda ko'plab yangi moddalar olingan. Ftorlashda olinadigan sintetik materiallar, biologik aktiv moddalar, tibbiyot uchun zarur dori-darmonlar va boshqalar bunga misol bo'la oladi. Suyuq ammiakda olib boriluvchi bir qancha reaksiyalar ham kislota-asos reaksiyalaridan hisoblanadi. Boshqa yo'llar bilan olib bo'lmaydigan moddalar — kremniy, tetramid, nitrozilamid, sulfamid va shu kabi boshqa muhim birikmalar shu yo'l bilan olinganligi kislota-asos nazariyasining faqat nazariy ahamiyatga ega bo'lib qolmay, uning ulkan amaliy istiqboli borligidan dalolat beradi.

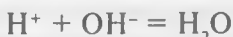
VII.6. GIDROLIZ

Modda bilan suv orasida sodir bo'ladigan almashinuv reaksiyasiga gidroliz deyiladi.

Gidrolizning mazmuni suv ta'sirida parchalash (destruksiyalash) demakdir. Masalan, fosfor (III)-ftorid PF_3 suv bilan oson reaksiyaga kirishib, fosfit kislota va vodorod ftorid hosil qiladi:

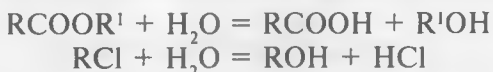


Turli xil sinflarga kiruvchi birikmalar gidrolizga uchraydi. Ayniqsa, tuzlar gidrolizi muhim ahamiyatga ega. Tuzlar gidrolizida kislota va asoslar hosil bo'ladi. Gidroliz reaksiyasiga kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan, kuchsiz kislota va kuchli asosdan yoki kuchsiz asos bilan kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchraydi, neytrallanish bu holda quyida ifodalangan reaksiya bilan belgilanadi:



teskari reaksiya, ya'ni suv molekulasining ionlarga dissotsilanishi juda kam darajada boradi. Gidrolizda erimaydigan yoki uchuvchan modda hosil bo'lishi, dastlabki moddaning oxirigacha parchalanganligini bildiradi. Tuzlar gidrolizi tufayli bufer eritmalar mavjud bo'ladi.

Organik birikmalar kislota yoki ishqorlar ishtirokida gidrolizlanadi:



Aniq misol tariqasida bir asosli kislota bilan bir valentli metallardan tashkil topgan tuz — natriy atsetatni olaylik. Ushbu tuz kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan bo'lib, uning gidrolizi quyidagicha boradi:



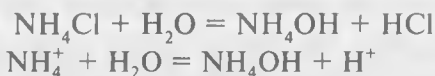
yoki ion-molekulyar holda yozsak:



Tenglamadan ushbu misolda gidroliz tuz anioni hisobiga va reaksiya OH^- ioni ajralishi bilan borayotganligi ko'rinadi.

Ammo suvning ion ko'paytmasi $[H^+][OH^-]$ doimiy kattalik bo'lganligi sababli OH^- ionlarining ko'payib borishi vodorod ionlarining kamayishiga olib keladi. Bundan **ravshanki, kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan hosil bo'lgan tuzlar eritmasi ishqoriy muhitga ega bo'ladi.**

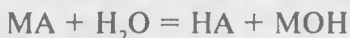
Shunga o'xshash holda kuchsiz asos bilan kuchli kislota-dan tashkil topgan tuz kationi gidrolizga beriladi va natijada reaksiya vodorod ionlarining hosil bo'lishi bilan boradi:



H^+ ionlarining yig'ilishi OH^- ionlari konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, **kuchsiz asos bilan kuchli kislota-dan hosil bo'lgan tuzlar eritmasi kislotali muhitga ega bo'ladi.**

Yuqorida keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, eritmada bo'lgan tuzning hammasi emas, balki ma'lum qismi gidrolizlanadi. Boshqacha qilib aytganda, eritmada tuz bilan u hosil qiladigan kislota va asos orasida muvozanat vujudga keladi. Gidrolizlanadigan modda qismi — gidroliz darajasi muvozanat konstantasiga hamda temperatura va tuz konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Gidroliz tenglamasini umumiy holda yozamiz. HA — kislota, MOH — asos, MA — ular hosil qilgan tuz. Bunda gidroliz uchun quyidagi tenglamani yozamiz:



Bunda muvozanat konstantasi quyidagicha yoziladi:

$$K = \frac{[HA][MOH]}{[MA][H_2O]}$$

Suv konsentratsiyasi suyultirilgan eritmalarda amaliy jihatdan olganda doimiy kattalikka ega. $K[H_2O] = K_2$, deb belgilab muvozanat konstantasi K_2 ni topamiz:

$$K_2 = \frac{[HA][MOH]}{[MA]}$$

Gidroliz konstantasi qiymati mazkur tuzning gidrolizga kirishish xususiyatini belgilaydi.

Kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan tuz uchun gidroliz konstantasi kislolaning dissotsilanish konstantasi K_{kisl} bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{kisl}}}$$

Ushbu tenglamadan K_{kisl} qanchalik kichik bo'lsa, K_r shunchalik katta bo'lishi ko'rinib turibdi. Boshqacha so'z bilan aytganda **kislota qanchalik kuchsiz bo'lsa, uning tuzlari shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi.**

Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuzlar uchun yuqoridagiga o'xshash holda gidroliz konstantasi asosning dissotsilanish konstantasi K_{asos} bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{asos}}}$$

Binobarin, asos qanchalik kuchsiz bo'lsa, u hosil qilgan tuzlar shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi.

Kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan tashkil topgan tuzlar uchun gidroliz konstantasi kislota hamda asoslarning dissotsilanish konstantasi bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_r = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{kisl}} \cdot K_{\text{asos}}}$$

Gidroliz sanoatda va hayotda muhim ahamiyatga ega: sanoatda spirtlar, fenollar, o'simlik moylari va hayvon yog'idan yuqori alifatik kislotalar olinadi. Murakkab efitrlar, glikozid va amid bog'lari gidrolizi tirik organizmlar hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni. Eritmalar atom, ion yoki molekullarning gomogen (bir jinsli) aralashmasidir. Eritgan modda bilan erituvchining nisbiy miqdorini suyultirilgan yoki

konsentrlangan eritma sifatida belgilanadi. Moddaning eruvchanligini o'zgartirish uchun temperatura va bosimni o'zgartirish zarur bo'ladi. Gazning erishi bosim ortishi bilan ko'payadi. Le-Shatelye prinsipi mana shu hodisani tushuntiradi. Yarimo'tkazgich membranalar bilan ish ko'rilganda yuzaga keluvchi osmotik bosim ustida fikr yuritiladi.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Molyarlik, molyallik, mol qism, normallik va protsent (foiz) konsentratsiyani o'rganish.
2. Konsentrlangan, suyultirilgan, to'yingan va to'yinmagan eritmalarni tasniflash.
3. Kolloid eritmani chin eritmalardan farqlay olish.

Mashq va masalalar

1. Quyidagi tuzlarning gidroliz reaksiyasini tuzing:
a) CH_3COONa ; b) Na_2CO_3 ; d) KHS.
Bu tuzlar uchun gidroliz konstantasini hisoblang.
2. Quyidagi birikmalar uchun dissotsilanish tenglamalarini tuzing:
a) H_2CO_3 ; b) H_2S ; d) HCN; e) H_2SiO_3 ; f) NH_4OH .
3. Ammiakli bufer eritmaga ozroq miqdorda kislotaga yoki ishqor qo'shilganda uning vodorod ko'rsatkichi pH ning o'zgarishini tushuntirib bering.
4. Quyida keltirilgan eritmalarning har birida erigan modda mol lar sonini hisoblang:
a) 0,358 M li $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ eritmasining 256 ml da;
b) 0,0567 M li HBr eritmasining $400 \cdot 10^4$ ml da;
d) 0,565% NaCl saqlovchi NaCl suvli eritmasining 450 g da.
5. CuCl_2 suvda eriganda issiqlik ajraladi ($46,4 \text{ kJ/mol Cu Cl}_2$).
Le-Shatelye prinsipidan foydalanib, temperaturaning shu tuz eruvchanligiga ta'sirini aniqlang.
6. Agar HgCl_2 ning 0,01 M li eritmasidan tok o'tkazilsa, KCl ning shunday eritmasidagiga qaraganda lampochka kuchsizroq yonadi. Buning boisi nimada?
7. Ko'rsatilgan kolloidlarning qay biri gidrofil va qay biri gidrofob ekanligini aniqlang:
a) gomogenlashtirilgan sutdagi sariq yog';
b) jele;
d) kolloidal oltinning suvli eritmasi;

e) gogol-mogol.

8. Soch yuviladigan shampunlar odatda natriy laurilsulfat $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^- \text{Na}^+]$ xilidagi yuvish vositasini saqlaydi. Shunday moddaning sochni tozalash sababini tushuntiring. Sochdan tabiiy moylarning yuvilib ketishi nimaga bog'liq?

9. Quyida keltirilgan ionlardan qaysi biri suvli eritmada kuchli gidratlanadi: K^+ ; Cs^+ ; Cu^{2+} ?

10. Muzlagan yo'lga NaCl yoki CaCl_2 kabi tuzlar sepilsa, muz eriydi. Jarayonni tushuntiring.

Test savollari

1. Qo'rg'oshin yodidning $0,1 \text{ m}^3$ to'yingan eritmasidagi massa miqdorini aniqlang.

A. $1,35 \cdot 10^{-3}$; B. 0,3; D. 30,0; E. $6,5 \cdot 10^{-4}$; F. 15,0.

2. Dissotsilanish darajasi 1,0% bo'lgan sirka kislotaning pH ini hisoblang.

A. 0,76; B. 2,76; D. 3,76; E. 4,76; F. 5,76.

3. 10% li nitrat kislotasi hosil qilish uchun $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ suvga qancha hajm 50% li (ml) ($d = 1316 \text{ kg/m}^3$) nitrat kislotasi qo'shish kerak?

A. 400; B. 307,8; D. 500; E. 384,6; F. 350.

4. Konsentratsiyalari 0,02 M KOH va 0,1 M NH_4OH ni aralashtirish natijasida hosil bo'lgan eritma pH ini hisoblang.

A. 1,0; B. 2,0; D. 11; E. 12; F. 5.

5. Bariy gidroksid eritmasi (Ba^{+2} ion konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ bo'lsa) pH ini aniqlang?

A. 3; B. 4; D. 5; E. 10; F. 11.

6. Konsentratsiyalari 3 m bo'lgan natriy gidroksidini 1 M xlorid kislotasi bilan aralashtirish natijasida hosil bo'lgan eritmaning pH ni aniqlang (bir xil hajmda).

A. 0; B. 13,0; D. 13,7; E. 14,0; F. 5.

7. Konsentratsiyasi 0,25 n, 0,5 / sirka kislotasini dissotsilangan molekullari sonini 5 barobar oshirish uchun qancha hajm (l) suv qo'shish kerak?

A. 6; B. 8; D. 10; E. 14; F. 16.

8. 298 K da $E_K = 5 \cdot 10^{12}$. Magniy gidroksidning to'yingan eritmasi pH ini hisoblang.

A. 7,7; B. 10; D. 9,7; E. 4,3; F. 0.

9. Konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{-4}$ M bo'lgan sulfat kislotaning pOH ni aniqlang.

A. 3; B. 4; D. 10; E. 11; F. 13.

10. 20% li 3m^3 ammoniy xlorid ($\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$) eritmasidan 10% li eritma tayyorlash uchun qancha hajm (m^3) suv qo'shish kerak?

A. 2,7; B. 2,9; D. 3,18; E. 3,4; F. 4,0.

11. Massasi $2,43 \cdot 10^{-3}$ kg bo'lgan oltingugurt $3 \cdot 10^{-2}$ kg benzolda erishi natijasida qaynash temperaturasi $0,81^\circ\text{C}$ ga oshgan. Eritmadagi oltingugurt molekulasini nechta atomdan iborat ekanligini aniqlang.

A. 2; B. 4; D. 6; E. 8; F. 10.

12. 0,05 kg suvda 0,006 kg elektrolitmas modda eritilsa, eritmaning muzlash temperaturasi $-3,72^\circ\text{C}$ ga teng bo'ladi. Eritmaning mol massasini aniqlang.

A. 40; B. 60; D. 70; E. 80; F. 90.

VIII BOB

ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR

Kimyo texnologiyasida elektr toki bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina jarayonlar uchraydi. Elektrokimyo zavodlari, elektrokimyo kombinatlari va ishlab chiqarish birlashmalarida ana shunday jarayonlar amalga oshiriladi. Reaksiya natijasida elektr toki hosil bo'ladigan jarayonlar ham uchraydi.

Elektr toki bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy reaksiyalar orasidagi bog'lanishlarni elektrokimyo sohasi o'rganadi.

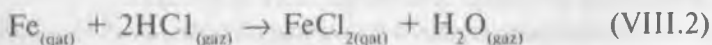
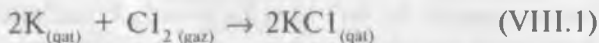
Elektrokimyoviy jarayon sanoatda, texnika va turmushda keng tarqalgan. Elektr batareyalar, akkumulyatorlar tayyorlash, metallarni elektr toki yordamida ajratib olish, metall qoplamalar olish uchun metallarni cho'ktirish, metallar korroziyasi va boshqa qator elektrokimyoviy jarayonlar shular jumlasidandir.

O'zbekistonda elektrokimyo jarayonlarini A.M. Murta-zayev, F.Q. Qurbonov va S. Eshonxo'jayevlar o'rganishdi.

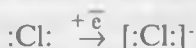
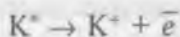
Elektr toki elektr zaryadlarining ko'chishi bilan bog'liqdir. Shu sababli elektrokimyoda elektronlarning bir moddadan ikkinchisiga o'tishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar o'rganiladi. Bunday reaksiyalar **oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari** deyiladi.

VIII.1. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

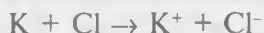
Bir qator reaksiyalarda ishtirok etayotgan elementlarning valentliklari o'zgarani tajribalarda isbotlangan:



Kaliy va xlor atomlari o'zaro birikib KCl hosil bo'lish reaksiyasi kaliy atomidan xlor atomiga elektron ko'chish bilan boradi. Ushbu reaksiyani ikki jarayonning amalga oshuvi deb qarash mumkin:



Ushbu jarayonlarning har biri **yarimreaksiya** deyiladi. Ana shu yarimreaksiyalar yig'indisi, ya'ni neytral atomlardan ion holatdagi zarrachalarning hosil bo'lishi to'liq reaksiya hisoblanadi:



Shunday qilib, elektron yo'qotish bilan boradigan reaksiyalar **oksidlanish**, elektron qabul qilish bilan boradigan reaksiyalar esa **qaytarilish** reaksiyalari deyiladi. Oksidlanishni oksidlanish darajasining oshuvi, qaytarilishni esa oksidlanish darajasining kamayishi bilan boradigan jarayon deb belgilasa ham bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanishga sabab bo'luvchi modda **oksidlovchi** deyiladi. ✓

Oksidlovchi elektronni qo'shib olib o'zi **qaytariladi**. Shuningdek, qaytarilishni amalga oshiruvchi modda **qaytaruvchi** deyiladi. (VIII.2) reaksiyada vodorod xlorid oksidlovchi, temir esa qaytaruvchidir. Reaksiyada qaytariluvchi modda doimo oksidlovchi, oksidlanuvchi modda esa qaytaruvchi hisoblanadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ayni bir vaqtda sodir bo'ladi. Davriy jadvaldagi elementlarning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari ham davriy ravishda o'zgaradi.

VIII.2. OKSIDLANISH DARAJASI

Molekulalarda atomlarning oksidlanish darajasini aniqlashda ularning tuzilish formulasidan foydalanish mumkin. Ammo amalda bu yo'l kam qo'llanadi. Oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qoidalarga rioya qilish zarur.

1. Moddaning element holatidagi oksidlanish darajasi nolga teng. Na, Cl₂, N₂, P da har bir atomning oksidlanish darajasi nolga teng, chunki bog' hosil bo'lishida ishtirok etayotgan elektronlar atomlar orasida baravar tarqaladi.

2. Birikmalarda, ko'proq elektromanfiylikka ega elementlarning oksidlanish darajasi manfiy, kamroq elektromanfiylikka ega bo'lganlarining oksidlanish darajasi musbat deb qabul qilinadi. Oksidlanish darajasining mutlaq kattaligi element valentligiga yaqinroq bo'ladi yoki uning atomlarini hosil qiluvchi bog'lari orasida joylashgan elektron juftlari soniga teng bo'ladi.

3. Har bir molekula yoki molekulyar ionda barcha atomlarning manfiy va musbat oksidlanish darajalari yig'indisi umumiy zaryadga teng bo'lishi kerak. Elementlarning davriy jadvalidan ma'lum qonuniyat asosida ularning oksidlanish darajalarini bilib olish mumkin.

VIII.1-jadvalda ba'zi elementlarning reaksiyalarda ko'proq uchraydigan oksidlanish darajalari keltirilgan. Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, elementlarning valentliklari ikkiga, uchga, to'rtga, beshga va hatto oltiga ham teng bo'lishi mumkin. Bu jihatdan azot, marganes, brom va boshqa elementlar diqqatga sazovor. Elementlarning yuqori va quyi oksidlanish darajasi atomning tartib raqami bilan davriy ravishda bog'liq ekanligi ham yaqqol ko'rinib turibdi. Ishqoriy metallar birikmalarida oksidlanish darajalari +1 ga teng. Bu elementlar boshqa elementlar bilan birikib kimyoviy bog' hosil qilishida bitta elektron berib musbat zaryadlangan ionga aylanadi. 2A gruppada elementlari +2 oksidlanish holatida, 3A gruppada tabiatda ko'p uchraydigan alyuminiy doimo +3 ga teng bo'lgan oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Davriy jadvaldagi kimyoviy elementlarning oksidlanish darajasi

Element	Atomning tartib raqami	Oksidlanish darajasi
Litiy	3	+1
Berilliy	4	+2
Bor	5	+3
Uglerod	6	+2; +4; -4
Azot	7	+1; +2; +3; +4; +5; -3
Kislorod	8	-2
Ftor	9	-1
Natriy	11	+1
Magniy	12	+2
Alyuminiy	13	+3
Krimniy	14	+4; -4
Fosfor	15	+5; -3
Oltingugurt	16	+4; +6; -2
Xlor	17	+7; -1
Kaliy	19	+1
Kalsiy	20	+2
Skandiy	21	+3
Titan	22	+3; +4
Vanadiy	23	+4; +5
Xrom	24	+2; +3; +6
Marganes	25	+2; +3; +4; +5; +6; +7
Temir	26	+2; +3
Kobalt	27	+2; +3

VIII.1-jadvalning davomi

Nikel	28	+2; +3
Mis	29	+1; +2
Rux	30	+2
Galliy	31	+3
Germaniy	32	+2; +4; -4
Mishyak	33	+3; +5; -3
Selen	34	+4; +6; -2
Brom	35	+1; +3; +5; -1
Kripton	36	+4

Kuchli elektromanfiy element bo'lgan ftor doimo -1 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Kislorod asosan -2 ga teng oksidlanish holatida uchraydi. Faqat peroksidlarda ushbu qoidadan chetga chiqiladi. HO_2^- — peroksid ionida va peroksid molekularlarida kislorodning oksidlanish darajasi -1 ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, biror birikmadagi atomlar butunlay ionlarga aylangan, deb faraz qilinganda modda tarkibidagi istalgan elementlarning shartli zaryadi ayni elementning oksidlanish darajasi deb qabul qilinadi.

Oksidlanish darajasini aniqlashda kislorodning oksidlanish darajasi doimo -2 ga, vodorodniki esa +1 ga tengligidan foydalaniladi. Erkin elementlarning oksidlanish darajasi nolga teng bo'ladi.

Suvda vodorodning oksidlanish darajasi +1, kislorodniki -2 dir. Osh tuzida natriyniki +1, xlorniki -1dir. Kaliy permanganat (KMnO_4) da bo'lgan marganes atomining oksidlanish darajasini aniqlash uchun kislorodning oksidlanish darajasi -2 ga tengligini hisobga olib, quyidagi tenglamadan foydalanish kerak: $\text{K}^{+1}\text{Mn}^x\text{O}_4^{-2}$

$$1 + X + 4(-2) = 0$$

$$X = +7$$

X — marganesning oksidlanish darajasi.

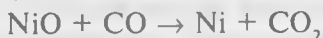
Kaliy permanganat KMnO_4 da marganesning oksidlanish darajasi +7 ga, sulfat SO_4^{2-} ionida oltingugurtning oksidlanish darajasi +6 ga, NO_3^- ionida azotning oksidlanish darajasi +5 ga teng. Metanda uglerodning oksidlanish darajasi -4 ga, uglerod (II) oksid (CO_2) da +4, formaldegid (CH_2O) da nolga, chumoli kislota HCOOH da +2 ga va etilenda -2 ga tengdir. Buning boisi "oksidlanish darajasi" ning formal tushuncha ekanligidir. Bunda qutbli va kovalent birikmalar ham ionli birikmalar sifatida qaraladi, ya'ni u haqiqiy bog'lanishlarni ifodalamaydi. Shunday bo'lsada, bu tushuncha anchagina masalalarni hal qilishda qo'l keladi. Reaksiyaga kirayotgan moddaning qaysi biri oksidlovchi, qaysi biri qaytaruvchi ekanligini bilib olishga yordam beradi.

VIII. 3. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARINING TURLARI

Mazkur reaksiyalarning uch turi bo'lib, bular quyidagilar:

- 1) molekulararo (ionlararo) reaksiyalar;
- 2) molekula (ion) da sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari;
- 3) oksidlovchilik va qaytaruvchilik vazifalari mazkur element atomlarining o'zi bajaradigan disproporsiyalanish reaksiyalari.

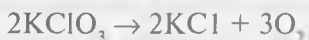
Birinchi turdagi reaksiyalarda oksidlovchi element bir modda tarkibida, qaytaruvchi element esa ikkinchi modda tarkibida bo'ladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borayotganda har xil molekullardagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:



Bunda nikelning oksidlanish darajasi pasayadi, uglerodniki ortadi.

Ikkinchi tur reaksiyalarda ayni bir molekula tarkibiga kiruvchi turli elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi.

Quyidagi reaksiyada:



Xlor ioni Cl^{5+} oksidlovchi, kislorod ioni O^{2-} qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi.

Uchinchi turga kiruvchi disproporsiyalanish reaksiyasiga misol qilib, laboratoriyada toza azot olishda qo'llaniladigan ammoniy nitritning parchalanishini ko'rsatish mumkin:



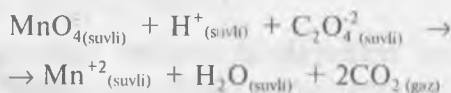
Bu yerda: NH_4^+ ioni oksidlanib, NO_2^- ioni esa azotga aylanib qaytariladi.

VIII.4. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI TENGLAMALARINI TUZISH

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzishda ma'lum qoidalarga rioya qilinadi. Yo'qotilgan elektronlar sonini qabul qilingan elektronlar soniga teng bo'lishi, elementlar sonining reaksiyaning chap va o'ng tomonda bir-biriga teng kelishi (zaryadlarning algebraik yig'indisi har ikki tomonda tengligi) va reaksiya natijasida hosil bo'lgan kislorod ioni O^{2-} kislotali muhitda vodorod ionlari bilan birikib suvga aylanishi, ishqoriy yoki neytral muhitli eritmada gidroksid ionlari hosil bo'lishini hisobga olish kerak bo'ladi. Tenglamalarni tuzishda ikki usul qo'llaniladi.

1. Elektron balans usuli. Qaytaruvchi yo'qotgan umumiy elektronlar soni oksidlovchi qabul qilib olgan elektronlar soniga tenglashtiriladi. Oksidlanish-qaytarilish jarayonining har bir bosqichi uchun ionli tenglamalar tuzilib, bular tegishli koeffitsiyentlarga ko'paytiriladi va bir-birlariga qo'shilgan holda ularning yig'indisi topiladi. Bu usul oksidlanish darajasini hisobga olish usuli deb ham yuritiladi.

Buni quyidagi misolda ko'rib chiqamiz:



Reaksiya tenglamasini tuzish uchun quyidagicha ish tutamiz:

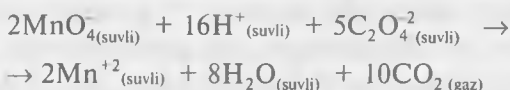
a) tenglamaning ikki tomonida har bir elementning o'zgarish darajasini aniqlaymiz, ya'ni bu bilan qaysi element oksidlanayotgani yoki qaytarilayotganligini bilib olamiz. Yuqoridagi misolda tenglamaning har ikki tomonida vodorodning oksidlanish darajasi +1 ga teng, kislorodning oksidlanish darajasi -2 ga teng — bularning ikkalasi ham oksidlanmayapti yoki qaytarilmayapti. Ammo marganesning oksidlanish darajasi MnO_4^- da +7 dan Mn^{+2} gacha o'zgarayapti, uglerodning oksidlanish darajasi $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ da +3 dan CO_2 da +4 ga ko'tarilayapti;

b) oksidlanishda yoki qaytarilishda har bir elementning oksidlanish darajasi o'zgarishini aniqlaymiz. Marganesning oksidlanish darajasi beshta birlikka; uglerodniki esa bitta birlikka o'zgarayapti. Ammo $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ tarkibida ikkita uglerod atomi borligidan har bir uglerodning oksidlanish darajasi bir $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ioniga hisoblanganda uglerodning oksidlanish darajasi ikkiga teng bo'ladi;

d) ikkinchi bosqichdagi oksidlanish darajalarining o'zgarishini hisobga olgan holda oksidlovchi va qaytaruvchilar oksidlanish darajalarining baravar ortishi va kamayishini ta'minlovchi mollar sonining nisbatini aniqlaymiz. Bu $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ — ioni tomonidan chiqariluvchi va MnO_4^- tomonidan biriktirib olinuvchi elektronlar soniga teng bo'ladi. Shunda ionlar nisbati $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} : 2\text{MnO}_4^-$ kabi bo'ladi, umumiy elektron balans koeffitsiyentlari marganes uchun $10 : 2 = 5$ ga va uglerod uchun $2 : 2 = 1$ ga teng bo'ladi;

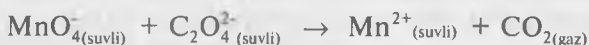
e) oksidlanayotgan va qaytarilayotgan moddalar koeffitsiyentlari aniqlangandan keyin qolgan elementlar atomlari soni tenglashtiriladi. Yuqoridagi misolda $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ioni 10 ta uglerod atomiga ega, bu tenglamaning o'ng tomonida 10 ta CO_2 joylashuvini taqozo etadi. Tenglamaning chap

tomonida 28 ta kislorod atomi (2MnO_4^- da 8 ta va $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ da 20 ta) bo'lib, uning o'ng qismiga 8 molekula suv o'rnashganda 28 ta kislorod atomi ($8\text{H}_2\text{O}$ da 8 ta va 10 ta CO_2 da 20 ta) joylashadi. 8 molekula suv tenglamaning o'ng tomonida, chap tomonda esa 16 ta H^+ ni joylashtirishni taqozo qiladi:



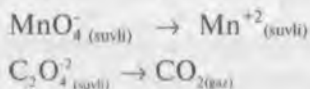
2. *Yarimreaksiyalar (ion-elektron) usuli.* Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini yarimreaksiyalar yordamida tuzish usulini permanganat ioni MnO_4^- bilan oksalat ioni $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ orasida kislotali muhitda boradigan reaksiya misolida ko'rib chiqamiz.

$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ning nordon eritmasiga MnO_4^- qo'shilganda permanganat ionining ko'ng'ir-binafsha rangi yo'qoladi. Bunda eritmadan uglerod (II) oksidi (CO_2) ajralib chiqib, eritma Mn^{2+} uchun xos bo'lgan och-qizg'ish rangga o'tadi. To'liq bo'lmagan reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Amalda bu reaksiya vodorod ionlari (H^+) konsentratsiyasining kamayishi va suv hosil bo'lishi bilan borishi aniqlangan. Bunga reaksiya tenglamasini tuzib, to'la ishonch hosil qilsa bo'ladi. Buning uchun uch bosqichdan iborat quyidagi ishni bajarishimiz lozim.

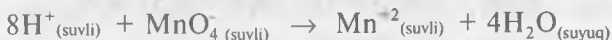
Birinchi bosqichda birida oksidlovchi, ikkinchisida qaytaruvchi ishtirok etadigan ikkita yarimreaksiya yoziladi:



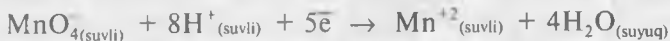
Ikkinchi bosqichda har bir yarimreaksiya oxiriga yetkazilib, alohida-alohida tenglanadi. Reaksiya kislotali muhitda olib borilganda vodorod va kislorod atomlari sonini tenglashtirish uchun reagentlarga yoki reaksiya mahsulotlariga H^+ va H_2O , ishqoriy muhitda esa OH^- va H_2O qo'shiladi. Permanganat ioni ishtirok etayotgan yarimreaksiyada tenglamaning ikki tomonida bittadan marganes atomi bor. Ammo tenglamaning chap qismida to'rtta kislorod atomi bo'lib, o'ng tomonida bitta ham yo'q. MnO_4^- da bo'lgan to'rtta kislorod atomlarini tenglashtirish maqsadida mahsulotlar qatori to'rtta suv molekulasi bilan to'ldiriladi:



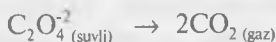
Oldingi bajargan amallarimiz natijasida mahsulotlar orasida vujudga kelgan sakkiz vodorod atomini tenglashtirish uchun reagentlarga sakkizta H^+ ionini qo'shamiz:



Bu bosqichda tenglamaning ikki qismida har bir element atomlari soni bir xil bo'lib, zaryadlarni tenglashtirish kerak, xolos. Reagentlar zaryadi $+8 - 1 = +7$ ga teng bo'lgan holda, mahsulotlar zaryadi $-2 + 4 (0) = 2$ dir. Zaryadlarni tenglashtirish uchun tenglamaning chap qismiga beshta elektron qo'shish (marganesning oksidlanish darajasi $+7$ dan $+2$ gacha o'zgaradi), ya'ni u besh elektronni birlashtirishi kerak:



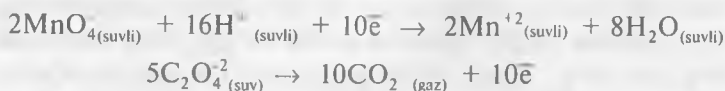
Oksalat ion uchun ham shunday amalni bajarib, yarimreaksiyani ifodalaymiz:



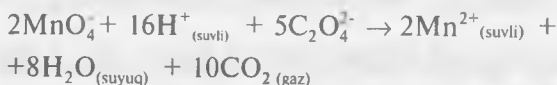
Zaryadlarni tenglashgirish uchun so'nggi tenglamaning o'ng qismiga ikki elektron qo'shamiz:



Uchinchi bosqichda har bir yarimreaksiya tenglamasini reaksiya biriktirib olayotgan hamda ikkinchi reaksiya ajratayotgan elektronlar soniga tenglovchi ko'paytmaga ko'paytirish zarur. Yuqoridagi misolda permanganat ionli yarimreaksiyani 2 ga, oksalat ionli yarimreaksiyani 5 ga ko'paytirish kerak:

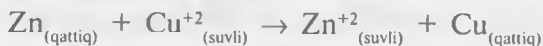


Shunday qilib, yarimreaksiyalar tenglamalari yig'indisi to'la tenglamani tashkil etadi:



VIII.5. GALVANIK ELEMENTLAR

O'z-o'zidan boradigan har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida ajralib chiqadigan energiyani elektr ishini bajarish uchun yo'naltirsa bo'ladi. Bu galvanik elementlarda amalga oshiriladi. Elektronlarning ko'chishi reagentlar orasida bormay, tashqi zanjir orqali o'tuvchi moslama ana shunday element rolini bajara oladi. Agar rux plastinka olib uni mis ioni (Cu^{2+}) bo'lgan eritmaga solinsa, yuqorida aytilgan o'z-o'zidan boruvchi reaksiyani kuzatish mumkin. Reaksiya so'ngida suvdagi Cu^{2+} ionlari uchun xos bo'lgan eritmaning zangori rangi yo'qoladi va rux metalli yuzasida metall holdagi mis ajralib chiqa boshlaydi. Bir vaqtning o'zida rux eriy boshlaydi:



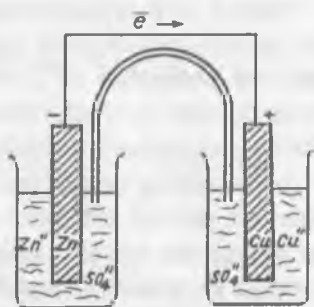
VIII.1-rasmda Zn bilan Cu^{2+} ishlatiluvchi galvanik element sxemasi ko'rsatilgan. Bu moslamada mis zanjir orqali kelayotgan elektronlar hisobiga qaytariladi.

Tashqi zanjir orqali bog'langan ichki metall yarim-elementlari **elektrodlar** deb, oksidlanish boradigan elektrod **anod**, qaytarilish boradigan elektrod esa **katod** deyiladi. Anod manfiy elektrod (En), katod esa musbat elektrod bo'lib xizmat qiladi.

Metallar suv yoki tuz eritmasiga tushirilganda ularning ustki qismidagi ionlariga suv molekullari o'zining manfiy qutblari bilan ta'sir etib metall ionlarini ajratib oladi. Bu paytda suvda metall ionlarining gidratlari hosil bo'ladi. Metall plastinka yuzasi manfiy zaryadlanib qoladi.

Buning natijasida suvga o'tgan ionlar metall atrofini qurshab, qo'sh elektr zaryadlari qavatini vujudga keltiradi. Natijada metall bilan suv chegarasida turli xil zaryadli elektropotensial paydo bo'ladi. **Vujudga kelgan potentsiallar farqi elektrod potentsiali** deb yuritiladi. Metallar (yoki ularning plastinkalari) o'z tuzlari eritmasiga tushirilganda ham potentsiallar farqi vujudga kelishi mumkin.

Aktivlik qatorida vodoroddan oldin joylashgan metallar o'z tuzlari eritmasiga tushirilganda eritmaga ionlar ajralib chiqadi. Vodoroddan keyin joylashgan metallar o'z tuzlari eritmasida vodorodga nisbatan musbat zaryadga ega bo'ladi. Chunki metallar aktiv bo'lmaganligi sababli eritmaga elektron chiqara olmaydi. Ularning erkin elektronlarini eritmada bo'lgan metall ionlari qabul qilib neytrallanadi va metall yuzasiga to'planadi. Metall elektronlari soni o'zidagi musbat ionlar sonidan kamayib ketganligi sababli metall musbat zaryadlanadi, anionlar mo'lligi sababli eritma manfiy zaryadlanadi. Shu sababli bir qancha metallarning potentsiallari musbat qiymatga ega bo'ladi (yana ta'kidlaymiz: vodorod elektrodining potentsialiga nisbatan).



VIII.1.-rasm. Galvanik elementning ishlash sxemasi.

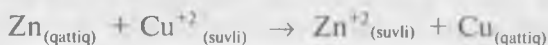
Metall ioni konsentratsiyasi 1 n bo'lgan eritmaga mazkur metall tushirilganda vujudga keladigan potensial **normal elektrod potentsiali** (E°) deyiladi. Potensiallarni o'lchashda birlik sifatida normal vodorod potentsiali, standart elektrod sifatida esa normal vodorod elektrod qabul qilingan.

Metallarning normal potentsiallarini nazarda tutib, ular tartib bilan bir qatorga qo'yilsa, vodorodning bir tomonida manfiy potensialga ega metallar, ikkinchi tomonida esa musbat potentsialli metallar joylashadi. U **metallarning kuchlanish qatoridan iborat bo'lib, ular aktivlik qatori** deb ham ataladi. Normal potentsiallarni aniqlab, metallarning aktivligini bilib olsa bo'ladi. Aktiv metallar potentsiallari manfiy bo'lishi bilan tavsiflanadi. VIII. 2-jadvalda metallarning normal sharoitdagi (25°C) standart elektrod potentsiallari keltirilgan. Normal potentsiallar orqali normal elektrodlardan tashkil topgan turli galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini hisoblab topish mumkin.

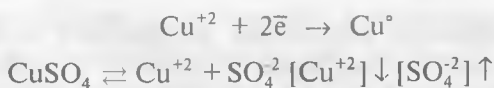
Galvanik elementning **elektr yurituvchi kuchi** (EYuK) elektronlarni tashqi zanjir bo'yicha harakatlantiruvchi kuchi (elektr bosimi) demakdir. EYuK elektr kuchlanish birligi volt (V) da o'lchanadi va galvanik **element kuchlanishi** yoki **potentsiali** deb yuritiladi. 1 Kulonga teng zaryad I J energiya olish uchun teng bo'lgan EYuK bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$IV = IJ/KI$$

Galvanik element standart sharoitda ishlaganda E° bilan ifodalanadigan standart EYuK vujudga keltiriladi:



H ning konsentratsiyasi 1 g-ion/l bo'lgan kislotaga platina elektrodi tushirilib, tashqaridan vodorod gazi berilib turgan paytda vujudga kelgan potensial standart sharoitdagi potensial deb yuritiladi va $E_0 = 0$ deb qabul qilinadi.



bunda muvozanat buziladi.

Tok hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:



Bunda rux o'zining 2ta elektronini misga berib, musbat zaryadlanayotganligini, mis esa ularni qabul qilib neytrallanayotganini va sulfat ionlari tashqi zanjir orqali harakatlantirayotgan elektronlar yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda ketayotganini bilib olish mumkin.

Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi kompensatsiyalanganda maksimal ish bajariladi. Bu holatda tokning bajargan ishi uchun quyidagi tenglamani yozsak bo'ladi:

$$-\Delta G = nFE \quad (\text{VIII.3})$$

Shunday qilib, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida Gibbs energiyasining o'zgarishi galvanik elementlar elektr yurituvchi kuchi manbai bo'lib xizmat qiladi. E ni o'lchab, (VIII.3) tenglamadan galvanik elementda borayotgan reaksiya uchun ΔG ni hisoblab chiqarish mumkin.

Galvanik element yordamida reaksiyaning "erkin" energiyasini nazariy jihatdan to'la ravishda elektr energiyaga aylantirish mumkin.

Hozirgi vaqtda elektr tokining kimyoviy manbalaridan bo'lgan yoqilg'i elementlarini yaratish borasida ilmiy ishlar olib borilmoqda. Tez oksidlanuvchi vodorod, gidrazin va boshqa moddalar yoqilg'i sifatida amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Galvanik elementlar xizmatidan hammamizga ma'lum bo'lgan avtomobillarda, samolyot, paroxod, teplovoz va boshqa transport vositalarida foydalaniladi. Ular sanoat korxonalarida, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida ham keng qo'llanilishi ma'lum. Elektr tokining kimyoviy manbalaridan bundan buyon ham kengroq foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Oksidlanish-qaytarilish jarayonlari potensialining konsentratsiyaga bog'liqligi. Nostandart sharoitda ishlovchi galvanik element elektr yurituvchi kuchi E ni temperatura va mahsulotlar konsentratsiyasi orqali hisoblab chiqarish mumkin. Bunday hisoblarni G bilan G° ni bog'lovchi quyidagi tenglama orqali amalga oshirish mumkin:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + 2,303 RT \lg C \quad (\text{VIII.4})$$

(VIII.4) tenglamaga binoan, $G = -nFE$ sababli quyidagini yoza olamiz:

$$-nFE = -nEF^0 + 2,303 RT \lg C \quad (\text{VIII.5})$$

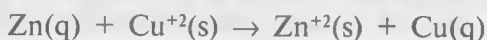
Bu tenglamani E bo'yicha yechamiz:

$$E = E^0 - \frac{2,303 RT}{nF} \lg C \quad (\text{VIII.6})$$

Bu nisbat Nernst tenglamasi nomi bilan ma'lum. 298 K da $2,303 RT/F$ kattaligi 0,0591 V ga teng bo'lganligi sababli Nernst tenglamasini oddiyroq ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \cdot \lg C \quad (\text{VIII.7})$$

Ushbu tenglamani:



$E^\circ = 1,10$ V reaksiyaga qo'llab ko'ramiz. Bu yerda $n = 2$ ga teng bo'lib, Nernst tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$E = 1,10 \text{ V} - \frac{0,0591 \text{ V}}{2} \lg \frac{[\text{Zn}^{+2}]}{[\text{Cu}^{+2}]} \quad (\text{VIII.8})$$

(VIII.8) tenglamadan rux bilan mis orasida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi borishiga asoslangan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi $[\text{Cu}^{+2}]$ ko'payishi va $[\text{Zn}^{+2}]$ kamayishi bilan ortadi. Masalan, $[\text{Cu}^{+2}] = 5.0$ va $0,5$ M bo'lganda

$$E = 1,10 \text{ V} - \frac{0,0591 \text{ V}}{2} \cdot (-2,00) = 1,16 \text{ V}$$

ga ega bo'lamiz.

Umumiy holatda, agar reagentlar konsentratsiyasi mahsulotlar konsentratsiyasiga nisbatan ortsa, bu galvanik elementda ketadigan reaksiyaning oʻz-oʻzidan borish darajasini va uning elektr yurituvchi kuchini oshirishga olib keladi. Agar mahsulotlar konsentratsiyasi nisbatan ortsa, elektr yurituvchi kuch kamayadi. Elektrokimyoviy element ishlayotganda reagentlar kamayadi va mahsulotlar hosil boʻladi. Bu bilan bogʻliq boʻlgan reagentlar konsentratsiyasining kamayishi va mahsulotlar konsentratsiyasining ortishi element elektr yurituvchi kuchining asta-sekin kamayishiga olib keladi.

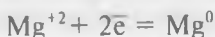
VIII.6. ELEKTROLIZ JARAYONLARI

Oʻz-oʻzidan boruvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari galvanik elementlar, yaʼni elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektrokimyoviy uskunalar yaratishda qoʻllaniladi. Ikkinchi tomondan, elektr toki yordamida oʻz-oʻzidan bormaydigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ham amalga oshirsa boʻladi, bunga misol qilib suyuqlantirilgan kaliy xloridni u tarkib topgan elementlarga ajralishini koʻrsatish mumkin:



Tashqi elektr manbai yordamida amalga oshiriluvchi bunday reaksiyalarga elektroliz jarayoni deyiladi. Jarayon elektrolitik yacheyka (elektrolizyor) larda olib boriladi.

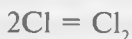
Elektroliz jarayoni koʻpincha suyuqlantirilgan yoki elektrolit eritmalar orqali elektr toki oʻtkazilib amalga oshiriladi. Ikkinchi misol tariqasida suyuqlantirilgan magniy xloridning elektrolizini koʻrib chiqamiz. Magniy xloridning suyuqlanmasidan tok oʻtayotganda magniy kationlari elektr maydoni taʼsirida manfiy elektrod — katod tomon siljiydi. Bunda tashqi zanjir orqali kelayotgan elektronlar bilan birikib, ular qaytariladi:



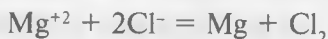
Xlor anionlari musbat elektrod anodga siljiydi va ortiqcha elektronlarni yoʻqotib oksidlanadi. Bunda, dastlabki elektrokimyoviy bosqichda xlor ionlari oksidlanadi:



bundan xlor atomlari birikib molekulaga aylanadi:



Elektrodlarda boradigan jarayonlar tenglamalarini qo'shib, MgCl_2 suyuqlanmasining elektrolizi uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining umumiy tenglamasini hosil qilamiz:



Ushbu reaksiya o'z-o'zidan bormaydi, uni o'tkazish uchun zarur bo'lgan elektr energiyasi tashqi manbadan olinadi.

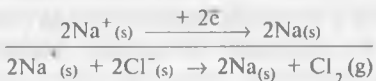
Elektrolizda katod manfiy, anod esa musbat zaryadlanadi, elektrodlar zaryadi belgilari galvanik element ishidagiga teskari bo'ladi.

Elektrolizda kimyoviy reaksiya tashqaridan ulanadigan elektr toki energiyasi hisobiga boradi, galvanik elementda esa unda o'z-o'zidan boradigan kimyoviy reaksiya energiyasi elektr energiyaga aylanadi. Elektr energiyasi akkumulyator batareyasi yoki boshqa tok manбайдan olinadi. Elektr toki manбайдan qat'i nazar, u elektronlarni bir elektroddan haydab, ikkinchi elektroddan chiqarib yuboruvchi "elektron nasos" rolini o'ynaydi. Elektronlar elektroddan chiqib ketganda unda musbat zaryad hosil bo'ladi, elektronlar elektrodga kelganda unda manfiy zaryad vujudga keladi. NaCl suyuqlanmasi elektrolizida Na^+ ionlari konsentratsiyasi shu elektrod atrofida kamaygani sari unga yana qo'shimcha ionlar kela boshlaydi. Musbat elektrodga Cl^- ionlari ko'chishi ham xuddi shu tarzda ro'y beradi, bu yerda ular elektronlarni berib oksidlanadi. Galvanik elementdagi kabi qaytarilish borayotgan elektrod **katod** deyilib, oksidlanish ketayotgan elektrod **anod** nomini oladi. Shunday qilib, elektrolitik yacheykada quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:

Anodda:



Katodda:



NaCl ning suvli eritmasini elektroliz qilib natriy olib bo'lmaydi. Bunga sabab suvning Na^+ ioniga qaraganda oson qaytarilishidir. Shu sababli NaCl ning suvli eritmasi elektrolizida katodda molekulyar holdagi vodorod ajraladi. Anodda esa Cl yoki H_2O oksidlanishi mumkin. Bularning standart oksidlanish potentsiallari o'zaro yaqin bo'lganligi sababli suv xlor ioniga nisbatan osonroq oksidlanishi kerak.

Ammo ba'zi paytlarda reaksiyani amalga oshirish uchun elektrod potentsiallari ko'rsatgandan yuqoriroq kuchlanish zarur bo'ladi. Elektrolizni o'tkazish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha kuchlanish **effektiv kuchlanish** deyiladi. Effektiv kuchlanishli elektrodlardagi reaksiyalarning tezligi ancha yuqori bo'ladi. Darhaqiqat, ko'rib o'tilgan misolda effektiv kuchlanish shunchalik yuqoriki, Cl ioni suvga qaraganda yengil oksidlanib Cl_2 ajraladi. Shu sababdan NaCl ning suvli eritmasi elektrolizida katodda H_2 , anodda Cl_2 hosil bo'ladi. Bu jarayon ishlab chiqarishda sanoat miqyosida amalga oshirilgan.

Elektroliz natijasida ajralgan moddalarning miqdorini dastlab Faradey o'rgandi. U o'zining ilmiy kuzatuvlari asosida quyidagi ikki qonunni e'lon qildi:

1. Elektroliz jarayonida hosil bo'layotgan modda massasi eritmadan o'tgan elektr toki miqdoriga to'g'ri proporsionaldir. Metall bilan eritma chegarasida elektrokimyoviy jarayon amalga oshadi. Elektrolit ionlar metall elektronlari bilan birikadi, ya'ni moddaning elektrolitik holda ajralib chiqishi shu jarayonning natijasidir. Elektrodda hosil bo'luvchi modda miqdori zanjirdan o'tgan elektronlar soniga, ya'ni elektr toki miqdoriga proporsional bo'ladi. Elektrolitik yacheykadan 1 mol elektronlar zaryadi o'tganda 2 mol natriy metalli cho'kadi, 2 mol elektronlar zaryadi o'tganda 2 mol natriy yig'iladi.

Elektrolitik yacheykadan o'tayotgan zaryad miqdori Kulonlarda o'lchanadi.

96500 Kulon (Kl) 1 Faradeyni tashkil qiladi:

$1 F = 96500 \text{ Kl} = 1 \text{ mol elektronlar zaryadi.}$

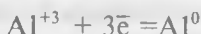
Tok kuchi 1 amperga teng bo'lganda o'tkazgichning kesimi yuzasidan 1 sekunda o'tadigan elektr zaryadi 1 Kulon hisoblanadi.

Misol. Tok kuchi 10,0 amperga teng bo'lganda AlCl_3 eritmasi orqali elektrolitik yacheykada 1 soat davomida hosil bo'lgan alyuminiy miqdorini aniqlang.

Misolni yechish uchun elektr toki miqdorini aniqlaymiz. Buning uchun tok kuchini vaqtga ko'paytiramiz:

$$\text{elektr toki miqdori} = 10,0 \text{ amper} \cdot \frac{3600 \text{ sek} \cdot 1 \text{ Kulon}}{1 \text{ amper sek}} = 3,60 \cdot 10^4 \text{ Kl}$$

Al^{+3} ning qaytarilish yarimreaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:



Ajratib olingan alyuminiy miqdori elektrolizyor orqali o'tgan elektronlar soniga bogliq bo'ladi: 1 mol $\text{Al} \sim 3F$. Shuning uchun ajratib olingan metall miqdorini quyidagicha topish mumkin:

$$\text{Al(g)massasi} = 3,60 \cdot 10^4 \text{ Kl} \cdot \frac{1F}{96500 \text{ Kl}} \cdot \frac{1 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g Al}}{3F \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{Al}} = 3,36 \text{ g}$$

2. Turli xil kimyoviy eritmalardan bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa ekvivalent miqdorda moddalar hosil bo'ladi. Xlorid kislota, kumush nitrat, mis (II)-xlorid va qalay (IV) xlorid eritmaları orqali elektr toki o'tkazilib ma'lum vaqtdan so'ng elektroliz mahsulotlari miqdori o'lchangan. Xlorid kislota orqali ma'lum vaqt ichida elektr toki o'tganda 1g (0,5 mol) vodorod hosil bo'lganda boshqa eritmalardan katodda o'z navbatida 107,9 g kumush, 31,8 g mis va 29,7 g qalay ajralgan. Hosil bo'lgan metallar miqdorini ularning atom massalari bilan solishtirilganda kumush 1 mol, mis 0,5 mol va qalay hammasi bo'lib 0,25 mol ajralgani ma'lum bo'ladi, ya'ni katodda ajralgan moddalar miqdori ularning mol-ekvivalentiga tengdir.

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va galvanotexnika keng qo'llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Oltin, kumush

va boshqa metallar ham elektroliz yo'li bilan olinishi mumkin. Elektrolitik rafinatsiya, elektroekstraksiya va boshqa sanoat usullaridan foydalaniladi. Avtomobil sanoatida, mashinasozlik va xalq xo'jaligining boshqa qator sohalarida metallarni elektrolitik qoplash usulidan keng foydalaniladi.

Galvanoplastika orqali buyumlarning aniq metall nusxalari olinadi. Nashriyotlarda klichelar, matritsa, radiotexnik sxemalar tayyorlanadi. Po'latni elektrolitik silliqlash alyuminiy va magniyni ohorlash ishlari ham elektroliz yordamida bajariladi. Nikellash, xromlash kabi va boshqa bir qancha muhim ishlar ham shunday jarayonga kiradi. Bular metallarning korroziyaga chidamliligini bir necha baravar oshiradi.

Kimyo sanoatida xlor, brom, yod kabi ko'pgina oksidlovchilar ham elektroliz yordamida olinadi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni. Oksidlanish-qaytarish reaksiyalari ikkita yarimreaksiyadan tashkil topib, bularning birida oksidlanish (elektronning ajralishi), ikkinchisida qaytarilish (elektronni birlashtirish) amalga oshadi. Oksidlanayotgan modda qaytaruvchi, qaytarilayotgan modda esa oksidlovchi bo'lib xizmat qiladi. O'z-o'zidan boruvchi reaksiyalardan galvanik elementlarda foydalanib elektr toki hosil qilinadi. Galvanik elementni elektronlarni tashqi zanjir orqali anoddan katodga tomon "harakatlantiruvchi kuch" manbai sifatida qarash mumkin. Bu harakatlanuvchi kuchni **elektr yurituvchi kuch (EYuK)** deb yuritiladi. Ionlar konsentratsiyasi birga teng bo'lgandagi potentsiallar farqini standart elektrod potentsiali deyiladi. U E° bilan ifodalanadi.

Oksidlanish-qaytarilish jarayonini bilish elektr batareyalar yaratish va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalanib metallarni qaytarish, qoplash hamda rafinatsiyalashda foydalanishga imkon beradi.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaysi moddalar oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekanligini ajrata olish.

2. Yarimreaksiyalar usulidan foydalanib oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish va tenglashtirish.

3. Galvanik element EYuK ni hisoblay olish.

4. O'z-o'zicha boruvchi reaksiyalar uchun elektrod potensiallarini aytib berish.

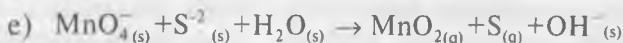
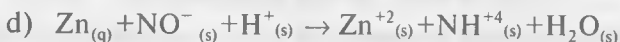
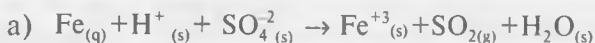
5. Nernst tenglamasidan foydalanib E va E° ning berilgan kattaliklariga asosan ionlar konsentratsiyasini aniqlab olish.

6. Qo'rgoshin akkumulyatorini tushuntirish va ishlash prinsipini tushuntira bilish talab qilinadi.

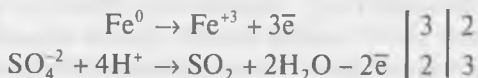
7. Korroziya jarayonining mohiyatini tushunib, metallarning katod himoyasini tushuntira olish.

Mashq va masalalar

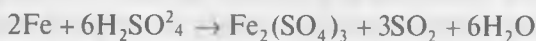
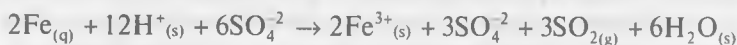
1. Quyida keltirilgan tenglamalarni ion-elektron balans usuli bilan tenglab, reaksiyalarning to'liq molekulyar tenglamalarini yozib har bir holat uchun oksidlanayotgan va qaytarilayotgan moddalarni ko'rsating:



Namuna: 1. a) Yarimreaksiyalar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



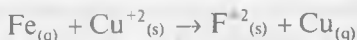
balanslangan tenglama ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



Bu reaksiyada Fe oksidlanadi, SO_4^{2-} qaytariladi.

2. Gidrazin N_2H_4 va diazot tetroksidi N_2O_4 qo'shilganda o'zi alanganuvchi aralashma hosil qiladi, u yoqilg'i sifatida qo'llaniladi. Reaksiya mahsulotlari sifatida H_2 , N_2 va H_2O ajraladi. Reaksiyaning to'liq kimyoviy tenglamasini tuzing; ushbu reaksiyada qaysi modda qaytaruvchi va qaysi modda oksidlovchi ekanligini aniqlang.

3. Quyidagi reaksiya asosida galvanik elementni chizing:



Rasmda anod va katodni ko'rsating, galvanik elementning musbat va manfiy qutblarini belgilang. Ionlar hamda elektronlar harakati yo'nalishini belgilab, standart sharoitda shu galvanik element hosil qiluvchi EYuK ni hisoblab toping.

Javob: elementning standart potentsiali $0,44 + 0,34 = 0,78$ V ga teng.

4. Quyida keltirilgan zarrachalardan qaysi biri qaytaruvchi bo'lib xizmat qila oladi (ya'ni qiyin oksidlanadi):

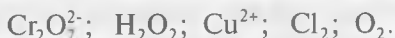
a) Na^+ ; b) Cl^- ; d) SO_4^{2-} ; e) Cl_2 ?

Javobingizni qisqa va aniq tushuntiring.

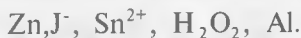
5. Ko'rsatilgan zarrachalardan qaysi biri odatda oksidlovchi bo'lib xizmat qilmaydi (ya'ni qiyinlik bilan qaytariladi):

a) F^- ; b) ClO_3^- ; d) Na ; e) Cl_2 ?

6. Ko'rsatilgan zarrachalarni ularning oksidlovchilik xususiyati orta borishi tartibida joylashtiring:



7. Ko'rsatilgan zarrachalarning qaytaruvchilik xususiyati orta borishi tartibida joylashtiring:



8. Ko'rsatilgan zarrachalardan qaysilari nordon eritmada MnO_4^- ioni bilan oksidlana oladi:

a) Cl^- ; b) Cl_2 ; d) Cz^{3+} ; e) Fe^{2+} ; f) Cu ?

9. Suyuqlanma holdagi AlCl_3 bilan xuddi shu tuzning suvdagi eritmasi inert elektrodlarda elektroliz qilinganda turli mahsulotlar hosil bo'lishini tushuntiring. Har ikki holda hosil bo'luvchi mahsulotlarni yozing.

10. NaCl ning suvli eritmasidan 1 soat davomida kuchi 2,00 A tok o'tkazilgandagi elektroliz paytida necha litr gaz holdagi (normal sharoitda) xlor Cl_2 ajraladi?

11. Antifrizlarga qo'shilgan oz miqdordagi amino-birikmalar metall korroziyasi ingibitorlari rolini bajaradi. Metallarni zanglashdan saqlovchi bunday birikmalar (Brensted asoslari sifatida) xususiyatini tushuntiring.

12. Yerda joylashgan mis quvur rux bilan qoplangan po'lat quvur bilan ulanganda korroziya jarayonining qay xili vujudga kelishini tavsiflab bering.

Test savollari

1. Cr_2O_3 ioni ishqoriy muhitda qaytarilganda qanday ion hosil bo'ladi?

A. CrO_2^- , B. CrO_4^{2-} , D. $\text{Cr}(\text{OH})_3$, E. Cr^{+3} , F. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

2. Quyidagi ionlarning qaysi biri faqat oksidlovchi xossasini namoyon qiladi?

A. CrO_2^- ; B. CrO_4^{2-} ; D. NO_3^- ; E. H^+ , F. S^{-2} :

3. Kaliy permanganatni kuchli ishqoriy muhitda qaytarish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. $\text{Mn}(\text{OH})_2$; B. MnO_4^{2-} ; D. MnO_2 ; E. Mn^{+4} ; F. MnO^4 .

4. Temirni suyultirilgan sulfat kislotada eritish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. H_2S ; B. S; D. H_2 ; E. SO_3 ; F. SO_2 .

5. Quyidagi reaksiya tenglamasini tenglashtirib, koeffitsiyentlar yig'indisini hisoblang.

A 24. B. 26. D. 28. E. 30. F. 32.

6. Qaysi metall suyultirilgan nitrat kislotani azotgacha qaytaradi?

A. Aq, B. Zn, D. Pb, E. K, F. Cu.

7. Quyidagi qaysi zarrachalardan biri faqat qaytaruvchi hossasini namoyon qiladi?

A. J, B. Cr^{+3} , D. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, E. S^{+4} , F. S^{+6} .

8. Qaysi modda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi?

A. H_2SO_3 , B. H_2S , D. H_2SO_4 , E. H_2CO_3 , F. SO_3 .

9. Kalsiyning konsentrlangan sulfat kislotasi bilan reaksiyasi oqibatida qanday modda hosil bo'ladi?

A. SO_2 , B. H_2S , D. H_2 , E. S, F. SO_3

10. Nitrat kislotani to'liq qaytarish mahsulotini aniqlang.

A. NO_2 , B. NO, D. N_2C_3 , E. NH_4^+ , F. N_2 .

11. Quyidagi reaksiya tenglamasi koeffitsiyentlarini tanlab, suv molekulasini oldidagi koeffitsiyentni ko'rsating.



A. 2. B.5. D. 10. E. 18. F.21.

12. Kislotali muhitda qaysi modda va ionlar bir vaqtning o'zida mavjud bo'la oladi?

A. H_2S va Cl_2 , B. Fe^{+2} va Cl^- , D. SO_4^{2+} va Fe^{+2} ,
E. $\text{SO}_3^{\cdot 2}$ va $\text{S}^{\cdot 2}$, F. K_2O va Na_2O .

13. Idishdagi $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ tuzlari aralashmasini elektroliz qilganda ajralib chiqadigan metallar tartibini aniqlang.

A. Cu, Ag, Bi, Pb: B. Pb, Cu, Bi, Ag: D. Ag, Cu, Bi, Pb:
E. Pb, Bi, Cu, Ag: F. Bi, Pb, Ag, Cu.

14. Mis (II) sulfat eritmasini elektroliz qilganda anodda qanday modda ajralib chiqadi?

A. $\text{SO}_4^{\cdot 2}$, B. S, D. O_2 , E. SO_2 , F. SO_3

15. Temir (III) sulfat eritmasi orqali 144750 K tok o'tkazilsa anodda qancha hajm (n.sh) gaz ajralib chiqadi?

A. 7,4; B. 8,4; D. 9,4; E. 10,4; F. 11,4.

16. Na_2SO_4 eritmasini elektroliz qilish natijasida katodda 22,4 l (n.sh) gaz ajralib chiqishi uchun qancha miqdorda tok (k) o'tkazish kerak?

A. 96500; B. $2,93 \cdot 10^4$; D. $1,93 \cdot 10^5$; E. $3,5 \cdot 10^5$; F. $4,5 \cdot 10^5$.

17. Ikkita idishdagi FeSO_4 va CuCl_2 eritmalari orqali ma'lum miqdorda tok o'tkazilganda 1,4 l xlor (n.sh) ajralib chiqqan bo'lsa, katodda hosil bo'lgan temirning massa miqdorini aniqlang.

A. 2,5; B. 3,5; D. 4,5; E. 5,5; F. 6,5.

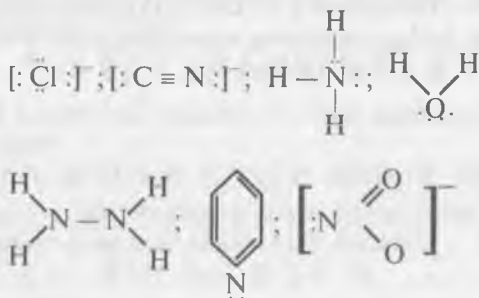
KOORDINATSION BIRIKMALAR

IX.1. KOMPLEKS BIRIKMALARNING TUZILISHI

Metallarning reaksiyada elektron yo‘qotishlari ular uchun alohida xususiyat ekanligi oldingi boblarda aytib o‘tildi. Hosil bo‘luvchi musbat zaryadlangan ionlar — kationlar erkin holda bo‘lmay, ularni qurshab turuvchi anionlar bilan birgalikda mavjud bo‘ladiki, bu zaryadlarning muvozanatiga olib keladi. Metallarning kationlari — Lyuis kislotalari (G.N. Lyuis kislota sifatida elektron juftiga ega bo‘lgan akseptorni, asos sifatida esa shu elektronlar jufti donorini tushuntirgan) xossalriga ham egadir. Ularning bo‘linmagan elektron juftlariga neytral molekula yoki anionlar bilan bog‘lanishi mumkinligini bildiradi. Shunday qismchalar kompleks ionlar yoki komplekslar, tarkibida shunday ionlar bo‘lgan birikmalar esa koordinatsion birikmalar deyiladi.

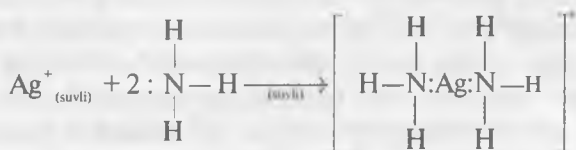
Koordinatsion birikmalar kimyoda keng o‘rganiladi. Hozirgi vaqtda ko‘pgina metalloorganik birikmalar, vitaminlar (B_{12}), qon gemoglobini, xlorofil va boshqalar ham shunday birikmalardan hisoblanadi.

Kompleks birikmalarda metall atomlarini o‘rab turuvchi molekula yoki ionlar ligandlar (lotincha - *Ligare* — bog‘lovchilar) deb ataladi. Ular eng kamida bitta taqdimlanmagan valent elektronlar juftiga ega bo‘ladi:



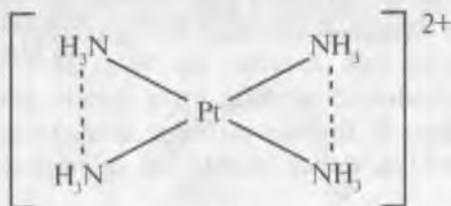
Ba‘zi hollarda metall bilan uning ligandlari orasida hosil bo‘luvchi bog‘larni musbat ion bilan manfiy ion yoki qutblangan molekularning manfiy tomonlari orasida hosil

bo'luvchi elektrostatik tortishuv bilan ham tushuntiriladi. Shunga ko'ra, metallarning kompleks birikmalar hosil qilish xususiyati metall ionining musbat zaryadi ortishi va uning ion radiusi kamayishi bilan ortadi. Ishqoriy metallarning ionlari Na^+ va K^+ katta qiyinchilik bilan komplekslar hosil qilgani holda oraliq metallarning ko'p zaryadli musbat ionlari kompleks hosil qilishga moyilligi bilan ajralib turadi. Cr^{+3} ionining Al^{+3} ioniga qaraganda mustahkamroq kompleks hosil qilishi ham diqqatga sazovor. Metall ioni bilan ligand orasida hosil bo'luvchi bog' avval ligandga tegishli bo'lgan elektron juftining ular o'rtasida mujassamlashuvi hisobiga amalga oshishi quyidagi misoldan ham ko'rinadi:



Kompleks ion hosil bo'lganda, ligandlar metall atrofida yig'ilyapti, degan ma'no tushuniladi. Metallning markaziy ion va u bilan bog'langan ligandlar koordinatsion sferani tashkil etadi. Shuning uchun koordinatsion birikmalarni ifodalashda ichki koordinatsion sferani birikmaning boshqa qismlaridan ajratish maqsadida kvadrat qavslardan foydalaniladi. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ formulasiga ega bo'lgan moddada $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ va SO_4^{-2} ionlarini o'z ichiga olgan koordinatsion birikma ifodalangan. Bu birikmada to'rt molekula ammiak ikki valentli mis bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langandir.

Kompleksdagi markaziy metall atomi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan ligand atomi **donor atomi** deyiladi. Kompleksida donor atomi azot atomi hisoblanadi.



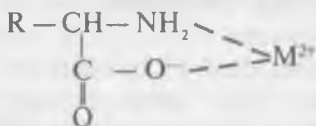
Metall ioni bilan bog'langan donor atomi soni metallning **koordinatsion soni** deb yuritiladi. Yuqoridagi kompleksni platinaning koordinatsion soni 4 ga, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{+3}$ da esa kobaltning koordinatsion soni 6 ga teng. Ba'zi metallarning ionlari doimiy koordinatsion songa ega bo'ladi. Uch valentli xrom bilan kobaltning koordinatsion soni 6 ga, ikki valentli platinaniki 4 ga tengligi aniqlangan. Koordinatsion son ko'pincha 4 va 6 ga teng bo'ladi. Bu son metall ionining katta-kichikligi va uni o'rab turgan ligandlarga ham bog'liq bo'ladi. Ligandlar yirik bo'lganda, ular metall ioni atrofida kamroq to'plana oladi. Markaziy atomiga birikkan manfiy zaryad metall tashuvchi ligandlar ham koordinatsion sonning kamayishiga sabab bo'ladi. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$ kompleksida nikel (II) ioni atrofida ammiakning 6 ta neytral molekulasiga to'plansa $[\text{NiCl}_4]^{-2}$ kompleksiga to'rtta manfiy zaryadlangan xlorid ion yig'iladi. To'rt koordinatsion sonli komplekslar **tetraedrik** yoki **tekis kvadrat**, olti koordinatsion sonlilar esa **oktaedrik** geometrik tuzilishga ega bo'ladi.

IX.2. XELATLAR VA ULARNING BIOLOGIK SISTEMALARDAGI ROLI

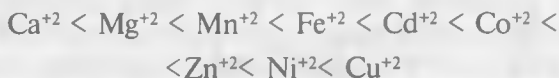
Biometallarning koordinatsion birikmalari organizmda muhim funksiyalarni bajaradi. Oddiy sharoitda molekula yoki ionlar biometall ioni hamda bitta donor atomi bilan koordinatsiyalanadi. Bunday **zarrachalar monodentat ("bir tishli") ligandlar** deyiladi. Bularga OH^- , F^- , Cl^- kabi va boshqa oddiy ionlar kiradi. Ba'zi ko'p atomli anion (NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-}) va boshqalar ham monodentat usulida koordinatsiyalanishi mumkinligi aniqlangan. Organizmning 90% dan ortiq massasi monodentat ligand hisoblangan va kislorod atomi orqali koordinatsiyalashgan suv molekulasiga to'g'ri keladi. Suv molekulasiga o'ziga xos burchak strukturasi (O-H bog'lari orasidagi burchak 105° ga teng) va 1,87 D dipol momentiga ega. Aminlar va ba'zi azotli birikmalar ham shu monodentat usulida bitta donor atomi orqali koordinatsiyalanadi. Bunday usulning amalga oshuvi uchun metall atomlari ikki donor atomi, ikki uglerod atomlaridan

besh yoki olti a'zoli halqa hosil bo'lishi zarur. **Bidentant** ligandlar orqali kompleks hosil bo'lishida halqalarning vujudga kelishi "**xelat effekti**" deb yuritiladi. *Xelat* koordinatsion birikmalar shunga o'xshash monodentat ligandlar bilan hosil qilingan birikmalarga nisbatan birmuncha barqarorligi bilan ajralib turadi (5 a'zolilar olti a'zoli'larga qaraganda barqaror). Ba'zi paytlarda beqaror bo'lgan to'rt va yetti a'zoli halqalar hosil bo'lishi aniqlangan.

Tirik organizmda bo'lgan ligand (bioligand)lar yaxshi xelat hosil qiluvchilardan hisoblanadi. Bularga — aminokislotalarning anionlari ($\text{H}_2\text{N}^+\text{C}(\text{R})\text{COO}^-$), piridin qatorining ba'zi azotli asoslari, nukleotidlar va boshqalar kiradi. Tirik organizmda hosil bo'ladigan koordinatsion birikmalardan metallarning aminokislotali komplekslarini ko'rsatib o'tish zarur. Bulardan biri besh a'zoli xelat halqasidir:

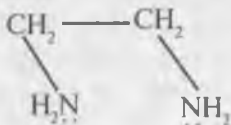


Aminokislota komplekslarining barqarorligi quyidagi tartibda (qatordagidek) ortadi:

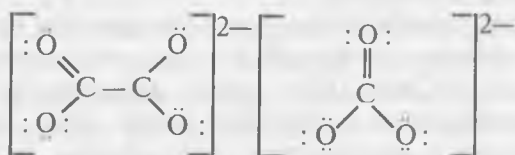


Bu yerda kislorod bilan amin azoti donor atomlari vazifasini bajarganda qator o'z kuchini to'la saqlaydi.

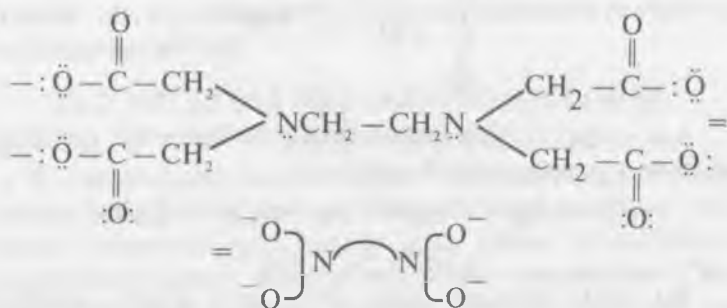
Ikki va undan ortiq donor atomiga ega bo'lgan ligandlar metall ionlari atrofida koordinatsiyalana oladi. Bular polidentat ligandlar deb nom olgan. Ikki va undan ortiq donor atomlari orasidagi metallni o'ziga tortish xususiyatiga ega ekanligi tufayli ularni xelatlovchi (grekcha — qisqichbaqa panjasi so'zidan olingan) **agentlar** yoki **xelatlar** deyiladi. Bularning eng oddiy vakili diamindir:



Ushbu liganddagi ikkita azot atomida (donor atomlarida) elektron juftlari bir-biridan biroz uzoqda joylashgan bo'lib, ligand molekulasining qismlari metall ioni atrofida aylana oladi, natijada har ikkala azot atomi metall bilan koordinatsion bog' hosil qila oladi. Etilendiamin bidentat ligand bo'lib, oksalat-ion $C_2O_4^{2-}$ va karbonat -ion CO_3^{2-} ham shu qatorga kiradi:

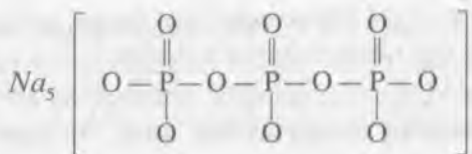


Etilendiamin tetrasirka kislota anioni bo'lgan quyidagi polidentat ligand ham keng tarqalgan:



Ushbu ion oltita donor atomiga ega bo'lib, bularning hammasi bir vaqtning o'zida metall ioni bilan koordinatsion bog' hosil qila oladi, bunda ligand metall ioni atrofida buralib qoladi. Xelatlovchi agentlar ligandlarga qarama-qarshi o'laroq barqarorroq komplekslar hosil qiladi.

Kompleks hosil qiluvchilar analizlarda, reaksiyani o'tkazish uchun xalaqit beruvchi metall ionlarini tutib qolishda, tabiiy suvlarni qayta ishlashda, tozalashda va boshqa maqsadlarda qo'llaniladi. Suvdagi kationlar kompleksga o'tib, sovun va sun'iy yuvuvchi vositalarning xossalriga putur yetkazmaydi. Tarkibida Mg^{+2} va Ca^{+2} ionlari bo'lgan qattiq suvlarni yumshatishda ishlatiladigan natriy tripolifosfat



muhim va arzon sun'iy yuvuvchi vosita hisoblanadi.

Uglerod, vodorod, kislorod va azot biologik hujayralarning asosiy massasini tashkil etadi. Bular bilan bir qatorda hayot jarayonlarining to'liq o'tishi uchun mis, temir, marganes, rux, kobalt va molibden kabi elementlar zarurligi ma'lum. Ularda turli elektron-donor gruppalar bilan kompleks hosil qilish xususiyati kuchli namoyon bo'ladi. Organizmda kechadigan turli reaksiyalarni o'tkazishga yordam beradigan katalizatorlar — fermentlar ham metall ionlari tufayli mavjud bo'la olishi aniqlangan. Qizig'i shundaki, organizm uchun zarur kimyoviy elementlardan birortasi yetishmay qolganda uning ish funksiyasi buziladi, kishi betob bo'ladi, o'zini yomon sezadi. Bu holatning uzayishi insonni hayotdan ko'z yumishigacha olib kelgan paytlari qayd qilingan. Organizm uchun natriy, magniy, kalsiy, kaliy, fosfor, oltingugurt va xlor ham zarurligi ilmiy asosda tasdiqlangan.

Biologik jarayonlarda katta muhim ahamiyatga ega bo'lgan ko'p a'zoli geterotsiklik birikmalardan porfirinlar ham kompleks birikmalar hosil qiladi. Turli porfirinlar bir-biridan tarkibiga kirgan metallar yoki o'rinbosarlar gruppasi bilan, shuningdek, chetdagi uglerodga birikkan ligandlari bilan farq qiladi. Gemogloblin ana shu porfirinlar gruppasiga kiradi. U qonda kislorod tashuvchi bo'lib xizmat qiladi. Qonda temir va magniyning bo'lishi gemogloblin bilan bog'liq. Organizmda temir yetishmaganda kishi anemiya kasalligi bilan og'riydi. Bunda u quvvatsizlanadi va ko'p uhlaydigan bo'lib qoladi. Temir va shu kabi boshqa mikroelementlar o'simliklar uchun ham zarur.

IX.3. KOMPLEKS BIRIKMALAR NOMENKLATURASI VA IZOMERIYASI

Kompleks birikmalarni nomlashda empirik nomenklaturadan foydalaniladi. Bunday nomlarning ba'zilar hozirgi kungacha saqlanib qolgan. Reyneke tuzi $NH_4[Cr(NH_3)_2(NCS)_4]$ ana shunday komplekslardan biridir. Nazariy va amaliy kimyo

Xalqaro ittifoqi (IYUPAK) qabul qilgan nomenklatura Vatanimizda 1963- yildan boshlab joriy etilgan bo'lib, kompleks birikmalar uchun u quyidagicha qo'llaniladi:

1. Tuzlarda avvalo kation nomi, so'ngra anion nomi aytiladi.

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ — pentaaminxlorokobalt (II) xlorid.
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ — geksamin kobalt (III) triksalat xrom (III).

2. Kompleks ion yoki molekullarni nomlashda metallarga e'tibor beriladi. Ligandlar ularning zaryadlaridan qat'i nazar alfavit tartibida sanaladi. Kompleksning formulasi yozib bo'lingach, birinchi bo'lib metall ko'rsatiladi $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{N}_2\text{O}_2)_2\text{Cl}_2]$ dixlorodinitritoplatinat (II) kaliy.

3. Anion ligandlarga "O" qo'shimchasini qo'shib, neytral ligandlar molekula kabi o'qiladi. Masalan, N_3 — azido, Br — bromo, CN — siano, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ — oksalato va h.k.
 $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ - tetratsianonikelat (II) kaliy. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ — geksaaqvoalyuminiy (III) xlorid.

4. Ligandlar soni (1 dan ortiq bo'lganda) grek raqamlari bilan belgilanadi (ligandlar soni 2, 3, 4, 5 va 6 bo'lganda di-, tri-, tetra-, penta- va geks deb yoziladi).

Agar ligand nomining o'zida grek qo'shimchasi bo'lsa, masalan, monodi- va hokazo, unda ligand nomi qavsga olinib, unga boshqa qo'shimcha qo'shib yoziladi (bis-, tris-, tetrakis-, geksakis kabi ifodalanadi), ligandlar tegishli 2, 3, 4, 5 va 6 bo'lganda.

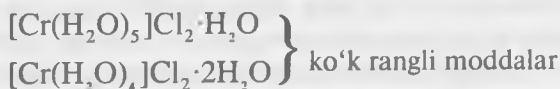
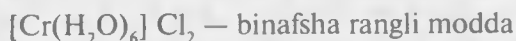
$[\text{Co}(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{NH}_2)_3]\text{Cl}_1$ -tris (etilendiamin) kobalt (III) xlorid.

5. Kompleks anionlar nomiga -at qo'shimchasi qo'shib o'qiladi. Masalan: $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ -tetratsianonikelat (II) kaliy.

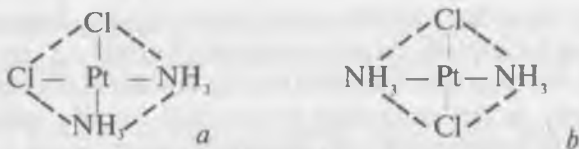
6. Metallning oksidlanish darajasi uning nomi ortiga qavsga olingan rim sonlari bilan belgilanadi. Masalan, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]_2^+$ da kobaltning oksidlanish darajasi plyus uchga tengligini ko'rsatish uchun rimcha (III) dan foydalaniladi.

Kompleks birikmalarda **struktura** (holat va koordinatsion) **izomeriya** va **stereo** (geometrik, optik) **izomeriyalar** bor. Bularning birinchisida birorta ligand ba'zi hollarda metall bilan

koordinatsion bog' orqali to'g'ridan-to'g'ri bog'langan bo'lsa, boshqalarida u kristall to'ring koordinatsion ta'sir doirasidan tashqarida bo'ladi. Buni quyidagi kompleks birikma $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6]$ misolida namoyish qilish mumkin:



Stereoizomerlar bir xil kimyoviy bog'lanishga ega, lekin bir-biridan fazodagi joylashuvi bo'yicha farq qiladi. Quyida ko'rsatilganidek $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ — kompleks birikmada xlor — ligandlar yonma-yon holda (a) yoki qarama-qarshi tomonlarda joylashishi mumkin:



Koordinatsion sferada donor atomlarining turlicha joylashuvi hisobiga vujudga keladigan izomeriya turi **geometrik** yoki **sis-** va **trans-izomeriya** deyiladi.

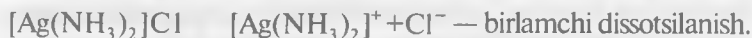
Quyida: $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ kompleks birikmadagi geometrik izomerlarning ko'rinishi tasvirlangan: a) *sis-izomer*; b) *trans-izomer*.

Bir xil gruppalar yonma-yon joylashgan izomer molekulari *sis-izomer*, bir xil gruppalar bir-biridan uzoqda joylashganlari esa *trans-izomer* hisoblanadi.

Ko'zguda bir-birining aksini ifodalovchi izomerlar **optik izomerlar** turiga kiradi. Insonning ikki qo'li bir-biriga juda o'xshagani bilan ular bir-biriga barcha jihatdan mos keladi deb bo'lmaydi. Optik izomerlarning fizik va kimyoviy xossalari o'zaro o'xshash bo'lib, ko'rinishlari faqat ko'zgudagina aks etgandagina yaqinligini aytib o'tamiz.

IX.4. KOMPLEKS BIRIKMALARNING BARQARORLIGI VA ULARDAGI BOG'LANISH TABIATI

Kompleks birikmalarning barqarorligi anchagina omillarga bog'liq. Bunday birikmalarda tashqi va ichki doiralarning barqarorligi har xil bo'ladi. Tashqi doiradagi kompleks ion elektrostatik kuchlar orqali bog'lanib, suvli eritmalarda oson ajraladi. Bunday parchalanish **birlamchi dissotsilanish** deyiladi va u kuchli elektrolitlar kabi to'liq o'tadi. Ichki sferada bo'lgan ligandlar markaziy atom bilan ancha kuchli bog'langan bo'lib, kam darajada ajraladi. Kompleks birikmaning ichki sferasidagi parchalanish **ikkilamchi dissotsilanish** deb yuritiladi.



Ikkilamchi dissotsilanish kompleks zarracha, markaziy ion va ligandlar orasida muvozanat vujudga kelgandagina mavjud bo'la oladi. Misol tariqasida $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ni olaylik. Uning ionlarga dissotsilanishi barcha kuchsiz elektrolitlar kabi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi hamda **muvozanat kompleks konstantasi yoki beqarorlik konstantasi** deyiladi:

$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

Kompleksning beqarorlik konstantasi turli kompleks ionlar uchun har xil qiymatga ega bo'lib, kompleksning qanchalik barqarorligini bildiradi.

IX.1-jadvalda kumushning bir turga kiruvchi komplekslari uchun beqarorlik konstantasi ko'rsatilgan.

IX.1-jadval

Kumush komplekslari beqarorlik konstantasi

Kompleks ionlar	Beqarorlik konstantasi
$[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$6,8 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$	$1 \cdot 10^{-21}$

Jadval ma'lumotlaridan kompleksning barqarorligi nitrat ion $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$ dan sian $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ioniga o'tishi bilan ortib boryapti. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ioni juda barqaror bo'lgani uchun kompleks tuz eritmasiga kaliy yodid qo'shilganda ham kumush yodid cho'kmasi hosil bo'lmaydi. Kumush sulfidning eruvchanlik ko'paytmasi juda kichik bo'lganligi sababli vodorod sulfid qo'shilganda kumush sulfid cho'kmasi paydo bo'lganligi seziladi.

Keyingi vaqtlarda kompleks birikmalar mustahkamligini tavsiflashda beqarorlik konstantasining aksi bo'lgan kattalikni — barqarorlik konstantasi deb atash taklif qilindi. Ular orasida quyidagi nisbat bor:

$$K_{\text{barqar.}} = 1/K_{\text{beqar}}$$

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ioni uchun barqarorlik konstantasi quyidagicha ifodalanadi:

$$K_{\text{barqar}} = \frac{1}{K_{\text{beqar}}} = \frac{[\text{Ag}^+(\text{NH}_3)_2]^+}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]_2}$$

Eritmalarda kuchsiz elektrolitlar, masalan, ko'p negizli kislotalardagi kabi komplekslarning bosqichli dissotsilanishi uchraydi.

Barqarorlik konstantasi markaziy atom bilan ligandlarga ko'p jihatdan bog'liqligi amalda isbotlangan. Markaziy ionlari kuchsiz qutblantirish xususiyatiga ega komplekslarda (ishqoriy va ishqoriy-yer metallarda) barqarorlik markaziy ion bilan ligandlar orasidagi elektrostatik birikishning kuchayishi orqali ortishi aniqlangan bo'lib, markaziy ion va ligandlar zaryadi yuqori hamda ularning radiusi kam bo'lganda kompleksning barqarorligi yuqori bo'ladi. Bunday kationlar $[\text{NH}_4]\text{Cl}$, $\text{K}[\text{MgCl}_3]$ tarkibida kichik davr elementlari kislorod, azot $\text{K}[\text{AlH}_4]$, $\text{K}[\text{AlF}_4]$ va F^- ionlari bor ligandlar bilan birmuncha barqarorroq bo'lgan komplekslar hosil qiladi.

Platina oilasi metallari hosil qilgan kationlar, simob, kumush va oltin ionlari (bularda qutblanish kuchli namoyon bo'ladi va markaziy atom bilan ligandlar orasidagi bog'lanish kovalent bog'lanishga yaqin) yengil qutblanuvchi ligandlar bilan hosil qilgan komplekslari birmuncha barqaror bo'ladi. Bularga tarkibida fosfor va oltingugurt atomlari, J^- ionlari bor ligandlari misol bo'la oladi. O'z ligandlarini tez almashtira

oladigan komplekslar **labil**, qiyin almashtiruvchilari esa **inert komplekslar** deb yuritiladi. Labil va inert komplekslar orasidagi farq vujudga keluvchi muvozanatning holati bilan emas, balki aksincha, ligandlar almashingandagi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan muvozanat tezligi bilan belgilanadi.

Kompleks birikmalarning asosiy qismi metallning markaziy ioni bilan ligand anioni yoki qutblangan molekula orasidagi elektrostatik tortishuv hisobiga vujudga keladi deb qaraladi. Tortishuv kuchlari bilan bir qatorda bir xil zaryadlangan ligandlar orasida elektrostatik itarilish kuchlari ham mavjud bo'ladi. Natijada minimal potensial energiyaga ega bo'lgan barqaror atomlar (ionlar) gruppachasi vujudga keladi.

Kompleks birikmalarning hosil bo'lish nazariyasi dastlab asrimizning yigirmanchi yillarida V. Kossel bilan A. Magnus tomonidan ishlab chiqilgan. Olimlar ionlarni deformatsiyalanmaydigan shar, zaryadlangan doiralarga o'xshatib, bular o'zaro Kulon qonuni bo'yicha birikadi, degan fikrni o'rta tashladilar. Kompleks hosil qiluvchi ion o'ziga teskari zaryadlangan ionni ham, qutbli molekulani ham tortaveradi. Ikkinchi tomondan, markaziy ion atrofida qanchalik ko'p zarrachalar to'plansa, kompleks hosil qiluvchi zarrachalar orasidagi o'zaro itarilish kuchlari ham shunchalik ko'p bo'ladi. Kossel bilan Magnus o'z tajribalariga asoslanib, ligandlar bilan kompleks hosil qiluvchilar orasidagi bog'lanish energiyasini hisoblab chiqdilar. Shunga ko'ra, ligandlar soni ko'payib borishi bilan ular orasidagi o'zaro itarilish kuchlari kuchayadi, bu esa kompleks mustahkamligining kamayishiga olib keladi (IX.2-jadval).

IX.2 - jadval

Turli zaryadli ion-kompleks hosil qiluvchilarning koordinatsion sonlari

Tartib soni	Kompleks hosil qiluvchi (ion)lar	Koord.soni
1	Bir zaryadlilar	2;3
2	Ikki zaryadlilar	4
3	Uch zaryadlilar	4;6

Shunday qilib, elektrostatik tushunchalar kompleks birikmalarning hosil bo'lishini tushuntirib, ularning mustahkamlik

darajasini nazariy jihatdan aniqlashga yordam beradi va ma'lum darajada aniqlangan koordinatsion sonlarni izohlab beradi. Ammo komplekslarni deformatsiyalanmaydigan zaryadlangan doira sifatidagi agregat deb qaralishi, qandaydir modelga o'xshatilishi ularning ko'pgina o'ziga xos xususiyatlarini tushuntirib berishga ojizlik qildi. Chunonchi, bu tushunchalar koordinatsion soni to'rtga teng bo'lgan bir qancha komplekslar (Pd^{+2} , Pt^{+2} va boshqalar) yassi tuzilishga egaligini izohlab bera olmadi. Zaryadlangan shar modeli bo'yicha tushuntiriladigan bo'lsa, bu yerda to'rtta ligand tetraedrik joylashuvi energetik jihatdan osonroq bo'lardi.

Elektrostatik tushunchalar kompleks birikmalarning magnit xossalarini tushuntirishga ham ojizlik qildi.

Hozirgi vaqtda kompleks birikmalardagi kimyoviy bog'larni tushuntirish va hisoblash ishlarida kvant-kimyó usullaridan foydalanilmoqda. Bunda kompleks hosil bo'lishining valent bog'lari usuli va kristall maydon nazariyasidan foydalaniladi.

NH_4^+ ioni ammiak molekulasida elektron jufti borligi tufayli hosil bo'lishi ma'lum. Uni ammiak molekulasining vodorod ioniga birikishi natijasida hosil bo'ladi deb tushuntiriladi. Ammiak molekulasining metallar bilan birikib ammiakatlar hosil qilishi ham shu tarzda boradi:



Valent bog'lar usuli bo'yicha komplekslarning hosil bo'lishida ligandlarning juft elektronlari qatnashganda donor-akseptor bog'lar vujudga keladi. Elektron juftlar ligand bilan markaziy ion orasida kompleks hosil qiluvchining erkin gibrid orbitallarini egallagan holda umumlashib qoladi.

Yuqorida keltirilgan misolda Cu^{+2} va Zn^{+2} ionlari uchinchi tugallangan qavatga ega bo'lib, to'rtinchi qavatda ular da bo'sh s- va p - orbitallar bor. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ kompleksida ammiakning o'nta elektroni sp- gibrid orbitallarni egallaydi, bunday gibridlanish zarrachaning to'g'ri chiziqli bo'lishini belgilaydi. $[\text{Zn}^{+2}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ kompleksida esa to'rtta elektron juft sp-gibridlangan orbitalni egallaydi va bunda kompleks tetraedrik tuzilishga ega bo'ladi.

Donor-akseptor bog'lanishning hosil bo'lishida komplekslarda s- va p-orbitallar bilan bir qatorda d-orbitallar ham qatnashishi mumkin. Bunda valent bog'lar nazariyasiga ko'ra gibrirlanishda d-orbitallar ishtirok etadi. Shunday qilib, komplekslar hosil bo'lishida sp, sp², sp³, sp²d va sp³d²-gibrirlanish hollari uchraydi. Bunda komplekslar tegishli chiziqli, trigonal, tetraedrik yassi kvadrat va oktaedrik tuzilishga ega bo'ladi.

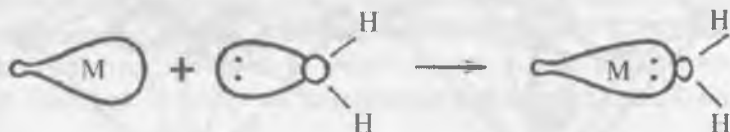
Yuqorida keltirilgan kompleks [Zn(NH₃)₄]⁺² da rux ioni ligandlar uchun (sxemada shartli ravishda nuqtalar bilan ko'rsatilgan) elektron juftlarni bitta 4 s va uchta 4 p orbitallar uzatadi, bunda sp³-gibrirlanish (tetraedrik koordinatsiyalanish) amalga oshadi. Koordinatsion soni ikkiga teng bo'lgan sp-gibrirlangan [Ag(NH₃)₂]⁺ kompleksida ligandlar chiziqli koordinatsiyalanishga bo'ladi.

Valent bog'lar usuli kompleks birikmalarining ma'lum koordinatsion sonlari hamda geometrik shakllarini tushuntirib beradi, shuningdek komplekslarning reaksiyaga kirishish-kirishmasligini oldindan aytib berishga ham imkon beradi. Biroq valent bog'lar usuli komplekslarning optik xossalarini, ulardagi bog'lanishning barqarorligini miqdoriy jihatdan ifodalash va stereokimyo masalalarini analiz qilishda birmuncha o'zgarish qiladi.

IX.5. KRISTALL MAYDON NAZARIYASI

Ushbu nazariya qattiq kristall moddalar xossalarini izohlashga qaratilgan. Bu nazariyaga muvofiq barcha metallarning ionlari kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, bu oraliq elementlarda kuchliroq namoyon bo'ladi. Oraliq metallar komplekslarining magnit xossalari va rangi metallar atomlari orbitallarida d- elektronlarning borligi bilan izohlanadi. Oraliq metallar komplekslaridagi kimyoviy bog'lanish modelini va bu moddalarga xos bo'lgan xossalarni **kristall maydon nazariyasi** yordamida tushuntiriladi. Bu nazariya markaziy ionning d- orbitallariga ligandlarning ta'sir etishini ko'rsatadi. Erkin atom yoki ionning bitta elektron qobig'iga tegishli barcha d-elektronlar energiyasi bir xil bo'lib, bu elektronlar bir energetik sathni egallaydi.

Metall ionining o'z atrofiga ligandlar (masalan, suv) to'plash xususiyati Lyuisning kislota-asos birikishi nazariyasi asosida tushuntiriladi. Bunda asosni, boshqacha qilib aytganda, ligandni elektron juftlari donori deb qarash mumkin. Bu elektronlarni akseptor vazifasini o'tovchi metall ionining vakant orbitali qabul qiladi. Metall ioni bilan uni o'rab turuvchi ligandlar orasidagi tortishish metall ionidagi musbat zaryad bilan liganddagi manfiy zaryadlar orasida vujudga keladigan elektrostatik kuchlar hisobiga amalga oshadi, deb faraz qilish mumkin. Ion holatdagi ligandlar (masalan, Br yoki SCN^-) bo'lganda elektrostatik birikish metall markazidagi musbat zaryad bilan har bir liganddagi manfiy zaryad orasida qaror topadi. Ligandlar sifatida neytral molekular namoyon bo'lsa (masalan, suv yoki ammiak bo'lganda), bu qutbli molekularning elektron juftlari joylashgan manfiy qismi metall markaziga yo'nalgan bo'ladi. IX.1-rasmda ko'rsatilganidek, ligandlar markaziy metall bilan kuchli bog'lanadi. Lyuis asosi rolini bajaruvchi ligand metallning gibrid orbitaliga elektron berib, elektron donor ishini bajaradi. Ammo ligandlar bir-biridan qochishga ham intiladi.



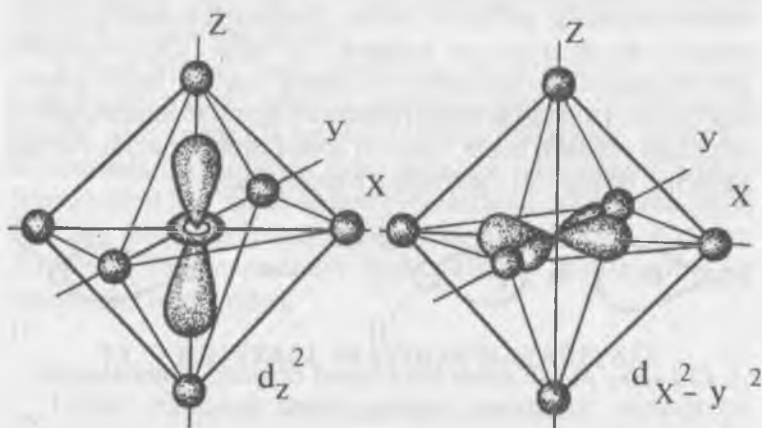
IX.1-rasm. Metall atomi bilan ligand orasidagi donor-akseptor birikishning vujudga kelishi sxemasi.

Shu sababli, har qanday kompleksda ham ligandlarning metallga tortishish kuchi bilan ligandlarning o'zaro itarilish kuchlari orasida muvozanat vujudga keladi. Ligandlarning metall markazi atrofida geometrik joylashuvchi metall bilan ligandlar orasida maksimal tortishuv kuchlarining vujudga kelishi ligandlar orasidagi itarilish kuchlarini minimal holatga keltiradi. Bu barqaror kompleks hosil bo'lishining asosiy sharti hisoblanadi. Bir vaqtning o'zida metall ionining tashqi elektronlari bilan ligandlardagi manfiy zaryadlar orasida itarilish sodir bo'ladi. Buni kristall maydonning ta'siri yoki ligandlar maydoni deyiladi. Natijada metall ionining d-

elektronlari energiyasi ortadi. Metall ioni d-orbitallarining hammasi ligandlar maydoni ta'siriga bir xilda berilmasligi mumkin, albatta. d-orbitallarining fazodagi yo'nalishi besh xil bo'lishi mumkinligi aniqlangan (x, y, z o'qlarida). Kristall maydon nazariyasi d-elektron bulutlari ligandlar egallagan joylarni band qilmaslikka intilishini nazarda tutadi. Markaziy ionning d-elektronlari soni ko'payganda kompleksning barqarorlashish energiyasi o'zgaradi.

IX.2-rasmda ligandlar bilan $d_{x^2-y^2}$ va d_z^2 orbital orasida

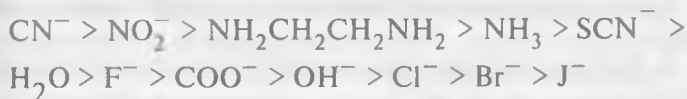
eng ko'p elektrostatik qarshilik kuchi paydo bo'ladi. d_{xy} — orbitalga ligandlarning ta'siri kuchsizroq bo'ladi. Qolgan d-orbitallar esa quyi energetik holatni egallaydi.



IX.2.- rasm. Oktaedrik kompleksda d_z^2 va $d_{x^2-y^2}$ orbitallarining holati.

Tetraedrik komplekslarda ligandlar d_{xy} , d_{yz} va d_{zx} orbitalarga eng ko'p elektrostatik qarshilik ko'rsatadi, bu yerda $d_{x^2-y^2}$ va d_z^2 orbitallar quyi energetik holatni egallaydi.

Ligandlar hosil qilgan maydon kuchining ligandlar tabiatiga bog'liqligi aniqlangan. Kompleks birikmalar spektrini o'rganish ligandlar kristall maydoni kuchining susayib borishiga ko'ra quyidagi qatorga joylanishini ko'rsatgan:



Bu ketma-ketlik **spektrokimyoviy qator** deyiladi.

Komplekslarning chuqurroq tadqiq qilinishi natijasida oraliq metallarning ionlari bilan ligandlar orasidagi kimyoviy bog‘lanish qisman kovalent tabiatga ega ekanligi aniqlandi.

Kompleks birikmalarni o‘rganishda Respublikamiz olimlarining xizmati nihoyatda katta. A. Shamsiyev, M.A. Azizov, akademik N.A. Parpiyev boshchiligida arilgidrazonlar kompleksi kimyosi o‘rganildi. Koordinatsion birikmalar termolizi, nodir, kam tarqalgan hamda o‘tkinchi metallar hosil qiluvchi komplekslar, tiotsiamat komplekslari, ularning kristall-kimyosi va ular bilan bog‘liq boshqa qator masalalar tadqiq qilindi. Koordinatsion birikmalarning o‘ziga xos xususiyatlari ko‘p tajribalar yordamida aniqlandi. Olingan komplekson va kompleksonatlarning xalq xo‘jaligida qo‘llanish sohalari topildi. O‘simliklarning turli kasalliklarga qarshi ishlatiladigan preparatlarga qo‘shiladigan kompleksonlar amaliyotga tatbiq etildi; oqava suvlarni tozalash, zararli gazlarni tutib qolish va rangli metallarni ajratib olishda qo‘l keldi. Bu ishlarni bajarishda, A.B. Alovitdinov, A. Qo‘shoqboyev, H. Ikromov, L.Tolipova va boshqalarning xizmati katta bo‘ldi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni. Koordinatsion (kompleks) birikmalarda metallar ionini o‘rab turuvchi va ligandlar deb ataluvchi ion yoki molekulalar mavjud bo‘ladi. Metall ion va ligandlar kompleksning koordinatsion sferasini tashkil etadi. Metall ioniga birikkan ligand atomi donor atom deyiladi. Metall ioniga birikkan donor atomlar soni **koordinatsion son** deb ataladi. Koordinatsion birikmalarda izomeriya hodisasi namoyon bo‘ladi. Bularning *stereoizomeriya*, *geometrik* va *optik* turlari mavjud. Koordinatsion birikmalarning ko‘pgina xossalari kristall maydon nazariyasi orqali tushuntiriladi.

Bobni o‘rganishdan maqsad

1. Metallning berilgan oksidlanish darajasiga ko‘ra kompleks ionning zaryadini aniqlash.

2. Berilgan formulaga ko'ra koordinatsion birikmalarni nomlay olish.
3. Berilgan tarkibiga ko'ra mumkin bo'lgan izomerlarni yoza bilish.
4. Spektrokimyo qatorini tavsiflash.

Mashq va masalalar

1. Quyidagi kompleks birikmalarni IYuPAK nomenklaturasi bo'yicha nomlang, ichki koordinatsion sferasi, kompleks hosil qiluvchi ion, ligandlar va tashqi sfera ionlarini ko'rsating: a) $K_2 [PtCl_4]$; b) $K_4 [Fe(CN)_6]$; d) $[Ag(NH_3)_2]_2 Br$; e) $K [BF_4]$.

2. Valent bog'lar usuli yordamida ammiak molekulasining ligand bo'la olishi, ammoniy kationi NH_4^+ ning esa ligand bo'la olmasligini tushuntirib bering.

3. Labil ("o'zgaruvchan") va inert ("barqaror") komplekslar bir-biridan qanday farqlanadi?

4. Koordinatsion birikmalarda qanday gibridlanishlarni bilasiz?

5. Quyidagi koordinatsion birikmalarning har birida metallning markaziy atomi oksidlanish darajasini ko'rsating:

a) $K_4 [Fe(CN)_6]$; b) $Na_3 [Cr(C_2O_4)_3]$;

d) $[Pt(NH_3)_4 Cl_2] Cl_2$; e) $[Cr(NH_3)_4 Br_2] Br$.

6. $[Pt_{(en)}(NO_2)_2] Br_2$ birikmasi stereoizomerlarining tuzilish shaklini ifodalang.

7. Tajribalar temir (II) quyi spin holatida bo'lganida uning ion radiusi yuqori spin holatidagiga nisbatan past bo'lishini ko'rsatdi. Bu holatni qanday izohlash mumkin?

X B O B

ELEMENTLARNING UMUMIY XOSSALARI VA ULARNING ASOSIY BIRIKMALARI. S-ELEMENTLAR

X.1. BIRINCHI GRUPPA ASOSIY GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY XOSSALARI

Birinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlari ishqoriy metallar deb atalib, ular Li, Na, K, Rb, Cs va Fr elementlaridan iborat. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^1 elektronlari mavjud. Shuning uchun bu elementlar kimyoviy reaksiya paytida s_1 elektronni osongina yo'qotib kuchli qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va doimo $+1$

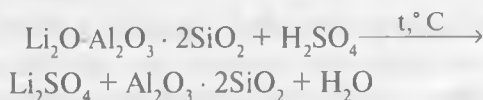
oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Bu elementlarda Li dan Fr ga tomon atom radiuslari kattalashadi, ammo ion zaryadlari o'zgarmaydi. Shuning uchun bu elementlarning metallik va qaytaruvchilik xossalari ortib boradi. Bu elementlarni ishqoriy metallar deb atalishiga sabab, ular suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, asos va vodorod hosil qiladi. Hosil bo'lgan asoslari kuchli ishqorlardir.

Tabiatda uchrashi. Ishqoriy metallar sof holda tabiatda uchramaydi. Ko'pgina elementlarga o'xshab, ular alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Litiyning eng muhim minerallari lepidolit $K_2O \cdot 2Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot Fe(ON)_2$, spodumen $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, ambligonit $LiAlPO_4OH$ va boshqalar. Natriy minerallari tosh tuz $NaCl$, Glabuyer tuzi $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, kriolit $Na_3 \cdot AlF_6$, bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, silvinit $NaCl \cdot KCl$, Chili selitrasi $NaNO_3$, dala shpati $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ holida uchraydi. Kaliy minerallari silvinit $NaCl \cdot KCl$, dala shpati $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, silvin KCl , karnallit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ va o'simlik kuli tarkibida K_2CO_3 holida uchraydi.

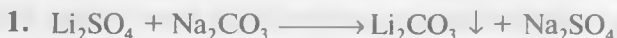
Rubidiy elementi tabiatda keng tarqalgan bo'lishiga qaramay, mustaqil minerallar hosil qilmaydi. Tabiatda u kaliyning yo'ldoshi hisoblanib, turli tog' jinslari, ayniqsa, alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Seziy elementi rubidiyga qaraganda ancha siyrak element hisoblanadi. Tarkibida eng ko'p seziy bo'lgan mineral-polutsit $4Cs_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 18SiO_2 \cdot 2H_2O$ dir.

Fransiy elementi minerallari tabiatda uchramaydi, uning izotoplari sun'iy ravishda hosil qilinadi.

Olinishi. Tarkibida yuqoridagi elementlar bo'lgan minerallar birinchi navbatda boyitiladi (ortiqcha jinslar chiqarib tashlanadi). Boyitilgan rudalar tarkibidagi elementlarni eritmaga yoki qayta ishlash uchun qulay holatga keltirilib quyidagi usullar bilan olinadi:



Hosil qilingan Li_2SO_4 ni karbonatlar holida cho'ktiriladi:

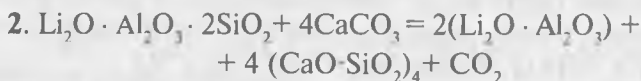


Hosil qilingan karbonatlar HCl ishtirokida eritmaga o'tkaziladi.



Hosil qilingan LiCl ni 1:1 nisbatda KCl tuzi bilan aralashtirib suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Bunda anod sifatida grafitdan, katod sifatida temir elektrodlardan foydalaniladi. Katodda Li metali qaytariladi: $\text{Li}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Li}^0$.

Anodda esa xlor ioni oksidlanadi: $2\text{Cl}^- - \bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2$.



Hosil qilingan litiy minerali ishqor ta'sirida eritmaga o'tkaziladi: $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{LiOH} + \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Hosil qilingan LiOH eritmasi HCl ta'sirida LiCl tuziga aylantiriladi, eritmani bug'latib qolgan LiCl tuzi suyuqlantirib elektroliz qilinadi.

3. Toza holdagi litiy metali litiy oksidi Li_2O ni kremniy yoki alyuminiy bilan qaytarib olinadi:

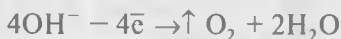


Natriy metali asosan ikki xil usul bilan olinadi:

1. Natriy gidroksidni suyuqlantirib, elektroliz qilinadi. Bunda katod temirdan, anod esa nikeldan yasaladi, katodda Na ioni qaytariladi:

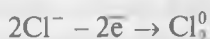


Anodda esa OH^- ionlari oksidlanib, kislorod ajralib chiqadi:



Bu usul toza natriy olinishi va jarayonning past temperaturada olib borilishi kabi afzalliklarga ega. Lekin xomashyo sifatidagi NaOH ning tannarxi birmuncha yuqoriligini eslatib o'tish lozim.

2. NaCl tuzi suyuqlantirib, elektroliz qilinadi. Bu usulda xomashyo sifatida toza holdagi NaCl ishlatilsa, NaCl bilan Na metalining suyuqlanish temperaturalari bir-biriga yaqin bo'lgani uchun natriy metalini sof holda ajratib olish anchagina noqulaydir. Bundan tashqari, natriyning to'yingan bug' bosimi taxminan havoning to'yingan bug' bosimiga yaqin qiymatga ega, bu esa natriyning ko'p yo'qotilishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun NaCl tuziga NaF, KCl yoki CaCl₂ tuzlari aralashtirilib, uning suyuqlanish temperaturasini kamaytirib, elektroliz qilinadi. Katodda Na va ionlari qaytariladi. Bu aralashma bug'latilib, haydab Na ajratib olinadi. Anodda esa Cl⁻ ioni oksidlanadi:



Yuqorida ko'rib o'tilgan usullarni kaliy metalini olish uchun qo'llab bo'lmaydi. Chunki kaliyning reaksiyaga kirishish xususiyati kuchli, ya'ni ajralib chiqayotgan kislorod bilan tezda oksidlanib ketadi. Shuning uchun kaliy olishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. Suyuqlantirilgan KOH yoki KCl eritmasidan kaliy natriy bilan siqib chiqariladi:



2. KCl va NaCl tuzlari aralashmasini suyuqlantirib elektroliz qilinadi. Katodda qaytarilgan Na va K aralashmalari vakuumda haydalib kaliy ajratib olinadi.

3. KCl tuzi vakuumda alyuminiy yoki kremniy bilan qaytarib olinadi:

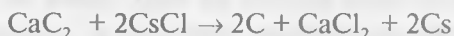
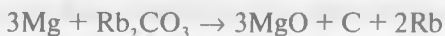


Rubidiy va seziyni olishning eng qulay usullari quyidagilardan iborat:

1. Xlorli birikmalarini qizdirib, vakuumda Ca bilan qaytariladi:



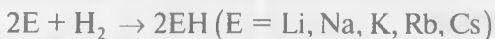
2. Karbonatlari yoki xloridlari yuqori temperaturada Mg yoki CaC_2 ishtirokida qaytariladi:



Li, Na, K — metallari sanoatda germetik berkitilgan temir idishlarda, laboratoriyada esa kerosin ostida saqlanadi. Rb va Cs metallari payvandlangan shisha ampulalarda saqlanadi.

Xossalari. Li, Na, K, Rb elementlari oqish kumush rangli yaltiroq, Cs sarg'ish-tilla rangli, oson suyuqlanadigan metallardir. Havoda o'z-o'zidan oksidlanadi. Oksidlanish jarayoni nam havoda shiddatli ravishda ro'y beradi. Bu elementlar issiqlikni va elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Kaliy va rubidiy kuchsiz radioaktiv xossa namoyon qiladi. Fransiying uzoq, yashaydigan izotoplari yo'q. Eng uzoq yashaydigan izotopining yarim yemirilish davri 21 minutni tashkil etadi. Hamma ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Ularning standart elektrod potentsiallari manfiy bo'lib, mutlaq qiymatga ega. Ishqoriy metallar hosil qilgan birikmalarda ko'pincha ion bog'lanish mavjud. Bu bog'lanish litiydan seziyga tomon gruppaga bo'yicha kamayib boradi. Suyuqlantirilganda elementlar ionlashgan holatda bo'lib, elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Ishqoriy metallar ionlari kompleks birikmalar hosil qilmaydi, chunki ularning musbat zaryadlari kichik, radiuslari esa kattadir. Bundan tashqari, ularning tashqi elektron qavatlarida d-elektronlar mavjud emas.

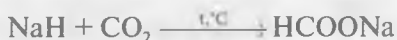
Birikmalari. Ishqoriy metallar vodorod bilan qizdirilganda birikib gidridlar hosil qiladi:



Bu gidridlar ionli panjaraga ega bo'lgan qattiq kristall moddalardir. Gidridlarda vodorod ion H^- anion rolini bajaradi. Buni suyuqlantirilgan yoki ammiakli eritmalarini elektroliz qilish natijasida anodda vodorod molekulasining hosil bo'lishi bilan isbotlash mumkin. Gidridlarning termik barqarorligi LiH dan CsH ga tomon gruppaga bo'yicha kamayib boradi. Ishqoriy metallarning gidridlari kuchli qaytaruvchilardir. Suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradi:

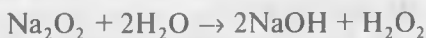


Qizdirilganda gidridlar CO_2 bilan birikib organik birikmalar hosil qiladi:



Ishqoriy metallar gidridlarining reaksiyaga kirish xususiyati LiH dan CsH ga o'tgan sari ortib boradi. Hamma ishqoriy metallar kislorod bilan oson reaksiyaga kirishadi. Ortiqcha miqdorda kislorod ishtirokida litiy Li_2O va qisman Li_2O_2 hosil qiladi, natriy esa Na_2O va Na_2O_2 , K, Rb, Cs lar esa E_2O va E_2O_2 tarkibli oksid va qo'sh peroksidlar hosil qiladi.

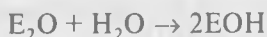
Litiy va natriy oksidlari rangsiz, **kaliy va rubidiy** oksidlari sariq, **seziiy oksidi** esa qizg'ish tusli moddalardir. Bu metallarning peroksidlari diamagnit O_2^{2-} ioniga, qo'sh peroksidlari esa paramagnit O_2^{-1} ioniga ega bo'lib, neytral molekulasidan bog'lanish energiyasi bilan qisman farq qiladi. Peroksidlar va qo'sh peroksidlar kuchli oksidlovchilardir. Ishqoriy metallarning peroksidlari vodorod peroksidning tuzlari bo'lib, suvda erishi natijasida to'liq gidrolizlanadi:



Hosil bo'lgan H_2O_2 ishqoriy muhitga tezda suvga va kislorodga parchalanib ketadi. Ishqoriy metallarning qo'sh peroksidlariga suv ta'sir ettirilsa, kislorod ajralib chiqadi:

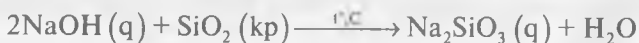


Ishqoriy metallarning oksidlari suv bilan yaxshi reaksiyaga kirishib, gidroksidlar hosil qiladi:



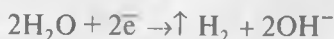
Ishqoriy metallarning gidroksidlari rangsiz, suvda yaxshi eriydigan, oson suyuqlanuvchi kristall moddalardir. Sanoatda eng ko'p ishlatiladigan ishqorlar asosan o'yuvchi natriy (NaOH) va o'yuvchi kaliy (KOH) dir. Bu ishqorlar kuchli kristallogidratlar bo'lgani uchun havodagi namni o'ziga oson

biriktirib oladi. Suyuqlantirilgan ishqorlar chinni va shishalarni erita oladi:

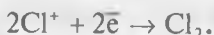


O'yuvchi natriy texnikada asosan NaCl eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Bunda katod sifatida temirdan, anod sifatida grafitdan yasalgan elektrodlar ishlatiladi.

Katodda suv qaytariladi:



Anodda xlor ioni oksidlanadi:

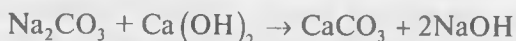


Katodda qaytarilmagan Na^+ ionlari bilan OH^- birikib NaOH ni hosil qiladi. Bunday NaOH uncha toza bo'lmaydi, chunki uning tarkibida elektrolizga uchramagan NaCl bo'ladi. Toza holdagi NaOH olish uchun, katod sifatida simobdan foydalaniladi. U holda katodda vodorod ajralib chiqmay, natriy ioni qaytariladi:



Ajralib chiqqan Na metallini simob o'zida eritib amalgama hosil qiladi. Amalgama suvli idishlarga solinganda tarkibidagi Na erib, NaOH hosil qiladi.

Ba'zi hollarda NaOH ni soda eritmasini ohakli suv bilan ishlov berish usuli orqali olish mumkin:



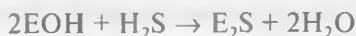
Hamma ishqoriy metallar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi va vodorodni siqib chiqara oladi:



Ishqoriy metallar ozgina qizdirilganda galogenlar bilan birikib galogenidlarni hosil qiladi:



Metallarga oltingugurt ta'sir ettirib yoki ishqorlarni vodorod sulfid bilan neytrallab ishqoriy metallarning sulfidlari hosil qilinadi:



Ishqoriy metallardan faqatgina Li oddiy sharoitda azot bilan birikib nitrid hosil qiladi:



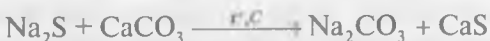
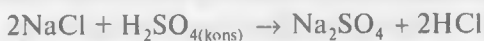
Litiyning bu nitridi suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Boshqa ishqoriy metallarning nitridlari yuqori temperaturada va elektr uchqunlari ta'sirida hosil qilinadi, ular oddiy sharoitda beqaror bo'lgan gazlardir. Ishqoriy metallar ko'p asosli kislotalar qoldiqlari bilan o'rta E_2CO_3 , E_2SO_3 , E_2SO_4 , E_3PO_4 va nordon $EHCO_3$, $EHSO_3$, $3HSO_4$, EH_2PO_4 , E_2HPO_4 , EHS tuzlar hosil qiladi. Bu elementlarning nordon tuzlar hosil qilishi va ularning termik barqarorligi gruppaga bo'yicha Li dan Cs ga qarab ortib boradi. Ishqoriy metallarning tuzlari asosan suvda yaxshi eriydigan moddalardir.

Xalq xo'jaligining ko'pgina sohalarida keng qo'llaniluvchi soda hozirgi paytda quyidagi uch usul bilan olinadi:

1. **Leblan usuli.** Bu usulda osh tuziga konsentrlangan sulfat kislotaga ta'sir ettirib natriy sulfat hosil qilinadi. Hosil qilingan natriy sulfat ohaktosh va ko'mir bilan aralashtirilib pechda qizdiriladi, ya'ni:



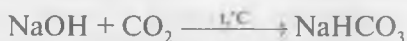
2. **Solvey usuli.** Bu usulda osh tuzi ammiak va karbonat angidrid bilan to'yintirilib $NaHCO_3$ cho'kmaga tushiriladi.



Cho'kmani qizdirib soda ajratib olinadi:



3. Elektrolitik usul. Osh tuzi eritmasini elektroliz qilish natijasida hosil bo'lgan o'yuvchi natriyni karbonat anhidrid ta'sirida cho'ktirib, so'ngra uni qizdirib soda olinadi:



Hosil bo'lgan CO_2 yana qayta ishlatiladi.

Ishlatilishi. Ishqoriy metallar va ularning birikmalari organik moddalarni sintez qilishda, alyuminiy ishlab chiqarish, shisha va keramik moddalar olish, sun'iy tola ishlab chiqarish va mineralitlar olishda ishlatiladi. Vatanimizda qurilayotgan soda zavodi (Qoraqalpog'istonda) 2004- yili ishga tushdi.

X. 2. IKKINCHI GRUPPA ASOSIY GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

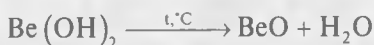
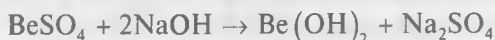
Ikkinchi gruppada asosiy gruppachasi elementlariga Ba, Mg, Ca, Sr, Ra kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^2 elektronlari mavjud. Shuning uchun kimyoviy reaksiya paytida s^2 elektronlarini berib, +2 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladilar.

Ularning qaytaruvchilik xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsizroq ifodalangan. Ikkinchi gruppada asosiy gruppachasi elementlarining ion radiuslari ishqoriy metallarning ion radiuslaridan kichik. Shuning uchun bu elementlarning gidroksidlari ishqoriy metallarning gidroksidlariga qaraganda kuchsiz asos xossasini namoyon qiladi. Bu elementlar gidroksidlarining asos xossalari gruppada bo'yicha Be dan Ra ga tomon ortib boradi, chunki elementlarning ion radiuslari ortib boradi. $\text{Be}(\text{OH})_2$ amfoter, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ kuchsiz asos, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lar kuchli asos xossasiga ega. Be bilan Mg bir gruppada yonma-yon joylashganiga qaramay, xossalari bir-biridan keskin farq qiladi: berilliy oksidi va gidroksidi amfoter xossaga, Mg elementining oksidi va gidroksidi esa asos xossasiga ega. Bunga sabab shuki, Be ning ion radiusi Mg ning ion radiusiga qaraganda ikki marta kichik.

Berilliy. Berilliy ikkinchi gruppasi asosiy gruppachasiga joylashgan bo'lib, $1s^2 2s^2$ elektron konfiguratsiyasiga ega. Uning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Berilliy birinchi bo'lib 1827-yilda Velyor berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olishga muvaffaq bo'lgan.

Tabiatda uchrashi. Berilliy tabiatda asosan berill $Al_2O_3 \cdot 3BeO \cdot 6SiO_2$, fenikit $2BeO \cdot SiO_2$, xrizoberill $Al_2O_3 \cdot BeO$ minerallari holida uchraydi.

Olinishi. 1. Tarkibida berilliy bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil qilingan konsentrat ohaktosh bilan aralashtirilib kuydiriladi, so'ngra bu qotishma konsentrlangan H_2SO_4 bilan ishlanadi



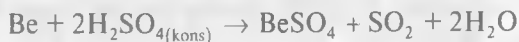
Hosil qilingan berilliy xlorid tuzini natriy xlorid bilan aralashtirib (suyuqlanish temperaturasini pasaytirish maqsadida) suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Katodda berilliy metall holida qaytariladi.

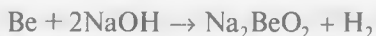
2. Berilliyning ftorli birikmasini induksion elektr pechlarda magniy bilan qaytarib metall holida olish mumkin:



Hosil bo'lgan Be metallini 1300° da suyuqlantirib, MgF_2 shlakidan ajratiladi.

Xossalari. Berilliy geksagonal kristall tuzilishga ega bo'lgan, kulrang-kumushsimon yaltiroq metall. U suvda va havoda BeO holida yupqa parda bilan qoplanadi. Oddiy sharoitda xlorid va konsentrlangan sulfat kislotalari, hamda ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar hosil qiladi:





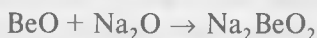
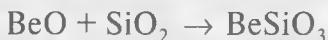
Berilliy konsentrlangan kislota ta'sirida passivlanadi, suyultirilgan HNO_3 da yaxshi eriydi.



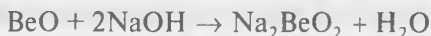
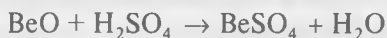
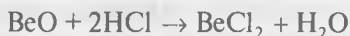
Berilliy qizdirilganda N_2 , P , S va galogenlar bilan Be_3N_2 , Be_3P_2 , Be_2C , BeG_2 tarkibli birikmalar hosil qiladi.

BERILLIY BIRIKMALARI

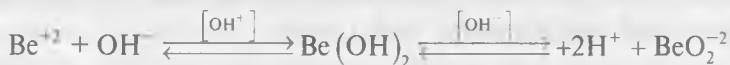
Berilliy oksid BeO — amfoter xossaga ega bo'lgan, yuqori temperaturada suyuqlanuvchi, suvda erimaydigan oq rangli kukun. U yuqori haroratda suyuqlantirilganda kislotali va asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:



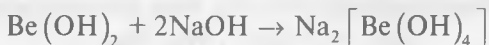
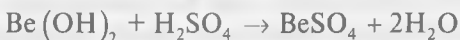
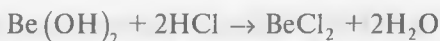
Berilliy oksidi qaynoq kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



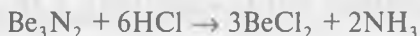
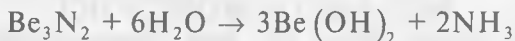
Berilliy oksidi o'tga va issiqlikka chidamli shisha va chinni materiallarni olishda, atom texnikasida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi. Berilliy gidroksid $\text{Be}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega bo'lgan, suvda erimaydigan oq rangli cho'kma. Kislota va asos xossasiga ega ekanligini quyidagi sxema bilan tushuntirish mumkin:



Shuning uchun $\text{Be}(\text{OH})_2$ kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Berilliy nitrid — Be_3N_2 juda qattiq, yuqori temperatura-da suyuqlanadigan rangsiz kristall modda. Qizdirilganda suv va kislotalar ta'sirida parchalanadi:



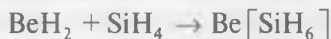
Berilliy gidrid BeH_2 — kuchli qaytaruvchi xossaga ega bo'lgan polimer modda. Uni BeCl_2 ga efir eritmasida LiH ta'sir ettirib hosil qilish mumkin:



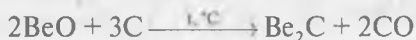
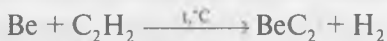
BeH_2 suv ta'sirida oson parchalanib vodorod ajralib chiqadi.



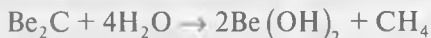
BeH_2 amfoter xossaga ega bo'lgani uchun ishqoriy va kislotali gidridlar bilan birikib kompleks birikmalar hosil qiladi:



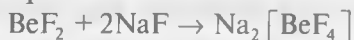
Berilliy karbidlar BeC_2 va Be_2C — berilliy kukuniga yuqori temperaturada atsetilen yoki berilliy oksidiga cho'g'latilgan ko'mir ta'sir ettirib hosil qilinadi:



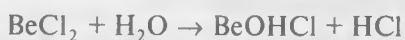
Berilliy karbidlar suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Berilliy ftorid BeF_2 — suvda oson eriydigan, shishasimon bir necha modifikatsiyaga ega bo'lgan modda, u ishqoriy metallarning ftoridlari bilan suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiladi:

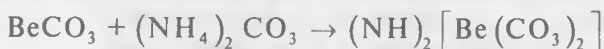
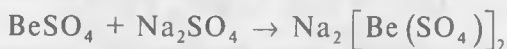


Berilliy xlorid BeCl_2 suvda yaxshi gidrolizlanadi, rangsiz kristall gidrat moddalar hosil bo'ladi:



Shunga ko'ra berilliyning $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ va BeSO_4 kislorodli tuzlari mavjud.

Bular ko'pgina tuzlar bilan qo'shaloq birikmalar hosil qiladi:



Berilliy tuzlari mazasi shirin ta'mga ega bo'lishiga qaramasdan zaharli moddalardir.

Ishlatilishi. Berilliy va uning birikmalari issiqlikka va o'tga chidamli, shisha, keramik buyumlar olishda, sement sanoatida, tibbiyot, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, to'qimachilik, konditer sanoatida va organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

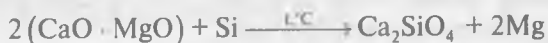
Magniy. Magniyning elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ dir. Toza holatda magniyni birinchi bo'lib 1829-yili A. Byussi ajratib olgan. Tartib raqami 12, atom massasi 24,312. Magniyning uchta barqaror izotopi ma'lum: ${}^{24}_{12}\text{Mg}$, ${}^{25}_{12}\text{Mg}$, ${}^{26}_{12}\text{Mg}$.

Tabiatda magniy asosan silikatlar Mg_2SiO_3 — olivin minerali holida, karbonatlar — dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ va magnezit MgCO_3 minerallari holida, xloridlar — karnallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ minerali holida uchraydi. Bundan tashqari, dengiz suvlari tarkibida MgCl_2 holida uchraydi.

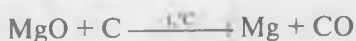
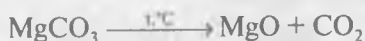
Olinishi. 1. Tuzlari $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ yoki $MgCl_2$ ni suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Bunda katodda Mg erkin holda, anodda esa Cl_2 ajralib chiqadi.

2. **Metallotermik usul.** Bu usulda vakuum elektr pechlarida

1200—1300° da qizdirilgan dolomitni kremniy bilan qaytarib olinadi:

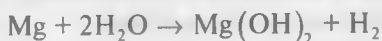


3. **Uglerodotermik usul.** Bu usulda magniy birikmalari yuqori temperaturada qizdirilib, oksidlarga aylantiriladi va cho'g'latilgan ko'mir bilan qaytariladi:



Xossalari. Magniy oqish-kumushrang, yaltiroq, asos xossasiga ega bo'lgan metall, zichligi $1,74 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish temperaturasi $650^\circ C$, qaynash temperaturasi $1103^\circ C$. Magniy havoda oksidlanib, xiralashadi, o'z birikmalarida hamma vaqt ikki valentli bo'ladi, koordinatsion soni 6 ga teng.

Magniy sovuq suv bilan juda sust, qaynoq suv bilan tezda reaksiyaga kirishadi:



Magniy HF va H_3PO_4 kislotalarda kam eriydi. HCl, H_2SO_4 , HNO_3 kislotalarida yaxshi eriydi:



Magniy ishqorlarda erimaydi. Magniy qizdirilganda ko'pgina metallar ta'sirida Mg_3Al_2 , Mg_3Sb_2 , Mg_2Pb tarkibli intermetall birikmalar hosil qiladi. Bundan tashqari, magniy qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan birikib $MgSi$, Mg_3P_2 , MgS , $MgCl_2$ tarkibli birikmalar hosil qiladi. Magniy vodorod bilan oddiy sharoitda birikmaydi. Faqat 200 atmosfera bosimida va $570^\circ C$ da katalizatorlar ishtirokida birikadi. Magniyning

vodorodli birikmasi asosan bilvosita usul bilan olinadi.
Masalan:



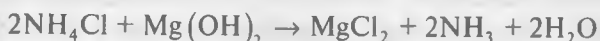
Magniy gidrid MgH_2 kukun holidagi kumushrang qattiq modda, suv ta'sirida oson parchalanadi. Alyuminiy va berilliy gidridlariga qaraganda termik barqaror. Bundan tashqari, magniyning gidrid-borat $\text{Mg}[\text{BH}_4]_2$ va gidrid-alyuminat $\text{Mg}[\text{Al}_4]_2$ birikmalari ham ma'lum.

Magniy oksid MgO — yuqori temperaturada suyuqlanadigan, asos xossasiga ega bo'lgan oq tusli kristall modda. Texnikada asosan magniy karbonatning termik parchalanishi natijasida olinadi:



Magniy oksid qaynoq suvda juda oz eriydi, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:

Magniy gidroksid $\text{Mg}(\text{OH})_2$ — suvda kam eriydigan, asos xossasiga ega bo'lgan kristall modda. Magniy gidroksid ammoniy tuzlaridan ammiakni siqib chiqara oladi:



Magniy xlorid MgCl_2 — oktaedrik tuzilishga ega bo'lgan, ion bog'lanishli oq tusli kristall modda. Magniy oksid ko'mir ishtirokida xlorklash usuli bilan olinadi:



Magniy xlorid kristall gidrati $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengiz suvlarini quritish usuli bilan olinadi.

Magniy sulfat MgSO_4 — oq tusli kukun. Suv ta'sirida monogidrat $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ va heptagidrat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Magniy sulfat ishqoriy metallarning tuzlari bilan quyidagi qo'shaloq tuzlarni hosil qiladi:

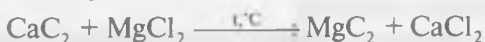




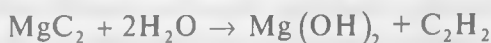
Magniy nitrat $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ — suvda yaxshi eriydigan gigroskopik modda. Termik beqaror bo'lgani uchun qizdirganda MgO hosil qilib parchalanadi;



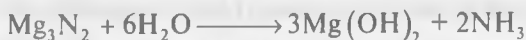
Magniy karbid MgC_2 — kalsiy karbidga magniy xlorid ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



Magniy karbit suv ta'sirida shiddatli parchalanib atsetilen hosil qiladi.



Magniy nitrid Mg_3N_2 — magniyni azot atmosferasida qizdirish natijasida hosil qilinadi, suv ta'sirida ammiak hosil qilib parchalanadi:



Magniyni yuqorida keltirilgan birikmalaridan tashqari, uning suvda yomon eriydigan tuzlari $Mg_3(PO_4)_2$, $Mg_3(AsO_4)_2$, $MgCO_3$, MgF_2 ham bor.

Ishlatilishi. Magniy va uning birikmalari intermetall birikmalar hosil qilishda, raketa texnikasida, keramika, shisha va sement olishda, to'qimachilikda, achchiqtosh olishda ishlatiladi.

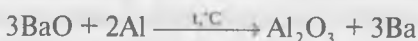
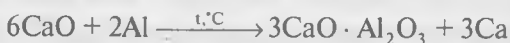
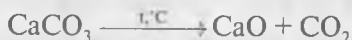
Kalsiy gruppachasi elementlari. Kalsiy gruppachasi elementlariga kalsiy Ca, stronsiy Sr, bariy Ba va radiy Ra kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^2 elektronlar mavjud. Gruppa bo'yicha elementlarning atom va ion radiuslari ortib boradi. Shuning uchun bu elementlarning aktivligi ham ortib boradi.

Tabiatda uchrashi. Yer qobig'ida kalsiyning oltita, stronsiyning to'rtta, bariyning yettita barqaror izotopi bor. Bulardan eng ko'p tarqalganlari Ca, S va Ba lardir. Radiy radioaktiv element bo'lgani uchun uning barqaror izotoplari yo'q. Lekin sun'iy ravishda hosil qilingan sakkizta radioaktiv izotoplari ma'lum.

Kalsiy yer qobig'ida eng ko'p tarqalgan elementlardan hisoblanadi. Tabiatda asosan silikatlar CaSiO_3 va alyumosilikatlar $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ holida uchraydi. Bulardan tashqari, kalsiy karbonat CaCO_3 , angidrit CaSO_4 , gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, flyuorit CaF_2 , apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ va fosforit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ lar holida uchraydi. Bariy va stronsiyalar asosan stronsit SrCO_3 , viterit BaCO_3 , selistin SrSO_4 , barit BaSO_4 minerallari holida uchraydi. Radiy esa uran rudasi tarkibida qisman uchraydi.

Olinishi. Kalsiy, stronsiy, bariy metallari birinchi marta Xevi tomonidan elektroliz qilib olingan. Elektroliz qilish jarayonida ularning tuzlari yuqori temperaturada suyuqlantiriladi. Katodda metallar ajralib chiqadi. Bu elementlar tuzlarini suyuqlantirishda ularning suyuqlanish temperaturalarini kamaytirish uchun ba'zi tuzlardan foydalaniladi.

Bundan tashqari kalsiy, stronsiy, bariy metallarini vakuumda alyumotermiya usuli bilan ham olish mumkin:



Hozirgi paytda bu element karbidlarini yuqori temperaturada parchalab olish usuli ham ma'lum. Bunda elementlar bug' holida uchib chiqadi, uglerod esa qattiq grafit holida qoladi. Metall holidagi radiyni 1910-yilda Mariya Kyuri va Andre Debyernu tomonidan RaCl_2 tuzi eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olingan. Bunda simobdan yasalgan katod va platina bilan iridiy aralashmasidan tayyorlangan qotishmadan yasalgan anoddan foydalanilgan. Katoddagi simobni 700°C da vodorod oqimi bilan haydab, radiy toza holida ajratib olingan.

Fizik xossalari. Ikkinchi gruppning asosiy gruppachasi elementlari (berilliyi istisno qilganda) metall xossalari ega. Erkin holda kumushrang — oq, yumshoq moddalar bo'lib, ishqoriy metallarga qaraganda qattiqroq, erish va

qaynash temperaturasi ancha yuqoridir. Radiydan boshqa elementlar zichligi bo'yicha yengil metallarga kiradi. Berilliy o'z xossalari bilan alyuminiyga, magniy esa xossalari bilan toq gruppacha elementlari, ayniqsa ruxga yaqin turadi.

Kalsiy 850°C da eriydi, havoda oksid pardasi bilan qoplanadi, qizdirilganda qizg'ish alanga berib yonadi. Bariy 710°C da eriydi, 1638°C da qaynaydi, zichligi 3,76 g/sm³. Stronsiyning erish temperaturasi 770°C, qaynash temperaturasi 1380°C, zichligi 2,63 g/sm³.

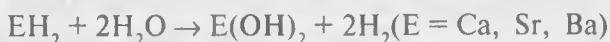
Kimyoviy xossalari. Bu metallar aktiv metallmaslar bilan odatdagi sharoitda birikadi. Azot, vodorod, uglerod, kremniy kabi metallmaslar bilan biroz qizdirilganda reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiyalar issiqlik ajralib chiqish bilan boradi. Bu metallar qizdirilganda ko'pgina metallar bilan birikib intermetall birikmalar hosil qiladi. Metallarning reaksiyaga kirishish xususiyati Ca-Zr-Ba-Ra joylashish qatorida ortib boradi. Bu elementlar sovuq suv bilan ham reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishish xususiyati Ca dan Ra ga o'tgan sari ortib boradi:



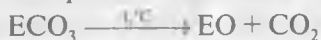
Bu elementlar kislotalar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi, ishqorlar esa ta'sir etmaydi.

Birikmalari. Kalsiy gruppachasi elementlari kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida f — orbitalar katta rol o'ynaydi. Shuning uchun bu elementlarning koordinatsion sonlari 6 va 8 ga teng bo'ladi.

Bu elementlarni EH₂ tarkibli gidridlari ma'lum. Bu gidridlar tashqi ko'rinishi va xossalari bilan ishqoriy metallarning gidridlariga o'xshash. Lekin ularning parchalanish temperaturalari birmuncha yuqori. Bu gidridlar suv ta'sirida tez parchalanadi.

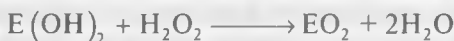


Oksidlari va gidroksidlari. Bu elementlar EO tarkibli oksidlar hosil qiladi. Elementlarning oksidlari ularning karbonatlarini termik parchalash usuli bilan hosil qilinadi.



Elementlarning oksidlari yuqori temperaturada suyuqlanadigan moddalardir. Suyuqlanish temperaturalarini CaO dan BaO ga tomon kamayib boradi. Bu oksidlar qizdirilganda suvda erib, $\text{E}(\text{OH})_2$ tarkibli asos xossasiga ega bo'lgan gidroksidlar hosil qiladi. Bu gidroksidlarining suvda erishi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ga qarab ortib boradi.

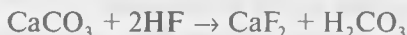
Kalsiy gruppachasi elementlari ham ishqoriy metallar kabi kislorod bilan oq rangli EO_2 tarkibli peroksidlar, sariq rangli EO_4 tarkibli qo'sh peroksidlar hosil qiladi. Bu birikmalar element gidroksidlariga vodorod peroksid ta'sir ettirish bilan hosil qilinadi:



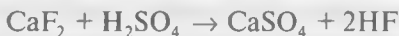
Ularning peroksidlari suv ta'sirida oson gidrolizlanadi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi.



Bu elementlarning galogenidlaridan kalsiy ftorid CaF_2 ni, kristall holatidagi kalsiy karbonatni ftorid kislota bilan neytrallab hosil qiladi:



CaF_2 suvda qiyin eriydigan oson kolloid eritma hosil qiladigan kukun modda. Suyultirilgan kislotalarda erimaydi, lekin konsentrlangan kislotalarda eriydi:



SrF_2 va BaF_2 olinishi va xossalari bilan CaF_2 ga o'xshashdir. Ularning xloridlari ECl_2 tarkibiga ega. Bu birikmalar elementlarning karbonat birikmalariga xlorid kislota ta'sir ettirib hosil qilinadi:



Elementlarning xloridlari kuchli kristallgidratlar bo'lgani sababli ularning eritmaları bug'latilganda $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ holida kristallanadi.

Bu elementlar $E(\text{NO}_3)_2$ tarkibli nitratlar hosil qiladi. Ularning karbonatlariga nitrat kislotaga ta'sir ettirib yoki oddiy almashinish reaksiyasi natijasida nitratlari hosil qilinadi:



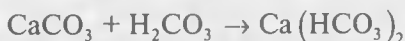
yoki



Kalsiy karbonat CaCO_3 — oq tusli suvda juda kam eriydigan, termik parchalanadigan modda. Tabiatda ohaktosh va marmar holda juda ko'p uchraydi. Kislotalarda va ammoniy tuzlarida oson parchalanadi:



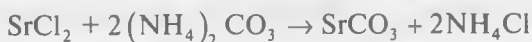
Ortiqcha olingan karbonat kislotaga va suvda yaxshi eriydigan biokarbonat birikmaga aylanadi:



Stronsiy karbonat SrCO_3 tabiatda rombik tuzilishga ega bo'lgan stronsianit minerali holda uchraydi. Bu mineral texnikada asosan SrSO_4 ni maxsus pechlarda suyuqlantirib, soda ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

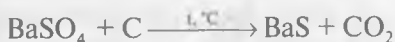


Toza holatdagi stronsiy SrCO_3 tuzlari eritmalaridan ammoniy karbonat ta'sirida cho'ktirib olinadi:



Bariy karbonat BaCO_3 — tabiatda asosan viterit minerali holda uchraydi. Texnikada BaCO_3 ikki xil usulda olinadi:

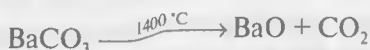
1. BaSO_4 ga yuqori temperaturada cho'g'lantirilgan ko'mir ta'sir ettirib, hosil bo'lgan BaS va CO_2 ni suv ta'sirida kondensatlab hosil qilinadi:



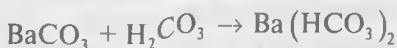
2. Kukun holatdagi $BaSO_4$ ga yuqori temperatura va bosimda kaliy karbonat ta'sir ettirib $BaCO_3$ olinadi:



$BaCO_3$ juda termik barqaror bo'lib, yuqori temperaturada parchalanadi:



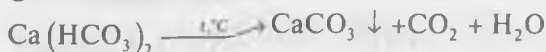
Bariy karbonat karbonat kislotaga ta'sirida suvda oson eriydi:



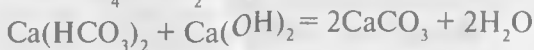
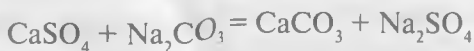
Kalsiy sulfat $CaSO_4$ — tabiatda suvsiz angidrid holida va suvli gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ holida uchraydi. Stronsiy sulfat $SrSO_4$ esa tabiatda selistin minerali va bariy sulfat $BaSO_4$ holida uchraydi. Bu birikmalar suvda kam eriydigan moddalardir.

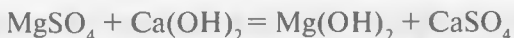
Tabiiy suvlarda kalsiy va magniy tuzlarining bo'lishi suv qattiqligini vujudga keltiradi. Bu esa tabiiy suvni texnikada ishlatishga ko'pincha to'sqinlik qiladi. Tabiiy suvda asosan doimiy va muvaqqat qattiqliklar kuzatiladi. Tabiiy suv tarkibida kalsiy va magniy gidrokarbonat ionlari bo'lsa muvaqqat qattiqlik, sulfat va xlorid ionlari bo'lsa doimiy qattiqlikda vujudga keladi.

Tabiiy suvlarning qattiqligini ikki xil: fizik va kimyoviy usullar bilan yo'qotish mumkin. Tarkibida gidrokarbonatlar bo'lgan qattiq suvni qaynatish yo'li bilan yo'qotiladi. Bunda gidrokarbonatlar erimaydigan karbonatlarga aylanib, cho'kmaga tushadi:

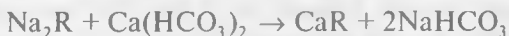


Suvning qattiqligini kimyoviy usul bilan yo'qotishda tarkibida CO_3^{2-} va OH^- ionlari bo'lgan eritmalar bilan ishlanib, kalsiy va magniyda qiyin eriydigan tuzlari holida cho'ktiriladi. Ko'pgina hollarda so'ndirilgan ohak yoki soda ishlatiladi:





Hozirgi davrda texnikada suvning qattiqligini yo'qotishda ion almashtirish usulidan foydalanilmoqda. Bu usul suv tarkibidagi ionlarni sun'iy olingan ko'p molekulali ionitlar bilan almashtirishga asoslangan. O'rin almashtirilayotgan ionlar tabiatiga qarab ionitlar kationit va anionitlarga bo'linadi. Alyumosilikatlar, masalan, $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot \text{H}_2\text{O}$ kationitlarga misol bo'la oladi. Qattiq suv bilan alyumosilikatlar orasidagi ionlar almashinishini quyidagi sxema orqali ko'rsatish mumkin:



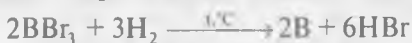
Bu yerda, **R** — murakkab alyumosilikat anioni, ya'ni $([\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O})^{-2}$ dir.

Ishlatilishi. Bu elementlar va ularning birikmalari keramika, shisha, sement sanoatida, qurilish materiallari olishda, bo'yoqchilikda, organik moddalarni sintez qilishda, katalizator tayyorlashda, metallurgiya va intermetall birikmalar olishda ishlatiladi. Kalsiy ko'pgina qiyin eriydigan metallarni qaytarishda muhim ahamiyatga ega. Bu yo'l bilan toriy, vanadiy, sirkoniy, berilliy, niobiy, uran va tantal kabi metallar qaytariladi. Kalsiydan mis, nikel, bronza va maxsus po'lat tayyorlashda ham foydalaniladi. Stronsiy metallarni tozalashda xizmat qiladi. Misga qo'shilganda uning qattiqligi ortadi. Radiy va uning birikmalari nur qaytaruvchi bo'yoqlarni tayyorlashda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligida va radon olishda ishlatiladi.

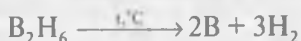
X.3.UCHINCHI GRUPPA ASOSIY GRUPPACHA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Davriy sistemaning uchinchi asosiy gruppachasiga keng tarqalgan bor B, alyuminiy Al, birmuncha kam tarqalgan galliy Ga, indiy In, va talliy Tl elementlar kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida $s^2 \cdot p^1$ elektronlari mavjud. Shuning uchun bu elementlar o'zlarining tashqi elektron qavatlaridagi uchta elektronni yo'qotib, +3

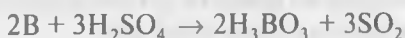
bilan olingan bor uncha toza bo'lmaydi. Toza holatdagi bor uning birikmalarini suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Juda toza holdagi borni, bug' holatdagi bor bromidni cho'g'latilgan tantaldan yasalgan sim ishtirokida vodorod bilan qaytarib hosil qilish mumkin:



Shuningdek, borning vodorodli birikmalarini termik parchalab hosil qilish ham mumkin:



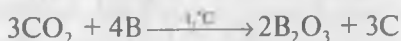
Xossalari. Toza holdagi bor ikki xil — amorf va kristall modifikatsiyaga ega. Amorf bor qo'ng'ir tusli, hidsiz, mazasiz kukun. Kristall bor qoramtir-kulrang tusli qattiq modda. Toza holda bor inert modda. Oddiy sharoitda faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda bor xlor, brom va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Borga suyultirilgan kislotalar ta'sir etmaydi. Qizdirilganda konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 kislotalarda, zar suvida eriydi:



Bor ishqorlar bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi:



Yuqori temperaturada bor kuchli qaytaruvchi xossasiga ega.



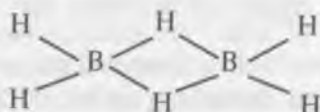
Yuqori temperaturada bor ko'pgina metallar bilan birikib Me_3B_2 , MeB , Me_3B_4 , MeB_2 , MeB_6 tarkibli issiqlikka va kislotalarga chidamli intermetall birikmalar hosil qiladi. Ayniqsa borning d — oilasi elementlari bilan hosil qilgan birikmalari qotishmalari yuqori temperaturada suyuqlanadigan qattiq moddalardir.

Birikmalari. Bor B_nH_{n+4} va B_nH_{n+6} tarkibli vodorodli birikmalarga ega. Borning vodorodli birikmalari boranlar deb

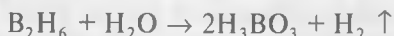
ataladi. Bular ichida xalq xo'jaligida keng ishlatiladigani diboran B_2H_4 dir. Diboran elektr zaryadi ta'sirida bor galogenidlarga vodorod ta'sir ettirish yo'li bilan hosil qilinadi. Bu reaksiya quyidagi bosqichlarda boradi:



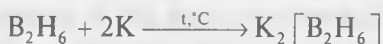
Borning vodorodli birikmalari kovalent va vodorod bog'lanish hosil qilib polimerlanadi:



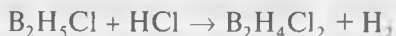
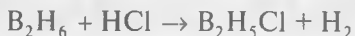
Diboran qizdirilganda kislorod ta'sirida yonadi, suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



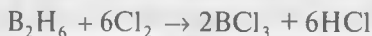
Diboran ishqoriy va ishqoriy-yer metallar hamda ularning gidroksidlari bilan reaksiyaga kirishadi:



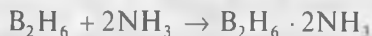
Diboran kislotalar ta'sirida bosqichli almashinish reaksiyalariga kirishadi:

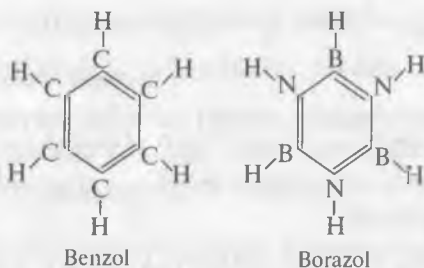


Diboran ortiqcha miqdorda olingan galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi:



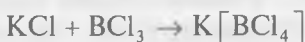
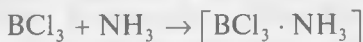
Diboran ammiak bilan birikib $B_2H_6 \cdot 2NH_3$ tarkibli birikma hosil qiladi. Bu birikma termik ishlov berish natijasida borazolga aylanadi:



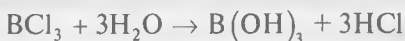


Borazol strukturasi tuzilish formulasi xuddi benzolnikiga o'xshash bo'lgani uchun, u «anorganik benzol» deb ham yuritiladi:

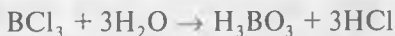
Bor qizdirilganda galogenlar bilan birikib BCl_3 , BBr_3 tarkibli gazsimon, suyuq va qattiq agregat holatlarga ega bo'lgan galogenidlar hosil qiladi. Bor galogenidlari ammiak va ishqoriy metallar galogenidlari bilan birikib kompleks birikmalar hosil qiladi:



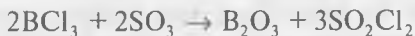
Bor galogenidlari suv ta'sirida yaxshi gidrolizlanadi:



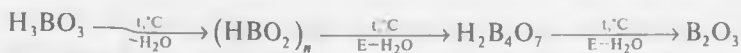
yoki



Bor galogenidlari birikish va almashinish reaksiyalarida ishtirok eta oladi:



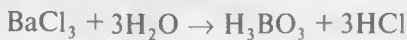
Bor oksidi B_2O_3 — rangsiz shishasimon, kislota xossasiga ega bo'lgan oksid, uni borat kislotani suvsizlantirish natijasida hosil qilinadi:



borat kislota

tetraborat kislota

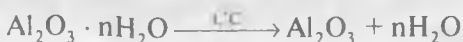
B_2O_3 qizdirilganda metall ta'sirida qaytariladi. **Borat kislota**, H_3BO_3 — oq tusli, yaltiroq kristall modda. Bor tuzlariga kislota ta'sir ettirib yoki bor galogenidlarini gidroliz qilib hosil qilinadi:

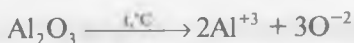


Alyuminiy. Alyuminiyning tashqi elektron qavatida $s^2 \cdot p^1$ elektronlar mavjud. Alyuminiy atomining tashqi qavatidan oldingi qavatida bo'sh d — orbitallar bo'lgani uchun ko'pgina xossalari bilan bordan farq qiladi. Bundan tashqari, alyuminiy atomi $sp^3 d^2$ va sp^3 gibridlangan holatda bo'la oladi. Shuning uchun alyuminiy kation, anion, kompleks birikmalar hosil qiladi. Alyuminiyning oksidlanish darajasi +3 ga, koordinatsion sonlari esa 4 va 6 ga teng.

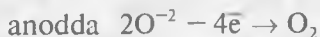
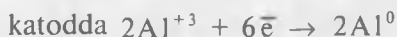
Tabiatda uchrashi. Alyuminiy tabiatda asosan alyumosilikatlar, ortoklaz $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, albit $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, anortit $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ minerallari holida uchraydi. Bulardan tashqari, alyuminiy boksit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, kriolit Na_3AlF_6 holida keng tarqalgan.

Olinishi. Alyuminiyni birinchi bo'lib Erstedt va Vyoler alyuminiy xloridni kaliy metalli bilan qaytarib olishgan. Keyinchalik Devil alyuminiy qo'shaloq tuzlarini $\text{AlCl}_3 \cdot \text{NaCl}$ natriy metalli bilan qaytarib, toza alyuminiy olishga erishgan. Alyuminiy olishning sanoatda elektroliz usuli kashf etilgandan so'ng uni P. T. Fedotov nazariyasi asosida olish odat bo'ldi. Bu usul termik ishlov berilgan boksitni suyuqlantirib, grafitdan yasalgan elektrodlar yordamida elektroliz qilishga asoslangan. Bunda boksitning suyuqlanish temperaturasini pasaytirish maqsadida ftorid (CaF_2 , MgF_2 , AlF_3) lar qo'shiladi. Bunda elektroliz jarayoni quyidagicha boradi:

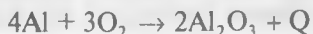




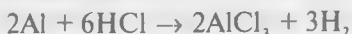
Katodda alyuminiy qaytariladi, anodda esa kislorod oksidlanadi:



Xossalari. Alyuminiy — oqish kumushrang, yaltiroq, yengil, plastik, elektrni va issiqlikni yaxshi o'tkazadigan, kuchsiz paramagnit xossasiga ega bo'lgan amfoter metall. Kukun holdagi alyuminiy havoda qizdirilganda oksidlanadi va Al_2O_3 hosil bo'ladi:



U amfoter xossasiga ega bo'lgani uchun kislotalar, ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



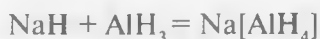
Alyuminiy yuqori temperaturada d — oilasi elementlari bilan issiqlikka chidamli qotishmalar, qizdirilganda galogenlar bilan birikib AlG_3 tarkibli **galogenidlar** hosil qiladi ($G = \text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{J}_2$ va hokazo). Alyuminiyning bu galogenidlari yaxshi gidrolizga uchraydi va ishqoriy metallarning gidridlari bilan birikib **kompleks birikmalar** hosil qiladi:



Alyuminiy to'g'ridan-to'g'ri vodorod bilan birikmaydi. Uning vodorodli birikmalari bilvosita usul bilan hosil qilinadi. LiH ko'proq miqdorda olinsa u AlCl_3 bilan reaksiyaga kirishib litiy almogidrid hosil qiladi:



AlH_3 — alyuminiy gidrid termik beqaror birikma, ishqoriy metall gidridlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:

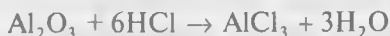


Alyuminiy qizdirilganda azot bilan birikib AlN **alyuminiy nitrid**, oltingugurt bilan birikib Al_2S_3 **alyuminiy sulfid**, uglerod bilan birikib Al_4C_3 alyuminiy karbid hosil qiladi. Alyuminiyning deyarli barcha tuzlari kristallogidratlardir. Shuning uchun tarkibiga bir nechta suv molekularini biriktirib oladi:

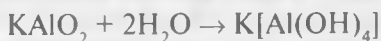
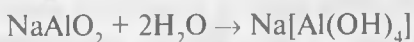


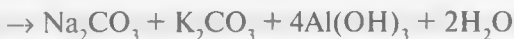
Alyuminiyning bu birikmalari ko'pgina tuzlar bilan qo'shaloq tuz **achchiqtosh** hosil qiladi. Alyuminiyning sanoatda eng ko'p ishlatiladigan birikmalari Al_2O_3 va $\text{Al}(\text{OH})_3$ dir.

Alyuminiy oksid — Al_2O_3 , oq kukun, to'qqiz xil modifikatsiyaga ega. Bular ichida eng beqaror modifikatsiyasi kristall panjarasiga ega bo'lgan romboedrik d — Al_2O_3 va kubsimon h — Al_2O_3 dir. Kristall holatidagi Al_2O_3 kimyoviy barqaror suv va kislotalar ta'siriga juda chidamli, ishqorda uzoq qizdirilganda qisman eriydi. Kukun holatdagi Al_2O_3 amfoter xossaga ega bo'lgani uchun kislota va ishqorlarda eriydi:

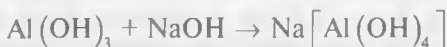
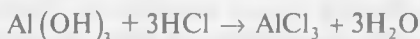


Sanoatda dala shpatlari maxsus pechlarda qizdirilib, ohaktoshlar ishtirokida pishiriladi. Hosil bo'lgan xomashyoni suvda eritib karbonat anhidrid ta'sirida $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'ktiriladi. Cho'kmaga termik ishlov berish yo'li bilan uni Al_2O_3 ga aylantiriladi.





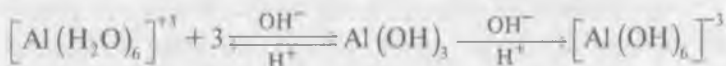
Alyuminiy gidroksid $\text{Al}(\text{OH})_3$ — oq rangli, amfoter xossasiga ega bo'lgan cho'kma. Kisloata va ishqorlarda yaxshi eriydi.



yoki



Umuman olganda bu reaksiyalarni quyidagi sxema asosida tushuntirish mumkin:



$\text{Al}(\text{OH})_3$ laboratoriyada bilvosita usul bilan olinadi:



Ishlatilishi. Alyuminiy va uning birikmalari elektrotexnikada turli xil qotishmalar olishda, konditer va to'qimachilik sanoatida, issiqlikka va o'tga chidamli moddalar tayyorlashda, keramika, sement va shisha olishda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

X.4. GALLIY GRUPPACHASI ELEMENTLARI

Galliy gruppachasi elementlariga galliy Ga, indiy In va talliy Tl kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida s^2, p^1 elektronlar mavjud. Bu elementlarning oksidlanish darajasi +3 ga teng, faqat talliy +1 oksidlanish darajasini ham namoyon qiladi. Galliy va indiy $sp^3 d^2$ gibridlangan orbitallar hosil qilganida koordinatsion soni 6 ga, talliy esa $sp^3 d^2 f$ gibridlangan orbital hosil qilgani uchun koordinatsion soni 8 ga teng bo'ladi.

Tabiatda uchrashi. Tabiatda galliyning ^{69}Ga , ^{71}Ga , indiyning ^{113}In , ^{115}In va talliyning ^{203}Tl , ^{205}Tl kabi

izotoplari bor. Bu elementlar tabiatda gallit lorandit va avitsenit minerallari holda alyuminiy, rux, qo'rg'oshin rudalari tarkibida juda oz miqdorda uchraydi.

— **Olinishi.** Galliyi birinchi bo'lib Lekok-de Buabodran 1875- yili rux rudalarini spektr nurlari bilan tekshirish natijasida topgan. Galliyi ajratib olish usuli birmuncha murakkabdir. Buning uchun laboratoriya sharoitida galliyi birinchi navbatda sianoferratlar holda cho'ktirib, qizdirish natijasida Ga_2O_3 va Fe_2O_3 lar aralashmasi hosil qilinadi. Bu aralashmani kaliy gidrosulfat ishtirokida suyuqlantirib ishqoriy muhitda temir birikmalari cho'ktiriladi. Eritmada galliy birikmalari qoladi. Eritmadan $Ga(OH)_3$ ni xlorid kislota va ammiak ishtirokida cho'ktirib, qizdiriladi. Hosil bo'lgan galliy oksidi Ga_2O_3 ni vodorodli muhitda qaytarib toza holda galliy metali ajratib olinadi.

Indiy elementini birinchi bo'lib 1863-yili Rayx va Rixter rux rudalari tarkibidan ajratib olishga muvaffaq bo'lganlar. Laboratoriyada indiyi olishda tarkibida indiy elementi ko'p bo'lgan qo'rg'oshin va rux rudalari xlorid kislota bilan ishlanadi. Natijada u ba'zi og'ir metallar bilan birgalikda quyqa tarkibida qoladi. Bu quyqadagi og'ir metallar vodorod sulfid ta'sirida cho'ktiriladi. Eritma ammiak ta'sirida ishlanib, indiy kristallgidrati hosil qilinadi. Hosil bo'lgan kristallgidratga termik ishlov berib Jn_2O_3 ga aylantiriladi. Hosil bo'lgan indiy oksidi vodorod bilan qaytariladi yoki suyuqlantirilib elektroliz qilish natijasida toza indiy ajratib olinadi.

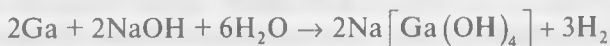
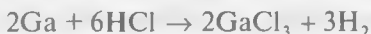
Talliy elementini birinchi bo'lib 1861-yili Kruks sulfat kislota ishlab chiqaradigan zavodlardagi qo'rg'oshin kameralarida to'plangan quyqani spektr analiz qilish jarayonida uchratgan. Laboratoriyada talliyi olish uchun tarkibida talliy mo'l bo'lgan kolchedanlar qaynoq suvda yuvilib, eritmaga o'tgan xloridlar holda cho'ktiriladi. Cho'kmani sulfatlar holda eritmaga o'tkazib, elektroliz qilish natijasida toza talliy ajratib olinadi.

Xossalari. Galliy — kumushrang oqish, yaltiroq metall. Galliy davriy sistemada alyuminiy joylashgan qatorda turgani uchun o'zining kimyoviy xossalari bilan alyuminiyga juda o'xshash.

Galliy qizdirilganda kislorod bilan birikadi.



Galliy alyuminiyga o'xshab amfoter xossaga ega bo'lganligi uchun kislota va ishqorlarda eriydi:



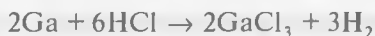
Galliy qizdirilganda ko'pgina metallar bilan past temperaturada suyuqlanadigan qotishmalar hosil qiladi.

Indiy — oqish kumushrang, yaltiroq, yumshoq, past temperaturada suyuqlanadigan metall. Oddiy sharoitda indiy kislorod ta'sirida yaltiroqligini o'zgartirmaydi, qizdirilganda yupqa parda hosil qilib oksidlanadi. Indiy suyuqlanish temperaturasidan yuqorida juda tez oksidlanadi. Indiy qizdirilganda xlorda shiddatli yonadi. Indiy boshqa galogenlar va oltingugurt bilan to'g'ridan-to'g'ri birikib, JnBr_3 , JnJ_3 , Jn_2S_3 tarkibli birikmalar hosil qiladi. Xlorid kislotalarda yaxshi, sulfat va nitrat kislotalarda qisman eriydi. Qizdirilganda erish jarayoni tezlashadi. Indiy qizdirilganda ishqorlarda oz miqdorda eriydi, havo va suv ta'sirida oson korroziyalanadi.

Toza holda talliy oq, yaltiroq, yumshoq, 302, 5°C da suyuqlanadigan metall. Havoda juda tez oksidlanadi, chunki bir valentli talliy birikmalari ishqoriy metallarning birikmalariga o'xshab asos xossaga ega. Talliy xlorid va sulfat kislotalarda yomon, suyultirilgan nitrat kislotalarda yaxshi eriidi. Suyultirilgan ishqorlar talliyga ta'sir etmaydi. Oddiy sharoitda talliy galogenlar bilan to'g'ridan-to'g'ri birikadi. Qizdirilganda oltingugurt gruppachasi elementlari bilan reaksiyaga kirishadi. Suyuqlantirilganda mishyak va surma bilan birikadi. Talliy bor, kremniy, azot, fosfor bilan reaksiyaga kirishmaydi. Talliy molekulyar vodorod bilan birikmaydi.

Birikmalari. *Galliy xlorid* GaCl_3 — oq kristall modda. Elektr toki ta'sirida galliyga xlor ta'sir ettirib yoki metallni xlorid kislotalarda eritib olish mumkin:





Galliy xlorid suvda yaxshi erishi natijasida katta issiqlik energiyasi ajralib chiqadi:



Galliy bromid GaBr_3 , — galliy yodid GaJ_3 , galliy ftorid GaF_3 suvda va suyultirilgan kislotalarda qiyin eriydigan rangsiz kristall moddalardir. Xossalari bilan GaCl_3 ga o'xshaydi.

Galliy oksid Ga_2O_3 — oq rangli kukun. Uni galliy nitrat va galliy sulfatni termik parchalash natijasida hosil qilinadi. Ga_2O_3 qizdirilganda kislota va ishqorlarda erish xossasini yo'qotadi. Ga_2O_3 elektr tokida vodorod ta'sirida galliy metalligacha qaytariladi. Bu jarayon ikki bosqichda boradi:



Galliy oksid alyuminiy oksidga o'xshash α — Ga_2O_3 , β — Ga_2O_3 modifikatsiyaga ega. Galliy gidroksid $\text{Ga}(\text{OH})_3$ — och-kulrang tusli amfoter xossaga ega bo'lgan amorf modda. Uch valentli galliy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Galliy sulfid Ga_2S_3 och-sarg'ish kukun. Galliyga yuqori temperaturada oltingugurt ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Suv ta'sirida H_2S ajratib parchalanadi. Qizdirilganda Ga_2S_3 hosil qilib qaytariladi.

Galliy sulfat $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$ — suvli eritmalarini quritish natijasida tarkibida 18 molekula suvni saqlagan holda rangi oq, yumshoq, plastinkasimon kristallanadi $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$ suvda yaxshi eriydi, qizdirilganda SO_3 hosil qilib parchalanadi. Bulardan tashqari, $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{Ga}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallgidrat birikmalari mavjud.

Indiy xlorid JnCl_3 — och kulrang, yaltiroq kristall, qizdirilgan indiy metaliga yoki indiy oksidiga cho'g'lantirilgan ko'mir ishtirokida xlor ta'sir ettirib olinadi. Indiy xlorid suvda yaxshi gidrolizlanadi. Indiy xlorid eritmasi bug'latilganda $\text{JnCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ holda kristallanadi. Ishqoriy metallarning xloridlari bilan $(\text{NH}_4)\text{JnCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{JnCl}_6 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ tarkibli qo'shaloq tuzlar hosil qiladi. Indiy yodid va indiy bromid

birikmalari xossalari jihatidan indiy xlorid birikmasiga o'xshaydi.

Indiy oksid Jn_2O_3 — och sariq rangli amfoter xossaga ega bo'lgan kukun. Indiyini qizdirib kislorod ishtirokida yondirish yoki gidroksid sulfat va nitrat birikmalarini termik parchalash natijasida Jn_2O_3 hosil qilinadi. Jn_2O_3 qizdirilganda kislotalarda eriidi, ishqorlarda kam eriidi. Uzoq vaqt qizdirish natijasida kukun Jn_2O_3 kristall tuzilishga aylanadi. Indiy gidroksid $Jn(OH)_3$ bilvosita usulda, uning tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi. Talliy o'z birikmalarida +1 va +3 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Lekin talliyning bir valentli birikmalari barqaror moddalardir. Uch valentli talliyning birikmalari bir valentli talliy birikmasiga tezda qaytariladi, shuning uchun ular kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Bir valentli talliy birikmalari xossalari bilan ishqoriy metallarning birikmalariga, uch valentli birikmalari esa, alyuminiy birikmalariga o'xshaydi. Masalan, talliy (I) gidroksid suvda yaxshi erib kuchli asos xossasini namoyon qiladi. Talliyning karbonatli birikmasi eruvchanligi va xossalari bilan K_2CO_3 va Na_2CO_3 ga o'xshaydi. Bir valentli talliyning ko'pgina tuzlari rangsiz, qizdirilganda uchuvchan, eritmalaridan suvsiz kristallanadigan moddalardir. Talliyning kuchsiz kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari gidrolizga yaxshi uchrab, ishqoriy muhit namoyon qiladi. Lekin bir valentli talliy birikmalari kompleks birikmalar hosil qilish xossasiga ega emasligi bilan ajralib turadi.

Talliyning uch valentli birikmalari kompleks birikmalar hosil qilish xossasiga ega. Uch valentli talliyning sulfat va nitrat birikmalari, hatto nam havoda sekin-asta gidroksidga aylanib qoladi. Uch valentli talliy tuzlari gidroliz natijasida kislotali muhit namoyon qiladi.

Ishlatilishi. Galliy, indiy, talliy va ularning birikmalari yuqori temperaturalarni o'lchashda ishlatiladigan termometrlar, yarimo'tkazgichlar, past temperaturada suyuqlanadigan qotishmalar olishda, vakuum asboblari, elektronay va fotoelement tayyorlashda, tibbiyotda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

XI BOB

UGLEROD KIMYOSI

Uglerodning ikkita barqaror izotopi ^{12}C (99, 892%) va ^{13}C (1,108%) bor. Radioaktiv izotopi muhim ahamiyatga ega (uning yarim yemirilish davri 5600 yil) bo'lib, izotop indikator sifatida qo'llaniladi. Uglerod Quyoshda ham uchraydi. Uglerod va uning birikmalari tabiatda keng tarqalgan. Buning boisi shundaki, uglerod boshqa kimyoviy elementlardan farq qiladigan o'ziga xos xususiyatlarga ega.

1. Uglerod ko'pgina elementlar bilan birika oladi. Uning bu xususiyati davriy sistemadagi o'rni, elektroneytralligi va kovalent bog' hosil qilishi bilan bog'liq.

2. Uglerod atomlari bir-biri bilan birikib, turli xildagi uglerod zanjirlarini hosil qila oladi. To'g'ri zanjirli oddiy uglevodorodlar, tarmoqlangan yuqori molekulali birikmalar, bir halqali va ko'p halqali aromatik birikmalar shular jumlasidandir.

3. Organik birikmalarning katta qismi faqat kimyoviy tuzilishi bilan farq qiladigan izomerlarga ega. Bu izomeriya hodisasi bilan bog'liqdir. Shuning uchun ham uglerod o'zining birikmalarini ko'pligi, texnika, insonlar, jonivorlar olamida benihoya ahamiyatli bo'lgani uchun barcha boshqa elementlardan ajralib turadi. Uglerod birikmalarisiz tabiatni, hayotimizni va borliqni tasavvur qilib bo'lmaydi. U hayotning asosi bo'lgan oqsillar, meva, sabzavot, o'simliklar, ko'mir, neft, gazlar, olamni o'rab turgan minglab xil boyliklar tarkibiga kiradi.

Hozirgi vaqtda bir necha million organik birikma ma'lum, bularning katta qismi sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda. Bularga har yili million-milion tonna ishlab chiqarilayotgan polimerlar, spirtlar, ozuqa mahsulotlari, kislotalar, yog'lar, moylar, yoqilg'ilar misol bo'ladi. Bu mahsulotlarning asosiy qismi xalq xo'jaligi, tibbiyot, texnika va sanoat uchun zarur bo'lgan birikmalardir. Agar hali sintez qilib olinmagan, lekin olimlar fikrida yashayotgan izomer birikmalarni hisobga olsak, bu hali matematika faniga ham ma'lum bo'lmagan ulkan

sonlarni hosil qilgan bo'lardi. Buni quyidagi misolda isbotlash mumkin: tarkibida yigirmata uglerodi bo'lgan eykozanning izomerlar soni 36 797 588 ga va 30 ta uglerodi bo'lgan birikmada izomerlar soni 411 1846763 ga tengdir. Izomerlar soni shunday tez o'sib boradigan sharoitda tarkibida 100 ta uglerodi bo'lgan geptan nomli uglevodorodni izomerlar soni qanday ulkan bo'lib ketishini ko'z oldingizga keltira olasizmi?

Uglerod davriy jadvalda to'rtinchi gruppaga mansub element bo'lib, uni erkin holatda dastlab A. Lavuazyte tekshirgan. Uglerod lotincha «carbonum» so'zidan olingan: «carbo» so'zi «ko'mir» demakdir.

Uglerod allotropiyasi. Uglerod tabiatda bir necha xil ko'rinishda uchraydi. Bu ilmiy adabiyotda *uglerod allotropiyasi* deb yuritiladi. Uglerod *grafit, olmos, karbin* va *lonsdeylit* sifatida uchraydi. Grafrit tabiiy mineral bo'lib, ko'p narsalar ta'siriga berilmaydigan va juda yuqori issiqlikka chidaydigan mahsulotdir. Sun'iy grafrit ham yaratilgan. *Grafrit* — mineral bo'lib, grekcha *grafa* — yozaman so'zidan kelib chiqqan. Grafrit kimyoviy jihatdan juda pishiq bo'lib, unga qaynoq ishqor va kislotalar ta'sir etmaydi (tutovchi nitrat kislota bundan mustasno). U 3700°C da suyuqlikka aylanmagan holda bug'ga o'tadi. Uni suyuqlikka aylantirish uchun temperaturani 3800—3900°C gacha yetkazgan holda bosimni oshirish zarur bo'ladi.

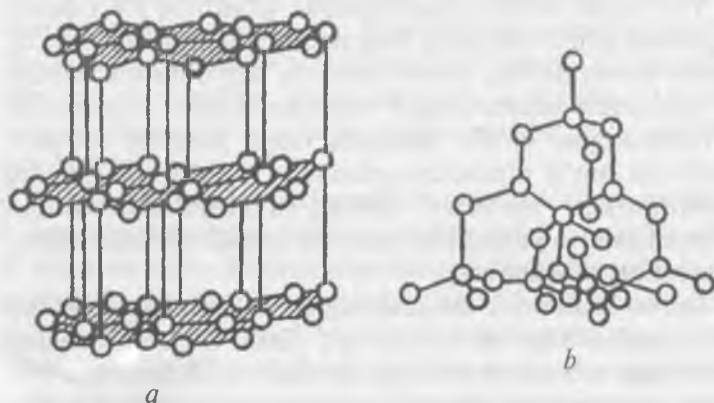
Yer yuzida ishlab chiqarilayotgan grafritning 4% i qalam tayyorlash uchun ishlatilsa, qolgan qismi atom reaktorlarida, yonish kameralarida, sopol buyumlar tayyorlashda, sanoat va texnikada ishlatiladigan konuslar ishlab chiqarishda qo'llanilmoqda. Grafrit tigellarda rangli metallar eritiladi. Grafritdan sun'iy olmos tayyorlanadi. U elektrodlar, qattiq podshipniklar materiali sifatida ishlatiladi. Grafritdan konstruksion va yordamchi material sifatida foydalanilayotgan texnika sohalari ko'p.

Olmos bilan grafrit atomlarining kristall panjarada qanday joylashganligi bilan bir-biridan farq qiladi. Olmos kristalidagi har bir uglerod atomi o'zining atrofida bir xil masofada joylashgan boshqa to'rtta atom bilan kovalent bog' orqali bog'langan.

Grafrit kristallari olti zvenoli halqalarning bir-biriga tutashuvidan hosil bo'lgan atom qatlamlaridan tashkil topgan.

Bu qatlamlar bir-biridan 0,335 nm ga teng masofada joylashgan bo'lib, harakatchan elektronlar vositasida bog'lanadi. Bunday bog' tufayli grafitda metallik xossalari mavjud. Grafitning tiniqmasligi, yaltiroqligi, yuqori elektr o'tkazuvchanligi shunga bog'liq. Alohida ajratib olingan qatlamda atomlar kuchli bog'langan, lekin qatlamlar orasidagi bog'lar kuchsiz bo'lib, kristall yupqa qatlamlarga oson ajratiladi. Moddalarning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lib, kristall panjara tuzilishi har xil bo'lganda polimorfizm hodisasi vujudga keladi. Bunday moddalar *polimorf modifikatsiyalar* deyiladi. Shunday qilib, olmos bilan grafit (shu jumladan, karbin ham) uglerodning polimorf modifikatsiyalari hisoblanadi. Olmosning zichligi $3,52 \text{ g/sm}^3$ ga teng bo'lib (tarkibida aralashma sifatida grafit va boshqalar bo'ladigan karborundniki $3,0 \text{ g/sm}^3$ atrofida), grafitniki $2,23 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Grafit atom strukturasiining «po'latligi» zichligini deyarli bir yarim marta kamaytirishga olib keladi, u lonsdeylit meteoritlarda topilgan va sun'iy yo'l bilan olingan. Uning tuzilishi va xossalari o'rganilayapti.

Olmos barcha sohalarga kirib bormoqda. Endi u texnika va sanoatda o'zining munosib o'rnini egallamoqda.



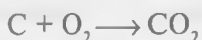
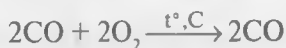
XI.1-rasm. Olmos (a) va grafit (b) ning atom strukturasi ko'rinishlari.

Aktivlangan ko'mir gazlarni yaxshi yutadi (adsorbilaydi), uchuvchan suyuqliklarni havodan va gazlar aralashmasidan yutib oladi, protivogazlarda qo'llaniladi (buni N.D. Zelinskiy taklif qilgan) va ko'pgina kimyoviy reaksiyalarda katalizator vazifasini bajaradi. Ko'mir gazlar bilan bir qatorda suyuqliklarni ham yutish xususiyatiga ega.

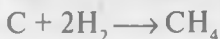
Kimyoviy xossalari. Oddiy sharoitda uglerod (grafit, ko'mir, olmos) inert bo'lib, qizdirilganda xossalari o'zgaradi. Bunda ko'mir kislorod bilan osongina birikadi va qaytaruvchi bo'lib hisoblanadi. Rudalardan metallarni eritib ajratib olish metallar oksidlarini ko'mir bilan qaytarishga asoslangan bo'lib, metallurgiyada keng qo'llaniladi:



Uglerod kislorod bilan birikib, uglerod monooksidi (is gazi) va uglerod dioksidi (karbonat anhidrid) hosil qiladi:



Yuqori temperaturada uglerod metallmaslar bilan birikib, turli birikmalar hosil qiladi:



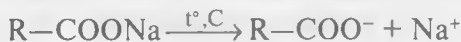
UGLEVODORODLAR

Ikki kimyoviy element — uglerod va vodoroddan tashkil topgan birikmalar uglevodorodlar deyiladi. Tarkibi hammasi bo'lib ikki elementdan iborat bunday birikmalar xossalari

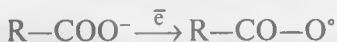
jihatidan bir-biridan unchalik farq qilmasligi kerak edi. Amalda esa buning aksini ko‘ramiz. Uglevodorodlar tuzilishining o‘ziga xos xususiyati ularda barqaror uglerod-uglerod bog‘larining borligi bo‘lib, bular oddiy, qo‘sh bog‘ va uch bog‘ bilan bog‘langan bo‘ladi. Boshqa biror element bunday strukturali birikmalarni hosil qila olmaydi. Shuning uchun ham uglevodorodlar va ularning hosilalari behad ko‘p va turli-tumandir.

Uglevodorodlar to‘rt sinfga bo‘linadi: *alkanlar* (to‘yingan uglevodorodlar, parafinlar), *alkenlar* (olefinlar, to‘yinmagan uglevodorodlar); *alkinlar* (atsetilenlar, uch bog‘li uglevodorodlar) va *aromatik uglevodorodlar*.

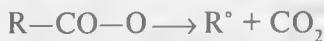
Alkanlar tabiiy gazlar, neft, koks gazlari va boshqa birikmalardan ajratib olinadi. Ular to‘yinmagan uglevodorodlarni katalitik gidrogenlash, galogenli hosilalarni qaytarish bilan ham sintez qilinadi. Karbon kislota tuzlarini elektroliz qilganda ham alkanlar hosil bo‘ladi. Bunda kislota anionlari anodda erkin radikallarga parchalanib, o‘zaro birikadi va murakkabroq uglevodorodlar hosil qiladi. Bu Kolbe reaksiyasi nomi bilan ma’lumdir:



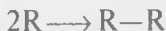
kislota anioni



kislota radikali

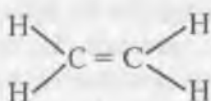


uglevodorod
radikali

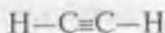


uglevodorod

Molekulasida uglerod atomlari orasida qo‘sh bog‘ mavjud bo‘lgan birikmalar **olefinlar** (to‘yinmagan uglevodorodlar), uch bog‘ bo‘lgan birikmalar esa **atsetilen uglevodorodlari** deyiladi. Etilen va atsetilen bularning oddiy vakillari hisoblanadi:

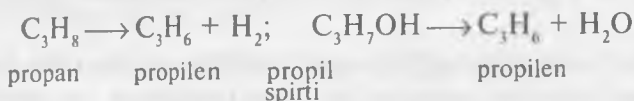


etilen

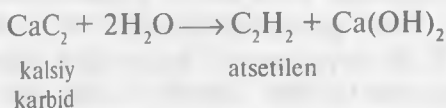
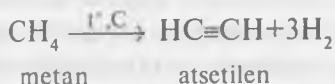


atsetilen

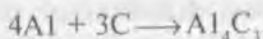
Etilen qatori uglevodorodlariga propilen C_3H_6 , butilen C_4H_8 , amilen C_5H_{10} va boshqalar kiradi. Olefinlar neft mahsulotlari, koks gazlari, to'yingan uglevodorodlardan va spirtlarni degidrogenlash va degidratlash yo'li bilan olinadi:



Atsetilen tabiiy gazlar (metan) dan va kalsiy karbiddan quyidagi reaksiyalar orqali olinadi:

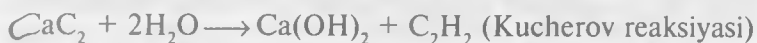


Metall karbidlari. Uglerodning unga nisbatan elektromusbat bo'lgan metallar va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari *karbidlar* deyiladi. Metallar ko'mir bilan qizdirilganda karbidlar hosil bo'ladi:



Karbidlar kristall tuzilishga ega bo'lib, ularda kimyoviy bog'lanishning uch xili ma'lum: tuzsimon (ion bog'lanishli), metallsimon (intermetall) va kovalent karbidlar.

Tuzsimon karbidlar ion va kovalent bog'lar oralig'idagi bog' tabiatiga ega bo'lib, bularning vakillariga Be_2C , Mg_2C_3 , CaC_2 , LaC_2 , Al_4C_3 va boshqalar kiradi, ular suv bilan o'zaro ta'sirlashganda, gidroksidlar va tegishli uglevodorodlar hosil bo'ladi:



Ba'zi metallarning (ayniqsa, misning) atsetilen bilan hosil qilingan karbidlari tashqi ta'sir (zarba) natijasida tez parchalanaadi. Bularga Cu_2C , Ag_2C_2 , Au_2C_2 va Hg_2C lar misol bo'ladi. Uran karbidiga suv ta'sir ettirilganda gaz va suyuq holdagi turli uglevodorodlar aralashmasi hosil bo'ladi.

Metallsimon karbidlarda uglerod atomlari zich joylashgan metall atomlari orasidagi oktaedrik bo'shliqlarda joylashadi. Bunday birikmalar o'ta qattiqligi va erish temperaturasining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Masalan, niobiy karbid NbC 3500° , gafniy karbid HfC 3890° va tantal karbid TaC 3900°C da suyuqlanadi. Bular qiyin suyuqlanadigan moddalardan bo'lib suv, kislota va zar suvi bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan kimyoviy passiv birikmalar qatoriga kiradi. Elektr tokini metallar kabi yaxshi o'tkazadi.

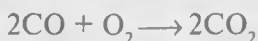
d-qator elementlari karbidlarining tarkibi o'zgaruvchan (titan karbidida uglerod miqdori 0,6—1,0%, vanadiyda 0,58—1,0% atrofida) bo'ladi. Kremniy karbid SiC va bor karbid B_4C_3 ham shular jumlasiga kiradi. Bu kimyoviy toza birikmalardagi elementlararo bog'lanish haqiqiy kovalent bog'ga yaqin bo'ladi. Buning sababi, kremniy va borning davriy sistemada uglerodga yaqin joylashganligi hamda atomlar o'lchami va elektromanfiylik qiymati jihatidan yaqinligidadir.

Metallar karbidlari mashinasozlikda, shisha qirqishda, metallurgiya, kimyo sanoati va boshqalarda qo'llaniladi.

Uglerodning kislorodli birikmalari. Uglerodning kislorodli birikmalaridan anchaginasini ma'lum bo'lib, bularga CO , CO_2 ,

C_3O_2 , C_5O_2 , C_6O_9 va siklik birikma (efir) lardan $C_{12}O_{12}$ bilan $(C_4O_3)_n$ lar kiradi. Bulardan uglerod monoksid — CO bilan dioksid — CO_2 anorganik moddalar, qolganlari esa organik birikmalar qatoriga kiritiladi.

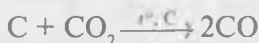
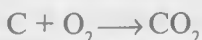
Uglerod monoksid — rangsiz, suvda kam eruvchan hamda hidsiz gaz. Uni «is gazi» (ko‘mir chala yonganda yoki organik birikmalar oksidlanganda hosil bo‘ladi) deb ham yuritadilar. Uglerod monoksid juda zaharli gaz bo‘lib, odam qonidagi gemoglobinni buzadi. Uning havoda ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,02 mg/l ni tashkil etadi. Uglerod monoksid yonib, dioksidga aylanadi:



CO laboratoriya sharoitida chumoli kislotaga o‘ziga suvni tortib oluvchi reagentlarni ta’sir ettirib olsa bo‘ladi (H_2SO_4 , P_2O_5):



Sanoatda uglerod monoksid generator gazi, suv gazi va aralash gaz holida olinadi. Generator gazi havoda ko‘mirni chala yondirib olinadi:



Generator gazida 25% uglerod monoksid, 70% azot, 4,0% uglerod dioksid, 0,3% miqdorda metan, kislorod va vodorod bo‘ladi.

Agar cho‘g‘langan ko‘mirdan suv bug‘i o‘tkazilsa, uglerod monoksidning vodorod bilan aralashmasi hosil bo‘ladi (texnikada bu aralashma suv gazi nomi bilan ma’lum):



Suv gazining tarkibi: CO —40,0%, H_2 —50,0%, CO_2 —5,0%, H_2O —4,0% va hokazo.

Suv gazi olish reaksiyasi endotermik jarayon bo‘lganligi sababli ko‘mir soviydi. Ko‘mirni cho‘g‘langan holda saqlab turish uchun generator gazi va suv gazi olish reaksiyalari bir vaqtning o‘zida borishi kerak:

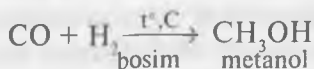
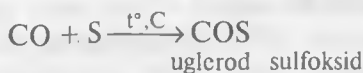
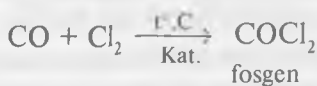


Bu reaksiyada muvozanat yuqori temperaturada ($> 1000^\circ C$) o'ngga siljigan bo'ladi, pastda esa chap tomonga siljidi ($H^\circ = 172 \text{ kJ}, S^\circ = 176 \text{ J/k}$).

Cho'g'langan ko'mirga bir vaqtning o'zida suv bug'i va havo berilganda aralash gaz hosil bo'ladi. Uning tarkibi quyidagichadir (o'rta hisobda): CO -30,0%, H_2 -15,0%, CO_2 -5,0%, H -5,0%.

Uglerod monoksid — kuchli qaytaruvchi. Uning moxal-lasidagi kimyoviy bog'lanish kuchli bo'lganligi sababli uglerod monoksid ishtirokida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yuqori temperaturadagina tez bo'ladi. Oksidlarni uglerod monoksid yordamida qaytarish metallar-giyada katta ahamiyatga ega.

Uglerod monoksid biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi:



Metallar karbonillari. Uglerod (II) oksidning metallar bilan birikmalarining soni mingdan ortadi, hammasi zaharli moddalar hisoblanadi. Metall-ligand bog'lanishi mavjudligi sababli ular π komplekslarga yaqin turadi. CO-ligandlar uglerod atomi orqali metallar bilan oksidlanish darajasi nol bo'lgan holatda kovalent bog'langan d- elementlari karbonillari yengil, suvda erimaydigan, qutblanmagan eritmalarda eriydigan, tez uchuvchan, kislota va ishqorlarga indifferent bo'lgan birikmalardir. Metallar karbonillarini $100-200^\circ C$ yuqori bosimda kukunsimon metallga uglerod monoksid ta'sir ettirib olinadi.

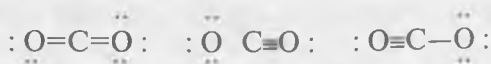
Ayrim metallarning karbonillari

Temir	Nikel	Kobalt	Xrom	Volfram
$\text{Fe}(\text{CO})_4$	$\text{Ni}(\text{CO})_4$	$\text{CO}(\text{CO})_8$	$\text{Cr}(\text{CO})_6$	$\text{W}(\text{CO})_6$
$\text{Fe}(\text{CO})_5$		$\text{CO}(\text{CO})_{12}$		
$\text{Fe}(\text{CO})_{12}$		$\text{CO}(\text{CO})_{16}$		

Karbonillar diamagnitlardir. CO ning metall bilan o'zaro bog'i juda mustahkamligi bu yerda donor-akseptor va dativ birikish borligi bilan tushuntiriladi. Shunga qaramay, karbonillar qizdirilganda metall va CO ga osongina parchalanadi. Nikel karbonilining parchalanishi portlash bilan boradi.

Metallarning karbonillari kimyoviy reaksiyalarda CO grup-palarini boshqa ligandlar (to'yinmagan uglevododorodlar, fos-finlar, aminlar, izonitrillar, NO va boshqalar) ga to'la yoki qisman almashadi. Galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, karbonil metall anionigacha qaytariladi. Metallarning karbonil-lari, sanoatda gidroformillash, karboksillash, gidrogenlash va polimerlash kabi reaksiyalarda katalizator sifatida hamda turli metall-organik birikmalar sintezida xomashyo sifatida ishlatiladi.

Uglerod dioksid — CO_2 . Organik birikmalar oksidlanishi natijasida doimo hosil bo'lib turadi. Normal bosimda 100 l suvda 0°C da 171 l, 10°C da 119 l va 20°C da 88 l CO_2 eriydi. Bosim ortishi bilan uning suvda erishi ko'payadi. CO_2 molekulari orasidagi kovalent bog'ning tabiati ular orasidagi donor-akseptor birikishni yo'qqa chiqaradi. CO_2 molekulasidagi uglerod — kislorod bog'i orasidagi masofa (116 nm) chumoli aldegidnikiga qaraganda 6 nm ga kamroqdir. Uch bog'ning mavjudligi struktura rezonansi bilan bog'liqdir:



Qattiq holdagi uglerod dioksidi suyuqlanmasdan — 78°C da bug'lanadi. U havodan bir yarim baravar og'ir, havodagi 10% li miqdori nafas olishni to'xtatganligi sababli hayot uchun xavfli hisoblanadi.

Sanoatda CO_2 ohaktoshni qizdirib olinadi:



Laboratoriyada CO_2 Kipp apparatida quyidagi reaksiya bilan sintez qilinadi:



Uglerod dioksid soda, karbamid, karbonat kislota olishda, suv va meva sharbatlarini gazlashtirishda qo'llaniladi. «Quruq muz» muzqaymoq tayyorlashda hamda oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda, sovitish zarur bo'lgan ishlarda keng ishlatiladi.

Karbonat kislota — H_2CO_3 suvli eritmadagina mavjud bo'la oladi. Qizdirilganda uglerod dioksid uchib ketadi. H_2CO_3 ning hosil bo'lish muvozanati chapga suriladi va oxirida suv qoladi. U kuchsiz kislotalardan bo'lib, $K_1 = 4,2 \cdot 10^{-7}$ va $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$ ga teng. CO_3^{2-} ioni yassi uchburchak tuzilishiga ega (sp^2 - gibridlangan holat va delokallangan π -bog'), $d(\text{C}-\text{O}) = 129$ nm ga teng.

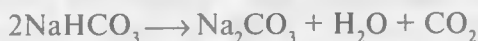
Ikki asosli karbonat kislota o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi. O'rta tuzlar **karbonatlar**, nordonlari esa **gidrokarbonatlar** deyiladi. Karbonatlar odatda suvda kam eriydi. Natriy, kaliy, rubidiy va seziiy va ammoniy karbonatlar suvda yaxshi eriydi. Karbonatlar qizdirilganda metall oksidi va CO_2 hosil qilib parchalanadi. Elementning metallik xossasi kuchli namoyon bo'lishi bilan karbonat tuzlarining barqarorligi ham ortib boradi. Natriy karbonat parchalanmasdan suyuqlanadi, kalsiy karbonat 825°C da, kumush karbonat esa 100°C da parchalanadi.

Ishqoriy metallar uchun nordon karbonat (gidrokarbonat) lar ma'lum. Sekin qizdirilganda ular oson parchalanadi. Gidrokarbonatlar NaHCO_3 dan CsHCO_3 ga o'tganda barqarorligi ortadi.

Karbonat kislota tuzlari uglerod dioksidga ishqor ta'sir ettirish orqali olinishi mumkin:



Gidrokarbonatlar qizdirilganda karbonatlarga o'tishi mumkin:



Suvda erimaydigan karbonatlar tegishli tuzlar bilan almashinish reaksiyalarida hosil qilinadi. Suvda eriydigan karbonatlar ta'sirida gidrolizlanadigan kationlar (Be^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} va boshqalar) asos karbonatlarni, kuchli gidrolizlanadigan karbonatlar esa (Al^{+3} , Cr^{+3} , Ti^{+4} va boshqalar) gidroksid qoldiqdarini beradi.

Karbonat kislota tuzlaridan kalsiy karbonat CaCO_3 tabiatda ohaktosh, bo'r va marmar ko'rinishida keng tarqalgan. Magniy karbonat MgCO_3 **magnezit** nomi bilan ma'lum bo'lgan mineraldir.

Mis gidroksokarbonat ($\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ tabiatda uchraydigan malaxit mineralidir. Ba'zi karbonatlar, shu jumladan, temir shpati FeCO_3 va galmey ZnCO_3 qimmatli ruda hisoblanib, asosan metall olishda ishlatiladi.

Natriy karbonat Na_2CO_3 . U soda nomi bilan yuritilib, uning bir necha xili ma'lum:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — kristallgidrat

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — kristall-karbonat

Na_2CO_3 — kalsiylangan soda

NaHCO_3 — ichimlik soda

Eng ko'p ishlatiladigan kalsinatsilangan (kristallizatsiya suvi bo'lmagan) sodadir. Shisha, sovun, to'qimachilik, bo'yoqchilik, suvni yumshatish va boshqa qator sohalarda ishlatiladi.

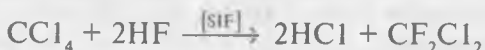
Ichimlik sodadan tibbiyot, oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va boshqa tarmoqlarda keng foydalaniladi.

Uglerodning galogenli birikmalari. Uglerod galogenlar bilan ko'pgina birikmalar hosil qiladi. Faqat fluor uglerod bilan to'g'ridan-to'g'ri birikib, CF_4 — tetrafluor hosil qiladi. Grafit bilan xlorning reaksiyasini past temperaturada o'tkazish termodinamik jihatdan mumkin bo'lsada, amalda uglerod

(IV) xlorid — CCl_4 hosil bo'lmaydi, lekin CCl_4 metanga xlor ta'sir ettirib olinadi.

Freonlar. Uglerodning galogenli hosilalaridan CF_4 bilan CCl_4 amaliy ahamiyatga ega. Uglerod (IV) ftorid CF_4 gaz bo'lib, -128°C qaynaydi, -184°C da qotadi. Juda inert modda bo'lib, o'zi va uning xlorli hosilalari freonlar nomi bilan ma'lum. Bular sovitish texnikasida qo'llaniladi.

Freon 12 deb ataluvchi diftordixlormetan — CF_2Cl_2 sovitish mashinasining ishchi suyuqligi (xladoagent) hisoblanadi. Freonlar juda barqaror moddalar bo'lib, gidrolizlanmaydi, shu sababli metallarni korroziyaga uchratmaydi. Ular insektofungitsidlardan aerozollar tayyorlashda erituvchi va ftorli hosilalar olishda oraliq modda sifatida qo'llaniladi. Keng tarqalgan freon-12 uglerod (IV) xlorid CCl_4 bilan HF dan olinadi (katalizator sifatida SIF_5 ishlatiladi):



Fosgen — COCl_2 . Karbonat kislotaning dixlorangidridi, qo'ng'ir gaz, -118°C da qotadi, $8,2^\circ\text{C}$ da qaynaydi. $d = 1,420$. Suvda yomon, organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

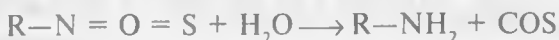
U uglerod oksid bilan xlordan aktivlangan ko'mir ishtirokida olinadi. Fosgen ba'zi eritmalar (masalan, dietilkarbonat), difenilmetan bo'yoqlari, davolash preparatlari, polikarbonatlar va boshqa moddalar olishda ishlatiladi. U o'ta zaharli modda, Birinchi jahon urushi yillarida (1914—1918) zaharlovchi modda sifatida qo'llanilgan. Undan protivogaz yordamida saqlanish mumkin.

Uglerodning oltingugurtli birikmalari. Uglerod disulfid — CS_2 . $-111,9^\circ\text{C}$ da qotadigan, $46,2^\circ\text{C}$ da qaynaydigan suyuqlik. U suvda yomon, organik eritmalarda yaxshi eriydi, 150°C atrofida suv ta'sirida ajratib olinadi. Uni cho'g'langan pista ko'mirga oltingugurt ta'sir ettirib olinadi. Uglerod disulfid viskoza sanoatida selluloza ksantogenatini olishda, CCl_4 sintezida va boshqa reaksiyalarda ishlatiladi. Undan qishloq xo'jaligi zararkunandalariga va begona o'tlarga qarshi kurashda keng foydalaniladi.

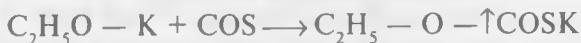
Uglerod sulfoksid — COS. Uglerod (II) oksidni oltinugurt bilan yuqori temperaturada qizdirib yoki 400°C da uglerod disulfidga suv ta'sir ettirib olinadi:



Izotiotsian kislota efiriga (xantal moyiga) sulfat kislota ishtirokida suv ta'sir ettirib olsa ham bo'ladi:

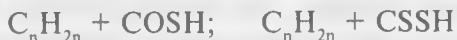


Uglerod sulfoksid kuchsiz qo'lansa hidli rangsiz gaz bo'lib, asabga ta'sir etadi. Ishqorga yutdirilganda KO—CO—SK tarkibli monotiokarbonat kislota tuzi hosil bo'ladi. Alkogolyator bilan shu kislolaning nordon tuzlarini hosil qiladi:



COS ba'zi sintezlarda hamda sifat reaksiyalarida ishlatiladi.

Tiokarbonat kislotalar. Bularga misol qilib umumiy ko'rinishda quyidagilarni ko'rsatish mumkin:



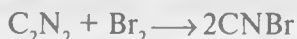
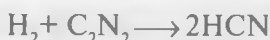
Tiokarbonat kislotalarning barqaror tuzlari ma'lum bo'lib, pestitsidlar, flotoreantlar, vulkanizatsiya tezlatkichlari sifatida ishlatiladi. Tiomochevina, tiokarbamin kislotalar, tiosofgen, ditiokarbamin kislotalar, tritiokarbonat kislotalar efirlari va tuzlari ham amaliy ahamiyatga ega.

Uglerodning azotli birikmalari. Ditsian — C_2N_2 . Elektr to'ki ta'sirida yuqori temperaturada uglerod to'g'ridan-to'g'ri azot bilan birikib ditsian hosil qiladi. Ditsian — 28°C da qotadi, —21°C da qaynaydi, zaharli gaz, tez alanganadi, uning kislorod bilan aralashmasi yonganda temperatura 4500°C gacha ko'tariladi. Ditsian molekulasida chiziqli tuzilishga ega: $\text{N} \equiv \text{C}-\text{C} \equiv \text{N}$: atomlari orasidagi masofa $d_{(\text{c-c})} = 137 \text{ nm}$, $d_{(\text{c-N})} = 113 \text{ nm}$.

Ditsian qizdirilganda (500°C) polimerlanib qoramtir-jigarrang tusli suyuqlanmaydigan paratsianga aylanadi:

Havosiz joyda paratsian 860°C gacha qizdirilganda yana ditsianga aylanadi. HCN ni kislorod, NO₂ yoki H₂O₂ bilan katalitik oksidlab paratsian olinadi. Oz miqdordagi ditsian KCN ning suvdagi eritmasi va mis (II) sulfatning o'zaro ta'siridan hosil qilinishi mumkin.

Paratsian kimyoviy xossalari jihatdan galogenlarga yaqin turadi. Shuning uchun ham reaksiyaga juda oson kirishadigan modda hisoblanadi. Bunda hosil bo'ladigan birikmalar o'z tarkibi bilan galogenlardan olinadigan moddalarnikiga o'xshab ketadi (uning tarkibida 2 ta uch bog' va azot atomlarida elektron juftlar bor):



Ditsian etilendiamin ishlab chiqarishda, metallarni qir-qishda va payvandlashda yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Ditsiandiamid HN — C(NH₂), NHCN ditsian hosilalaridan hisoblanadi. U medamin sanoatida, ditsiandiamid — formaldegid smolalari tayyorlashda, barbiturat kislota va uning tuzlarini olishda hamda epoksid smolalari qotirgichlari sifatida ishlatiladi.

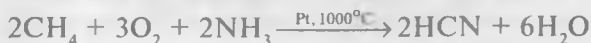
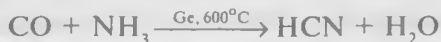
1, 4-ditsianbuten 2 — NCH₂CH = CHCH₂CHN ham ditsianning hosilasi bo'lib, adipodinitrilni olishda ishlatiladi.

Sianid kislota HCN. Rangsiz, yengil, uchuvchan suyuqlik, 26,5°C da qaynaydi, achchiq bodom hidiga ega. Eng kuchli zaharli moddalardan biri. Suvli eritmasida kuchsiz kislota xossalari namoyon qiladi ($K = 2,1 \cdot 10^{-9}$).

Suvsiz suyuq sianid kislota kuchli ionlovchi erituvchi bo'lib, unda erigan elektrolitlar ionlarga dissotsilanadi. Sianid kislota ikki xil ko'rinishga ega bo'lib, tautomer muvozanatda bo'ladi:



Sanoatda sianid kislota quyidagi katalitik reaksiyalar bilan olinadi:



Sianid kislota qishloq xo'jaligida, ba'zi sintezlarda va kompleks birikmalar olishda ishlatiladi.

HCN tuzlari sianidlar deyiladi. Bulardan KCN va NaCN amaliy ahamiyatga ega. Ular suvda yaxshi eriydigan zaharli moddalardir. Sanoatda metallarning amidlarini yuqori temperaturada ko'mir bilan qizdirib olinadi. Suvda gidrolizlanadi:

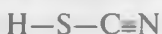


Sianid kislota tuzlari eritmalari ishqoriy reaksiyaga ega bo'lib, ularning hidi sianid kislota eslatadi.

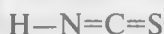
KCN bilan NaCN kislorod ishtirokida oltin va kumushni eritishga qodirligi sababli bu metallarni rudalardan ajratib olishda qo'llaniladi. Bu tuzlar organik sintezlarda, galvanoplastika va galvanostegiyada ishlatiladi.

Tarkibida sian gruppasi bor komplekslar ham anchagina uchraydi: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 4\text{KCN}$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ shular jumlasidandir.

Rodanid kislota — HSCN. Tiotsianat kislota ham deb ataladi. U ikki tautomer holda bo'ladi:



Tiotsianat
kislota



Izotiotsianat
kislota

U moysimon, uchuvchan, o'tkir hidli suyuqlik, osongina parchalanadi. Rodanid kislota suvli eritmasi kuchli kislota bo'lib, $K = 0,14$, shu sababli ishqoriy metallarning tuzlari bo'lgan rodanidlar gidrolizga uchramaydi. Rodanid kislota alkil hosilalari ma'lum, uning o'zidan tiotsianatlarni olishda qo'llaniladi.

Rodanid kislota tuzlari (rodanidlar) kristallar bo'lib, ko'plari suvda, spirtida, efir va atsetonda eriydi. Suvdagi erit-

malarida kislorod bilan sulfatlar va HCN gacha oksidlanadi, xlor va brom bilan birikib, siangalogenli hosilalar beradi. Temir bilan metallar rodanidlarigacha, rux bilan (HCl eritmasida) esa CH_3NH_2 va H_2S gacha qaytariladi.

Rodanidlar metall sianidlari bilan oltingugurtning o'zaro ta'siri natijasida olinadi. Metall sulfatlari yoki nitratlarining bariy va natriy tiotsianatlariga almashtirilishi hamda metallar gidroksidlari yoki karbonatlari rodanid kislota bilan reaksiyaga kiritilganda ham rodanidlar hosil bo'ladi.

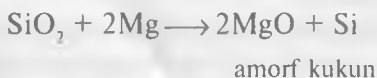
Rodanidlar gafniy bilan sirkoniy ekstraksiyasida reagent sifatida, temir va po'latni toblashda, gazlamalar ishlab chiqarishda, galvanotexnika, sovituvchi eritmalarni tayyorlashda, fotografiyada, metallarni fotometrik usul bilan aniqlashda va shu kabi boshqa ishlarda keng qo'llaniladi.

XII BOB

KREMNIY VA UNING BIRIKMALARI

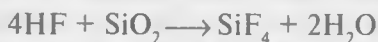
Tabiatda tarqalishi, olinishi va fizik xossalari. Kremniyning tabiatda 3 ta barqaror izotopi bor: ^{28}Si , ^{29}Si va ^{30}Si . Yer qa'rida massa bo'yicha 27,6% ni tashkil etadi (kisloroddan keyin ikkinchi o'rinda turadi). Kremniy tabiatda SiO_2 kremniy (IV) oksid, silikat angidrid, qumtuproq va silikat kislota tuzlari (silikatlar) holida uchraydi. Uning birikmalaridan alyumosilikat (dala shpati, slyuda, kaolin va boshqa) lar ayniqsa keng tarqalgan. Kremniy minerallar va tog' jinslari tarkibidagi bosh element hisoblanadi. O'simlik va hayvonlar organizmida ham uchraydi.

Kremniyning elektron konfiguratsiyasi $\text{KL}-3s^2 3p^2$. Dastlab 1811-yilda J.L. Gey-Lyussak va L.J. Tenar tomonidan olingan. Erkin holdagi kremniy mayda oq qum—kremniy (II) oksidni magniy bilan qizdirib olinadi:



tiniq, rangsiz kristallari olti qirrali piramidada joylashgan olti qirrali prizma shakliga ega bo'lib, tog' billuri deyiladi. Aralashmalar ta'sirida binafsha rangga bo'yalgan tog' billuri *ametist*, qo'ng'ir ranglisi *tutunsimon topaz* deb nom olgan. Kvars ko'rinishlaridan biri chaqmoq toshdir. Mayda kristall holdagi *agat* va *yashma* ham keng tarqalgan. Kvars ko'pgina murakkab tog' jinslari (granit, gneys) tarkibiga kiradi. Oddiy qum kvarsning mayda qismidir.

Kvars oddiy sharoitda suvda deyarli erimaydi, lekin bosim ostida qizdirilgan suvda 100°C dan yuqorida eriydi. Mana shu usuldan foydalanib, sun'iy kvarsning yirik monokristallari (30 sm va undan yuqori) o'stiriladi. Kvars kislotalarda erimaydi, bundan faqat vodorod ftorid mustasnodir. Kvars bilan HA birikkanda quyidagicha reaksiya boradi:

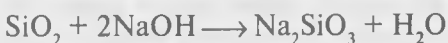


Kvars ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib silikatlar hosil qiladi. Bunday moddalar kvars bilan metall oksidlarini aralastirib qizdirilganda ham hosil bo'ladi.

Kvars toza kremniy, kvars shisha, silikalsit abraziv materiallari qimmatbaho toshlar tayyorlashda xomashyo hisoblanadi.

Kvars shisha. Kvars shisha ultrabinafsha nurlarni o'tkazadi, yuqori temperatura ta'siriga chidamli. Uning termik kengayish koeffitsiyenti juda kichik bo'lib, isitilganda yoki sovutilganda hajmi o'zgarmaydi. Kvars shishani 1500°C gacha qizdirib sovuq suvga tushirilganda unga hech nima qilmaydi. Vaholanki, oddiy shishadan yasalgan turli buyumlar biroz qizdirilganda suv tomchilari ta'siridan darz ketadi. Kvars shisha kimyo sanoatida, laboratoriya asboblari yasashda, o'tga va kuchli reagentlarga chidamli idishlar, quvur (naycha) va reaktorlar tayyorlashda qo'llaniladi. Tibbiyotda, kino, ilmiy ishlar va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladigan simob lampalari ham kvars shishadan tayyorlanadi.

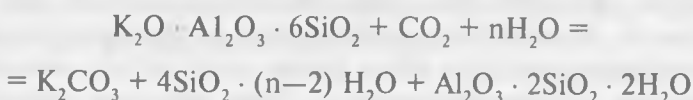
Silikat kislotalar va ularning tuzlari. Umumiy formulasi $n \text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ bo'lib, bu yerda; $n = 1-2$, $m = 1-2$ ga teng. Erkin holda metasilikat kislota — H_2SiO_3 , ortosilikat kislota — H_4SiO_4 va dimetasilikat kislota — H_2SiO_5 ajratib olingan. Bular ikki negizli kuchsiz kislotalar hisoblanadi. To'yingan suvli eritmalarida zollar hosil qiladi, $\text{pH} > 5-6$ da bular gellarga aylanadi, quriganda silikagellar vujudga keladi. Yangi olingan gel suv, kislota va ishqorda ma'lum darajada eriydi. Silikat kislota suvda kolloid eritma hosil qiladi. Silikat kislota tarkibidagi suvning kamaya borishi uning suvda kislota va ishqorlarda eruvchanligini pasaytira boradi. U qizdirilganda suv bilan silikat angidridga ajratiladi. Silikat kislota silikatlarga HCl yoki ammoniy xlorid ta'sir ettirib olinadi. Kremniyning poligalogenli birikmalari (SiCl_4) gidrolizlanganda ham silikat kislota hosil bo'ladi. Ishqoriy metallar silikatlari suvda eriydi. Bular *eruvchan shishalar* deyiladi. Eruvchan shishalar kremniy (II) oksid kvarsni ishqoriy metallar karbonatlari yoki gidroksidlari bilan qizdirib olinadi:



Molekulasida ikki va undan ortiq kremniy atomlari bo'lgan kislotalar *polisilikat kislotalar* deyiladi. Bular oddiy silikat kislotalarning kondensatlanishidan hosil bo'ladi va boshqalar shular jumlasidandir. Bunday kislota tuzlari **polisilikatlar** deb yuritiladi. Silikat va polisilikatlarning tuzilishi rentgen nurlari orqali tekshirilganda kristall panjaralarda tetraedr shaklidagi SiO_4^{4-} anionlari bir-biri bilan kislorod atomlari orqali birikkanligini ko'rsatdi. Tetraedr markazida kremniy atomi joylashgan bo'lib, uning cho'qqilarida kislorod atomlari turadi. Kristall tuzilishiga qarab silikatlar oltita sinfga bo'linadi (yakka-yakka ortosilikatlar, pirosilikatlar, siklik silikatlar, cheksiz zanjirlardan tashkil topgan piroksin va amfibollar hamda boshqalar).

Fazoviy to'rlardagi kremniy atomlari alyuminiy atomlariga almashinishi natijasida alyumosilikatlar hosil bo'ladi. Tabiiy silikatlarda kremniy bilan aluminiy atomlari o'zaro kislorod bilan bog'lanadi. Alyumosilikatlarning muhim va ko'p tarqalgan vakillari *dala shpatlaridir*. Bular tarkibiga kremniy va alyuminiy oksidlari bilan bir qatorda kaliy, natriy yoki kalsiy oksidlari kiradi. Plastinkasimon tuzilishga ega bo'lgan slyuda alyumosilikat hisoblanadi. Uning tarkibi birmuncha murakkab bo'ladi:

Turli tuproqlarning asosini kaolin tashkil qiladi. U oddiy dala shpati (ortoklaz) dan quyidagi reaksiya natijasida hosil bo'ladi:



Toza kaolin kam uchraydi. Oq rangli kaolin toza hisoblanadi va ozgina kvars — qum aralashmasiga ega bo'ladi. Toza kaolin chinni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Sitallar. Bir guruh olimlar sanoat miqyosida metallurgiya sanoati tashlandiqlari hisoblangan shlakdan ajoyib xossalarni o'zida mujassamlashtirgan yangi material — sitallni yaratdi. Qisman kristallangan shishasimon fazodan iborat sitall juda yuqori mexanik pishiqpik va kimyoviy chidamlilikka egadir. Texnikada sitallar pirokeram, devitrokeram nomi bilan ham ma'lum. Mikrokristallar kattaligi 1 mkm dan kichik bo'ladi. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ asosida tayyorlangan sitallar optik tiniq bo'ladi. $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ asosidagi radiotiniqlikka, $\text{Cs}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ asosidagisi esa issiqlikka chidamli bo'lib, eritilgan metallarga nisbatan inert, radiatsiya ta'siriga befarq bo'ladi.

Sitallardan truboprovodlar, kimyoviy reaktorlar, nasos detallari, filyeralar, teleskoplar uchun astroko'zgular, elektroliz vannalari uchun futerovka materiallari, elektroizolyatorlar, korroziyaga chidamli qurilish konstruksiyalari va boshqalar tayyorlanadi. Fotositallar esa mikromodel pitalari, matbuot sxemalari panellari va fotoelektron ko'paytirgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

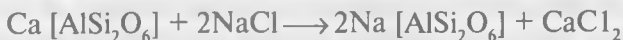
Seolitlar. Umumiy formulasi $M_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot H_2O$ bo'lgan alyumosilikatlar bo'lib, M — ishqoriy yoki ishqoriy-yer metall, n-uning oksidlanish darajasi. Oddiy sharoitda bir xil tuzilishli bo'shliqlari suv molekullari bilan to'lgan bo'ladi. Suv bo'shliqdan chiqarilib, yana to'ldirilishi mumkin.

Seolitlar boshqa moddalarni yutish (adsorbsiyalash) xususiyatiga ega. Bularning ba'zilar eritmalaridagi ionlarni o'z tarkibidagi ionlarning ekvivalent miqdoriga almashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Seolitlar turli kattalikdagi molekullarni ajratish xususiyatiga egaligi tufayli molekulyar elaklar sifatida qo'llaniladi. Muhim seolitlardan biri **natrolit** — $Na_2 [Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$ bo'lib, sanoat va xalq xo'jaligining keng sohalarida ishlatiladi.

Sintetik seolitlar olish maqsadida natriy silikat va alyuminat aralashmasi 80—100°C da kristallanadi. Kristalitga 15—20% yopishqoq loy qo'shiladi va diametri 2—4 mm bo'lgan seolit donalari tayyorlanadi. Kation almashinishi natijasida ($CaCl_2$ eritmasida) natriyli birikmasidan kaliyli birikmasiga o'tishi mumkin bo'ladi. Permutit nomli alyumosilikatlar bug' qozonlarida ishlatiladigan suvni yumshatish maqsadida qo'llaniladi (suvdagi kalsiy o'rnini natriy egallaydi):



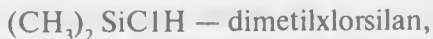
Hosil bo'lgan kalsiyli permutitni NaCl eritmasiga tushir-sak, u qaytadan o'zining dastlabki natriyli formasiga o'tadi:



Seolitlarga ion almashtirgichlar deb qarash mumkin. Oddiy seolitlarda SiO_2 ning Al_2O_3 ga mol nisbati 1 dan 2 gacha bo'ladi. Bu nisbat kislotalarga seolitlarda (erionit, mordenit, klinoptilolitda) 6 dan 10 gacha bo'ladi. Seolitlar moddalarni quritishda, aralashmalarni ajratish, ion aralashtirgichlar, katalizator sifatida qo'llaniladi.

Kremniyning vodorodli birikmalari (silanlar). Umumiy formulasi Si_nH_{2n+2} bo'lib, $n = 1-8$. Bular **kremnevodorod** deb ham ataladi (uglevodorodlarga o'xshash): SiH_4 — monosilan, Si_2H_6 — disilan, Si_3H_8 — trisilan, Si_4H_{10} — tetrasilan bog'i C—

Kremniyorganik birikmalar. Silikonlar. Molekulasida bitta yoki bir nechta kremniy atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan-to'g'ri yoki boshqa elementlar atomlari orqali bog'langan birikmalar bo'lib, monosilan hosilalari sifatida qaraladi. Kremniyorganik birikmalarda barcha o'rinbosarlar ko'rsatiladi:



Monomer holdagi kremniyorganik birikmalar element holatidagi kremniyni yoki SiCl_4 , HSiCl_3 yoki Si_2Cl_6 ni organik birikmalar bilan reaksiyaga kiritish asosida hosil qilindi. Bular kremniyorganik polimerlar (silikonlar) olishda xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

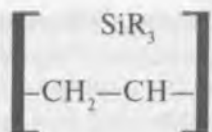
Kremniyorganik polimerlar makromolekula zvenosida kremniy atomlari bo'ladi. Asosiy zanjirning tuzilishiga qarab bular 3 gruppaga bo'linadi. Birinchi gruppaga anorganik zanjirda ketma-ket keluvchi Si va organogen elementlar, O yoki N yoki S atomlari bo'lgan poliorganosiloksanlar (poliorganosilazanlar, poliorganosiloksanlar) kiradi:



Ularda uglerod kremniy atomlari bilan bog'langan yon gruppalarda joylashadi. Ikkinchi gruppaga C atomlari ketma-ket joylashgan organoanorganik zanjirli birikmalar, chunonchi, poliorganoalkilen (fenilen) silanlar kiradi:



So'nggi uchinchi gruppaga esa Si atomlari yon zanjirda joylashgan organik zanjirli birikmalar (polialkilensilanlar) kiradi:



Ko'rsatilgan kremniyorganik polimerlarda $R = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$ va C_6H_5 va boshqa gruppalar bo'lishi mumkin.

Kremniyorganik polimerlar monomerlarni polimerlab, (masalan, anion polimerlanish yo'li bilan) gidrolitik polikondensatsiyalab yoki shunga o'xshash boshqa yo'llar bilan olinadi.

Molekulyar massalari yuqori bo'ladi. Kremniyorganik birikmalardan bo'lgan polidimetilsiloksanning molekulyar massasi 2 800000 ga boradi.

Kremniyorganik birikmalar nihoyatda qimmatli va o'ziga xos xossalarga egaligi bilan ajraladi. O'ta past temperatura ta'siriga ham, yuqori temperaturaga ham bardosh bera oluvchi polimerlar kremniyorganika mahsulidir. Keyingi yillargacha tabiiy kauchuk rezina sanoati uchun eng yaxshi xomashyo hisoblanardi. Lekin hozir tabiiy kauchuk texnika talablariga to'liq javob bera olmay qoldi. — 60°C da tabiiy kauchuk mo'rt bo'lib qoladi — sal bukilsa sinib ketaveradi. Vaholanki, kremniyorganik silikon, kauchuk $70\text{--}80^\circ\text{C}$ dan issiqlikkacha chidaydi.

Kremniyorganik birikmalar faqat qattiq holdagina emas, balki suyuq holda ham ishlatilishi mumkin. Suyuq holdagi birikmalar ham ko'pgina qimmatli xossalarga ega. Masalan, maxsus kremniyorganik suyuqlik bilan ishlangan avtomobil oynasi suv yuqtirmaydi, doimo toza turadigan bo'lib qoladi. Ma'lumki, chinni, oyna, yogoch, keramikadan yasalgan buyumlar nam holda elektr tokini o'tkazish xossasiga ega. Agar ular yupqa kremniyorganik plyonka bilan qoplansa, izolyatorlik xossasi har qanday sharoitda ham o'zgarmaydigan bo'lib qoladi. Masalan, palto materiallari kremniyorganik suyuqliklar bilan ishlanganda ko'rinishi o'zgarmaydi.

Etilsiloksan suyuqligi qogoz, karton, gazmol va boshqa narsalarga yupqa plyonka sifatida qoplanganda ularga suv ta'sir etmaydigan bo'ladi. Shu yo'l bilan nodir kitoblar, qo'lyozma va hujjatlarni abadiy saqlash mumkin. Bu suyuqliklarning yana bir ajoyib xususiyati shundan iboratki, ular buyumlarda mayda teshikchalarni berkitmaydi. Shunday qilib, kremniy-

organik polimerlar bilan qoplangan buyumlardan havo bemalol o'taveradi, suv esa aslo o'tmaydi. Bu suyuqlik bilan ishlangan gazmol va boshqa buyumlar juda mayin va yaltiroq bo'ladi. Kremniyorganik polimerlar novoychilikda ham keng qo'llanilmoqda. Kremniyorganik polimer materiallarga quyosh nuri, ozon va juda kuchli kislota hamda ishqor ta'sir etmaydi. Kremniyorganik polimerlarning xizmat davri organik polimerlar xizmat davridan kamida besh-o'n baravar ko'pdir. Kremniyorganik polimerlarning ko'plari ochiq alangada yonmaydi. Ulardan o't o'chiruvchilar, metallurklar, kimyo sanoati xodimlari uchun kiyim-kechaklar, kabellar, elektrogeneratorlar, transformator va elektrotexnika asbob-uskunalarini tayyorlashda muvaffaqiyat bilan foydalanilmokqda. Kremniyorganik birikmalar bilan qoplangan metall zanglamaydi, uning xizmat davri bir necha o'n baravar ortadi. Kremniyorganik birikmalar asosida yaratilgan laklar juda yuqori temperatura ta'siriga chidamli bo'lib, ob-havo o'zgarishlari, namlik va turli reagentlarga bardosh bera oladi.

Kremniyorganik birikmalar tibbiyot va farmatsevtika sanoatida ko'plab qo'llanila boshlandi. Ulardan yasalgan tish protezlari nam tortmaydi va ovqat qoldiqdarini tutmaydi.

Kremniyorganik birikmalar eng qimmatli yarimo'tkazgich bo'lgani sababli radiotexnika sanoatida ham keng ishlatiladi. Gugurt qutichasidek keladigan cho'ntak radiopriyomniklaridan tortib, kosmik kemalarda qo'llanilayotgan radiopriyomniklarda ham ana shu yarimo'tkazgichlardan foydalanilmoqda.

Kremniyorganik birikmalarni (ular polimerorganosiloksanlar deb ham ataladi) yaratish va ulardan amalda foydalanishda akademik K.A. Andrianov boshliq bir gruppada olimlar ishi nihoyatda ahamiyatlidir.

Kremniyning galogenli birikmalari. Kremniy galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishadi. Kremniy galogenidlardan SiCl_4 bilan SiF_4 muhim ahamiyatga ega. SiCl_4 quyidagi reaksiyalar asosida olinadi:



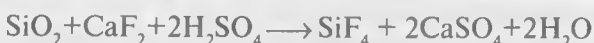
Ushbu reaksiyada Si_2Cl_6 va Si_3H_8 lar ham hosil bo'ladi:



SiCl_4 -57°C da qaynab, -68°C da qotadigan rangsiz suyuqlik, zichligi $-1,5237$ (0°C). Suvda tez gidrolizlanadi:



asosan kremniyorganik birikmalar sintezida qo'llaniladi. SiF_4 — flyuorit H_2SO_4 bilan kremniy dioksidning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi:



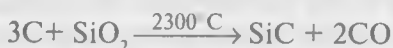
SiF_4 — o'tkir hidli rangsiz gaz bo'lib, suvda gidrolizlanadi. Spirt va atsetonda eriydi. Ftorsilikatlarni termik parchalab olinadi. SiF_4 — geksaftorsilikat kislota $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ va anorganik ftoridlarni olishda asosiy xomashyodir.

Geksaftorsilikat kislota SiF_4 ning gidrolizidan hosil bo'ladi. Bu kislota erkin holda turganda HF bilan SiF_4 ga parchalanadi. Suvli eritmasida barqaror ikki negizli kuchli kislota hisoblanadi (0,1 eritmaning dissotsilanish darajasi 76,0% ga teng). SiF_6^{2-} — oktaedrik tuzilishga (sp^3d^2 — gibridlanishga) ega.

Geksaftorsilikat kislota tuzlari (ftorsilikatlar) ma'lum. Bularning ko'plari suvda yaxshi eriydi, faqat natriy, kaliy, rubidiy, seziiy va bariy ftorsilikatlari nisbatan kam eriydi.

Geksaftorsilikat kislota va uning ba'zi birikmalari dezinfeksiyalash ishlarida yog'och konservanti o'rnida, shisha tayyorlashda, tuproqlarni mustahkamlovchi reagent sifatida va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Kremniy karbid (karborund) SiC — qattiq, qiyin eruvchan modda. Uning kristall panjarasi olmosnikiga o'xshash. Kremniy karbid elektr pechlarida kremniy dioksidni uglerod bilan yuqori temperaturada qizdirib olinadi:



U kislorod ishtirokida eritilgan ishqorlar bilan tez reaksiyaga kirishadi. 600°C dan yuqori temperaturada xlor bilan reaksiyaga kirishadi, 1300°C dan yuqorida esa gidrolizlanadi.

Uning qattiqligi olmosnikiga yaqin. Karborund yarim-o'tkazgich xossaga ega. Toza karborund elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

Abraziv material sifatida elektr pechlarida, matritsalar tayyorlashda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

Kremniy va uning birikmalarini qo'llanilishi. Kremniy texnikada po'lat va rangli metallar sanoatida legirlovchi qo'shimcha material sifatida keng ishlatiladi. Toza kremniy elektrotexnika va elektronikada diodlar, tranzistorlar, yuqori voltli tiristorlar fotoo'zgartkichlar sifatida qo'llaniladi. Qotishmalar tayyorlashda ham kremniy xizmatidan foydalaniladi.

Shisha tolalar, sitallar, chinni, sement, keramika buyumlar va boshqa xil materiallar dunyoda yiliga million tonnalab ishlab chiqariladi. Alyumosilikatlar, kremniy oksidlari, seolitlar va boshqa o'nlab xil murakkab tarkibli birikmalar turli sanoat reaksiyalarida katalizator bo'lib xizmat qilmoqda. Kremniy organik birikmalardan suv osti kabellarida, kimyoviy reaktorlarni haydovchi nasos va quvurlar tayyorlashda, sun'iy qon tomirlari va klapanlar yasashda keng foydalanilayotganligi ma'lum. Kremniy karbid burg'ulash ishlari, stanoksozlik, oynasozlik, duradgorlik va boshqa sohalarda ishlatilmoqda.

Kremniyning ko'p birikmalari mineral xomashyodir. Ular yiliga million tonnalab qazib olinmoqda. Bo'yoqlar, pigment va boshqa shu kabi mahsulotlar ham xalq xo'jaligida keng ishlatiladi. Tarixiy obidalarimizdagi arxitektura bezaklari, bo'yoqlarni ming yillar davomida o'zgartirmay saqlab kelayotgan glazur qoplamalari ham kremniy birikmalari asosida tayyorlangan.

Kremniy va uning birikmalari asosida silikat sanoatini rivojlantirishda respublikamiz olimlarining hissaları kattadir. Jumladan, prof. A.H. Ismoilov shogirdlari bilan birgalikda mahalliy xomashyo mineral boyliklari asosida nafis, mustahkam va nisbatan pastroq temperaturada pishadigan chinni buyumlar olish texnologiyasini yaratib, ishlab chiqarishga joriy qilindi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladigan yangi sopol va keramika mahsulotlari olish texnologiyasini yaratishda esa olimlardan F.X. Tojiyev va N.A. Sirojiddinovning olib borgan ilmiy izlanishlari tahsinga loyiqdir. Respublikamizda ishlab chiqarish sanoatini rivojlantirishda hamda turli xil chiqindilardan rangli, oq, dekorativ va maxsus sement ishlab chiqarishda Y. Toshpo'latov, I.S. Kansepolskiy va T.A. Otaqo'ziyev olib borgan ilmiy ishlar katta ahamiyatga ega. Shisha va shisha mahsulotlari

rangli va texnik shisha olish texnologiyasini yaratishda A.A. Ismatov, S. Qosimova va boshqalarning ilmiytadqiqotlari sanoatda qo'llanila boshlandi. O'zbek olimlarining ilmiy izlanishlari natijasi lazer texnikasi uchun zarur bo'lgan shishaning yangi turi bilan boyitildi.

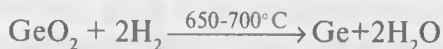
XIII BOB

GERMANIY, QALAY, QO'RG'OSHIN

Elementlarning umumiy tavsifi, tabiatda uchrashi. Germaniydan qo'rg'oshinga o'tgan sari bu elementlarning metallik xossalari ortib boradi. Ushbu qonuniyat elementlarning fizik va kimyo xossalari ham namoyon bo'ladi. Germaniyaning o'zi ko'proq qo'llaniladi, birikmalari esa unchalik ko'p ishlatilmaydi. Qalay va qo'rg'oshin birikmalaridan SnCl_2 , $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, SnO_2 , $\text{SnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, SnSO_4 , PbO , Pb_3O_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ sanoat ahamiyatiga ega.

Yer qobig'ida germaniy $1,0 \cdot 10^{-4} \%$, qalay $4 \cdot 10^{-3} \%$ va qo'rg'oshin $10 \cdot 10^{-4} \%$ miqdorda uchraydi. Bular nisbatan kam ta. qalgan elementlardan hisoblanadi. D.I. Mendeleev germaniy elementi xossalari u hali ochilmasdanoq aytib bergan edi (1871-y.). Germaniy manbai sifatida uning sulfidi GeS_2 va toshko'mirning kulidan foydalaniladi. Qalay va qo'rg'oshinning kassiterit (qalaytosh) — SnO_2 , galenit (qo'rg'oshin yaltirog'i) — PbS , anglezit — PbSO_4 , serussit — PbCO_3 va krokoit — PbCrO_4 lari tabiatda uchraydi.

Olinishi. GeCl_4 ni gidrolizlab GeO_2 hosil qilinadi, keyin u quritiladi va vodorod bilan qaytariladi:



Germaniy konsentrati xlorid kislota bilan oksidlanuvchi ishtirokida parchalanganda ham germaniy hosil bo'ladi. Toza germaniy zonalab eritish yo'li bilan (1000°C atrofida) vakuumda monokristallarni o'stirib hosil qilinadi.

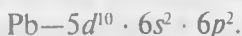
Qalay bilan qo'rg'oshin olishda avval tabiiy rudalar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. So'ngra metallar quyidagi reaksiyalar yordamida ajratib olinadi:



Ko'p miqdordagi qalay ishlatilib bo'lgan konserva bankalarini xlor bilan qayta ishlab olinadi.

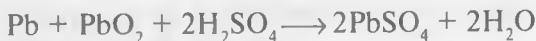
Xossalari. Germaniy metall yaltiroqligiga ega mo'rt modda, qalay bilan qo'rg'oshin esa oson suyuqlanuvchan yumshoq metallidir. Qo'rg'oshin zangori tusda tovlanadi, qalay oq va kulrang bo'ladi. Oq rangli qalay olmos kabi tuzilishga ega, kulrang qalay esa 13,2°C dan past temperaturada barqaror bo'lib, yarimo'tkazgich xossasini namoyon qiladi. Kulrang qalay oq rangligidan farq qilib, qattiq va mo'rtidir. Qalayning uchinchi shakli 161°C dan yuqorida mavjud bo'ladi. Suyuqlantirilgan qalay sovutilayotganda metallning silliq yuzasini ma'lum bir paytdan so'ng xiralashib qolishi uning shakl o'zgarishiga xos belgidir. Ozigina miqdordagi kulrang qalay toza metall ustiga qo'yilganda, u tezda kulrang kukunsimon qalayga aylanib qoladi. Bu hodisani ilgari «qalay vabosi» deyishgan. Bu yerdagi ozgina miqdordagi kulrang qalay kristall «xamirturush» rolini o'ynaydi. Qalay idishlarning kukungacha aylanib qolishi hammani hayratga solardi.

Element atomlarining elektron qobiqlari asosiy holatda quyidagi konfiguratsiyaga ega bo'ladi:



Ushbu elementlarning +4 ga teng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lishi kimyoviy bog'larning vujudga kelishida tashqi qavatdagi barcha elektronlarning ishtirok etayotganligini bildiradi.

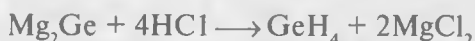
Ge^{+2} kuchli qaytaruvchi bo'lsa, Pb^{+4} kuchli oksidlovchi. PbJ_4 yoki PbBr_4 kabi birikmalar bo'lmaydi. PbCl_4 — juda ham beqaror birikma. Pb^{+4} ning oksidlovchilik xususiyatining yuqoriligi qo'rg'oshin akkumulyatori ishida yaqqol namoyon bo'ladi:



Bu yerda qo'rg'oshin anod, qo'rg'oshin dioksid katod bo'lib xizmat qiladi. Oksidlovchi bo'lmagan kislotalar bilan germaniy reaksiyaga kirishmaydi, qalay va qo'rg'oshin esa reaksiyaga kirishadi, bunda vodorod ajralib chiqadi. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin oddiy sharoitda, oksidlovchilar yo'qligida ishqor eritmaları bilan reaksiyaga kirishmaydi. Ammo shu paytda reaksiyon muhitga biroz H_2O_2 kiritilsa, ularning erib komplekslarga aylanganligini aniqlash mumkin. Bunda quyidagilar hosil bo'ladi:



Birikmalari. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin vodorod bilan birikmaydi. Elementlar gidridlari bilvosita yo'llar bilan olinadi. Germanovodorod (german) quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



GeH_4 — gaz, $-88,5^\circ C$ da suyuqlanadi, $-165^\circ C$ da qotadi. Ge_2H_8 va Ge_3H_8 suyuqlik bo'lib, ularning polimerlari germaniy gidridlari: $(GeH)_x$ va $(GeH_2)_x$ ham ma'lum.

Qalay gidrid SnH_4 , gazsimon beqaror modda. Qo'rg'oshin gidrid juda beqaror bo'lganligi sababli uni erkin holda olib bo'lmaydi.

Oksidlari GeO_2 , SnO_2 va PbO_2 turli yo'llar bilan hosil qilinadi. Dastlabki ikki oksid elementlarni kislorod bilan oksidlab olinadi. Qo'rg'oshin dioksid — PbO_2 qo'rg'oshin atsetat yoki surik (Pb_3O_4) dan turli reagentlar yordamida sintez qilinadi.

PbO_2 — qoramtir-jigarrang kukun bo'lib, kuchli oksidlovchilar qatoriga kiradi. U oltingugurt bilan reaksiyaga kiritilganda yonib ketadi, natijada PbS va $PbSO_4$ aralashmasi hosil bo'ladi. Pb_3O_4 suvsiz sirka kislotasi bilan reaksiyaga kirishganda qo'rg'oshin diatsetat — $Pb(CH_3COO)_2$ va tetraatsetat — $Pb(CH_3COO)_4$ hosil bo'ladi.

Germaniy (qalay, qo'rg'oshin) oksid ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, gidroksogermanat (gidroksostannat, gidroksoplyumbat) hosil qiladi:

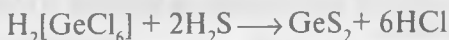
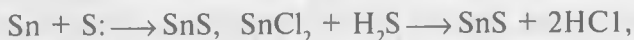


Bu elementlarning oksidlariga mos keladigan kuchsiz germaniy, qalay va qo'rg'oshin kislotalari ma'lum. Oksidlarda doimo bog'langan suv molekulari bo'lgani uchun ($\text{EO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$), bularni bir vaqtning o'zida kislotalar deb hisoblash ham mumkin. Odatda, $\text{GeO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ni germaniy kislotasi, $\text{PbO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ni esa qo'rg'oshin dioksidi deb belgilash qabul qilingan. $\text{SnO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ uchun α - va β -shakllar ma'lum α - $\text{SnO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ishqor va kislotalarda eriydi, β - $\text{SnO}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ esa ularda erimaydi. Ma'lum vaqt o'tishi bilan α -kislota zarralarning agregatlanishi hisobiga β -kislotaga o'tadi.

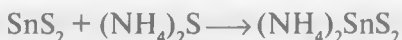
Germaniy va qalay galogenidlari oddiy moddalarning o'zaro ta'siridan olinadi. GeCl_4 bilan SnCl_4 — oddiy sharoitda suyuqliklar bo'lib, suvli eritmalarida gidrolizlanadi. SnCl_4 gidrolizida ko'p yadroli gidrokomplekslar hosil bo'ladi. Suvsiz SnCl_4 havoda parchalanishi hisobiga tutunlanadi va kristallogidrat $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Erkin orbitalarga ega bo'lgan SnCl_4 Lyuis kislotasi hisoblanib, adduktlar hosil qiladi. GeCl_2 birikmasi GeCl_4 dan olinadi. SnCl va PbCl_2 metall yoki uning oksidini qaynoq HCl da eritish yo'li bilan olinadi. SnCl_2 kuchli qaytaruvchi bo'lib, oltin va simobni ajratish jarayonida, SnCl_4 olishda, atsidokomplekslar hosil qilishda ishlatiladi.

Germaniy gidroksid $\text{Ge}(\text{OH})_4$ va qalay gidroksid $\text{Sn}(\text{OH})_4$ amfoter gidroksidlar, ammo ularda kislotali xossalr ravshan namoyon bo'ladi. $\text{Ge}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ va $\text{Pb}(\text{OH})_2$ — asosan amfoter xossali moddalardir.

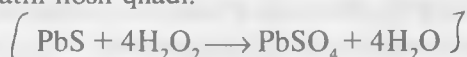
Germaniy, qalay va qo'rg'oshin sulfidlar (yoki disulfidlar) elementlarning oltingugurt bilan to'g'ridan-to'g'ri birikshidan yoki galogenli birikmalarga H_2S ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:



GeS_2 — oq va SnS_2 — sariq rangli modda. Maydalangan qalay, oltingugurt va ammoniy xloridni qo'shib qizdirish natijasida hosil bo'lgan birikma «bronza» bo'yog'ini tayyorlashda ishlatiladi. Qo'rg'oshin disulfid ammoniy tiostannatning olinishida xomashyo hisoblanadi:



Bu reaksiyadan analitik kimyoda ba'zi kationlarni ajratish maqsadida foydalaniladi. Qalay monosulfid SnS konsentrlangan HCl da va boshqa oksidlovchi kislotalarda eriydi. GeS — metallsimon yaltiroq, 615°C da eriydi, suvda erimaydi. PbS — qora rangli modda, 1120°C da eriydi, yarim o'tkazgich xossasiga ega. U vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli qo'rg'oshin sulfatni hosil qiladi:



Ushbu reaksiyadan qadimiy amaliy san'at asarlarini qayta ta'mirlashda foydalaniladi. SnSO_4 — oson eruvchanligi tufayli keng qo'llaniladi.

IV gruppning bosh gruppachasi elementlaridan uglerod bilan kremniy metallmaslar, qalay bilan qo'rg'oshin tipik metall hisoblanadi. Bularning ichida germaniy sof metall, ammo u amfoter xossaga ega. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin ikki valentli birikmalarini barqarorligi germaniydan qo'rg'oshinga qarab ortib borishi ma'lum. Umuman olganda, ikki valentli qo'rg'oshin birikmalari nisbatan barqaror bo'ladi. To'rt valentli qo'rg'oshin birikmalari kuchsiz kislota xossalariga, ikki valentli birikmalari esa asos xossalariga egaligi ham ahamiyatga ega. Shunday qilib, germaniydan qo'rg'oshinga tomon elementlar atomlarining radiusi kattalasha boradi, bu esa metallmas xossalarining kamayib, metallik xossalarining kuchayishiga olib keladi. Bu qonuniyat elementlarning fizik xossalariga xos bo'lib, kimyoviy xossalarida ham o'z aksini topadi.

Ishlatilishi. Germaniy yarimo'tkazgich material, diodlar, tranzistor, termo- va fotorezistorlarda, qotishmalar tayyorlashda, linzalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Germanatlar va germaniyning organik birikmalari turli sohalarda keng qo'llaniladi.

Qalay ko'pgina qotishmalarni, ya'ni latun, bronza babbrit, oq tunuka va shu kabi materiallarni tayyorlashda ularga qo'shiladi. Elektrolizda, metallurgiyada, gazlarni tayyorlashda, falga tayyorlashda, quvurlar, badiiy buyumlar, shisha idish-tovoqlar ishlab chiqarishda va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladi.

Qo'rg'oshin elektr kabellarni tayyorlashda, kimyoviy apparatlarni qoplashda, ionlashtiruvchi nurlardan saqlovchi moslamalar ishlab chiqarishda, bosmaxonalar va akkumulyatorlar sanoatida keng qo'llaniladi. Pigmentlar (surik Pb_3O_4 , xrom sarig'i $PbCrO_4$ va boshqalar) tayyorlashda, optik shisha va billur ishlab chiqarishda, yarimo'tkazgichlar sanoatida, yadro texnikasida hamda boshqa sohalarda qo'rg'oshin va uning birikmalaridan keng foydalaniladi.

XIV BOB

AZOT GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

D.I. Mendeleyev davriy sistemasining beshinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlarining xossalari keskin o'zgarishi bilan ajralib turadi. Masalan, azot barqaror gaz bo'lsa, fosfor qattiq holdagi metallmas hisoblanadi. Vismut esa metallidir. Asosiy gruppacha elementlarida azotdan vismutga o'tgan sari nisbiy elektrmanfiylik birmuncha kamayib boradi. Elementlar sirtqi qavatidagi besh elektronini s^2p^3 berganda oksidlanish darajasi +5, elementlar bilan kovalent bog'langanda uch valentli va uch elektron biriktirib olganda esa oksidlanish darajasi -3 ga teng bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, bu elementlarning o'z birikmalaridagi oksidlanish darajasi +5 dan -3 ga qadar o'zgaradi. Azotdan fosforgia o'tilganda ularning +5 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarining mustahkamligi ortishi va aksincha fosfordan vismutga o'tgan sari +5 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarining mustahkamligi kamayishi tajribalarda isbotlangan.

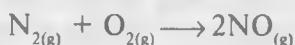
Buni ularning oksidlari $N_2O_5 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow As_2O_5 \rightarrow Sb_2O_5 \rightarrow Bi_2O_5$ qatorida kislota xossalaring susayib, asos xossalaring kuchayib borishi ham tasdiqlaydi.

XIV 1. AZOT

Azot N — atom massasi 14,0067, elektron konfiguratsiyasi KL — $2s^2 \cdot 2p^3$. Tabiatda ikki barqaror izotop ^{14}N va ^{15}N ma'lum. Bu element 1772-yilda D. Rezerford tomonidan

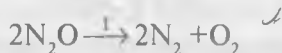
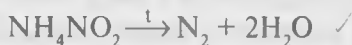
aniqlangan bo‘lib, ikki yildan keyin A. Lavuazye unga «azot» deb nom bergan. Azotning asosiy qismi atmosferada (massasi bo‘yicha 75,6%) erkin holatda bo‘lib, birikmalar va minerallar tarkibida, tirik organizmlarda uchraydi. Uning molekulasi ikkita atomdan tuzilgan, N_2 — $196^\circ C$ da suyuqlanadi va — $210^\circ C$ da qotadi. O‘zi rangsiz va hidsiz gaz, suyuq havodan fraksiyalab haydash (reaktifkatsiya) yo‘li bilan ajratib olinadi. Odatdagi sharoitda kimyoviy inert hisoblanadi (faqat litiy bilan birikadi). Yuqori temperaturada ($400\text{—}500^\circ C$) ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan nitridlar hosil qiladi, platina ishtirokida kislorod bilan $27\text{—}34$ MPa bosimda vodorod bilan reaksiyaga kirishadi. Elektr razryadi ta‘sirida bor, titan, magniy yoki kalsiy nitridlarning parchalanishidan hosil bo‘luvchi aktiv azot kislorod hamda vodorod bilan, oltingugurt, fosfor bug‘i va ba‘zi metallar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi.

Atmosferada bo‘ladigan kuchli elektr razryadlar ta‘sirida (chaqmoq chaqqanda) azot bilan kislorod birikadi:



Bu reaksiya chaqmoq chaqqanda ajralgan issiqlik va havoning ionlanishi ta‘sirida N_2 molekulari uzilishi tufayli sodir bo‘ladi. Molekulyar holdagi azot (N_2) dan tarkibida azot bor birikma hosil bo‘lishini o‘z ichiga oluvchi ushbu oddiy reaksiya azotni bog‘lashga (fiksatsiyalashga) yaqqol misoldir. Sanoatda azotni bog‘lashning dastlabki misoli Gaber usuli (ammiak olish) hisoblanadi. Bog‘langan azot tuproq unumdorligini saqlash bilan bog‘liq bo‘lganligi uchun ham ahamiyatga ega.

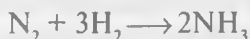
? Laboratoriyada azotni quyidagi reaksiyalar yordamida olish mumkin:



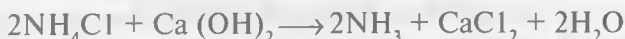
Elektrmanfiyligi jihatidan azot fluor bilan kisloroddan keyinda turadi, shu sababli azot atomi kislorod va fluor atomlari

orasidagi bog'larda musbat qutblangan bo'ladi. Xlor, brom va ba'zi boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalarida qutblanmagan kovalent bog'lanishga yaqin bo'ladi. Boshqa elementlar bilan birikkan azot manfiy qutblanadi. Azotning ko'pgina birikmalari sanoat miqyosida ishlab chiqariladi va xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladi.

↳ **Birikmalari.** Azot vodorod bilan qator birikmalar hosil qiladi. Bulardan muhimi ammiak NH_3 hisoblanadi :



Laboratoriyada ammiak, odatda ammoniy xloridga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



Ammiak sanoatda po'lat kolonkalarda 450°C 30 MPa bosimda sintez qilinadi. Reaksiyada g'ovaksimon temir katalizator bo'lib xizmat qiladi. Reaksiya uchun zarur bo'lgan azot-vodorod aralashmasi tabiiy gazni konversiya qilib olinadi. «Chirchiqelektr-kimyosanoat» birlashmasida ammiak shu yo'l bilan olinadi.

Norمال sharoitda gaz holatdagi 1 l ammiakning massasi 0,77 grammga teng. Ammiak $+33,4^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi, $-77,8^\circ\text{C}$ da qotadi. Suvda yaxshi eriydi: bir hajm suv 700 hajm ammiakni eritadi. Konsentrlangan eritmada massasi bo'yicha 25% ammiak bo'ladi. Bu eritma n a s h a t i r (n o v s h a d i l) s p i r t deb ataladi.

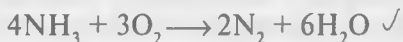
Suyuq ammiakda uning molekullari vodorod bog'lari hisobiga assotsilanadi. Suyuq ammiak erituvchi xususiyatiga ega bo'lib, unda qator aktiv metallar (ishqoriy, ishqoriy-yer metallar, Al va boshqalar) eriydi. Metallarning ammiakdagi suyultirilgan eritmaları zangori rangga, konsentrlangan eritmaları metallsimon yaltiroq, rangi esa bronzani eslatadi. Ammiakda erigan metall asta-sekin amid birikmaga o'tadi:



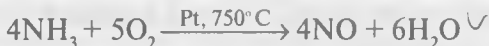
Metall ammiak eritmalarida elektr tokini o'tkazadi, unda metall atomlari musbat ionlar va elektronlarga parchalanadi, bular ammiak molekullari tomonidan solvatlanadi.

Bog'lanmagan («suzuvchan») elektronlarga ega metall ammiak eritmalarida kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. Ammiakda azotning oksidlash darajasi -3 ga teng bo'lganligi uchun, ammiak qator reaksiyalarda qaytaruvchi vazifasini bajaradi.

U kislorodda och-ko'kish rang hosil qilib yonadi:



Ammiak havoda yonmaydi, platina katalizatori ishtirokida esa azot (II) oksidgacha oksidlanadi:



Ammiak xlor bilan reaksiyaga kirishadi:

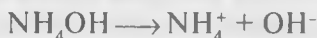


Ammiak asosida amidlar (NH_2^-), imidlar (NH^-) va nitridlar N^{-3} olinadi. Bular odatda qattiq moddalar bo'lib, suv bilan reaksiyaga kirishganda yana ammiak va metallarning gidroksidlari hosil bo'ladi. Ba'zi nitridlarda (BN , Si_3N_4 va boshqalar) kimyoviy bog'lanish kovalent bog'lanish tabiatiga yaqinlashadi va p — elementlar nitridlari karbidlarga o'xshaydi. Bunday nitridlar qiyin eruvchan, qattiq va kimyoviy jihatdan inert bo'ladi. Ammiakning galogenli hosilalari ham ma'lum. Ammiakda uchala vodorod galogenlarga almashgan birikmalar (bundan NF_3 mustasno) portlash bilan azot va galogenlarga ajraladigan beqaror moddalardir.

Azot ftorid — NF_3 rangsiz gaz, oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, qizdirilganda vodorod bilan vodorod ftorid hosil qiladi.

Xloramin — NH_2Cl , ftoramin — NH_2F , xloramin — NHCl_2 va ftorimin — NHF_2 ham mavjud. Xloraminlar oqartgich, dezinfeksiyalovchi vositalar va zaharli moddalarni degazatsiyalashda qo'llaniladi.

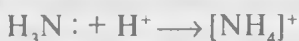
Ammiakning suvdagi eritmasi *ammoniy gidroksid* deb ataladi. U kuchsiz asos NH_4OH molekularining dissotsilanishi natijasi deb izohlanadi:



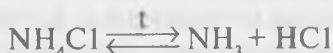
Ammiakning 18°C dagi dissotsilanish konstantasi quyidagicha:

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

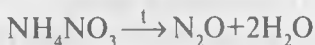
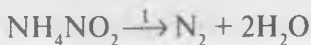
Ammiakning suv bilan o'zaro ta'sirida ammiak molekulalarining ozroq qismi suvdan proton biriktirib oladi, natijada ammoniy kationi — NH_4^+ va gidroksid ion hosil bo'ladi. Ammoniy kationida to'rtta kovalent bog'lanish bor, ulardan bittasi donor-akseptor mexanizmi bo'yicha hosil bo'ladi:



Ammoniy tuzlari ammiak bilan kislotalarning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Tarkibida NH_4^+ ioni bo'lgan bu tuzlar, asosan qattiq moddalardan iborat. Uchuvchan kislota tuzlari qizdirilganda gazsimon holatga o'tib parchalanadi, sovitilganda yana birikadi. Buni ammoniy xlorid misolida ko'rish mumkin:



Tarkibida oksidlash xususiyati kuchliroq bo'lgan anioni bor ammoniy tuzlarining parchalanishi qaytmas reaksiyadir. Bunga sabab, bunday tuzlar qizdirilganda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi ro'y berib ammoniy ioni oksidlanadi, anion esa qaytariladi. Bunga ammoniy nitrid yoki ammoniy nitratning parchalanishi misol bo'la oladi:



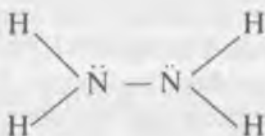
Ammiakning elektron donorlik xususiyatini ligand tarkibiga kiruvchi ko'pgina kompleks birikmalarda ko'rish mumkin.

Ammiak va uning birikmalari keng qo'llaniladi. Uning suvli eritmasi sanoatda, qishloq xo'jaligida, tibbiyot va kundalik turmushda qo'llaniladi. U asosan mineral o'g'itlar va turli xil birikmalar olishda ishlatiladi. Sovitish texnikasida ammiakdan keng foydalaniladi. Ammoniy sulfat — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va ammoniy nit-

rat — NH_4NO_3 , o'g'itlari keng qo'llaniladi. Ammoniy xlorid — NH_4Cl , chit va gazlama ishlab chiqarishda, ularni bo'yashda, galvanik elementlarda, qo'rg'oshin va qalay bilan ulanadigan metallar yuzasini tozalashda ishlatiladi.

Suyuq ammiak (o'g'it)ning afzalligi shundaki, uning tarkibida azot ko'p. Bunday o'g'itlar respublikamiz kimyo korxonalarida («Chirchiqelektrkimyosanoat» «Navoiyazot» ishlab chiqarish birlashmasi va boshqa korxonalarda) ko'plab ishlab chiqarilmoqda va paxta dalalarida qo'llanilmoqda.

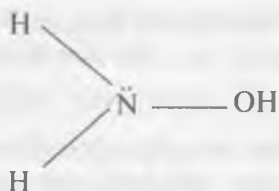
Gidrazin. Hidroksilamin. Azidovodorod. Ammiakning vodorodli birikmalaridan bo'lgan gidrazin — N_2H_4 rangsiz suyuqlik bo'lib, $113,5^\circ\text{C}$ da qaynaydi.



Uning tuzilish formulasidan azot atomlarida bo'linmagan elektron juftlari borligi ko'rinib turibdi. Bu gidrazinni biriktirib olish reaksiyalariga moyilligidan dalolat beradi. Gidrazin suvda yaxshi eriydi va turli nisbatlarda aralashadi. Suvdagi eritmasida kuchsiz asos xossalarini namoyon qiladi, kislotalar bilan donor-akseptor mexanizm bo'yicha reaksiyaga kirishib, bitta yoki ikkita vodorod ionini biriktiradi, natijada ikki qator tuzlar (gidrazoniy xloridlari — $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$ va $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$) ni hosil qiladi. Gidrazin natriy gipoxlorit bilan ammiakning o'zaro ta'siri natijasida olinadi. Gidrazin suv molekulasini biriktirib gidrat- $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Gidrazingidrat suyuqlik, 52°C da suyuqlanadi, 119°C da qaynaydi, kuchsiz asos xossasiga ega.

Gidrazin va uning hosilalari qaytaruvchi hisoblanadi. Havo atmosferasida yoki kislorodda yonganda ko'p issiqlik ajralib chiqadi, shuning uchun u raketa dvigatellari yonilg'isining tarkibiy qismi sifatida ishlatiladi. Gidrazin va uning birikmalari zaharli moddalar qatoriga kiradi.

Gidroksilamin — NH_2OH molekulasidagi azot atomi bo'linmagan elektron juftiga ega:



Gidroksilamin 33°C da suyuqlanadigan rangsiz kristall bo'lib, suvda yaxshi eriydi, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar hosil qiladi. U ammiakka o'xshash biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi. Gidroksilaminda azotning oksidlanish darajasi -1 ga teng. Shuning uchun u bir yo'la qaytaruvchi va oksidlanuvchi xossalari namoyon qila oladi. Gidroksilamin nitrat kislotadan olinadi:

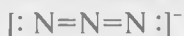


Gidroksilamin va uning hosilalari ko'proq qaytaruvchi sifatida ma'lum. Gidroksilamin oqsillarni olishda va karbonil birikmalarni titrometrik aniqlashda reagent sifatida qo'llaniladi.

Azidovodorod, azid kislota (azoimid) — HN_3 nitrat kislota bilan gidrazinning suvli eritmasidan olinadi:



Azidovodorod 36°C da qaynovchi va -80°C da qotadigan o'tkir hidli rangsiz suyuqlik, kuchsiz kislota. Uning natriyli tuzidan sanoatda keng foydalaniladi. Azidovodorod suvli eritmada H^+ va N^{3-} ionlariga dissotsilanadi. N^{3-} anioni chiziqli tuzilishga ega bo'lib, uning elektron tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:



Azidovodorodning o'zi va tuzlari bo'lgan azidlar ham tez portlaydigan moddalardan hisoblanadi. Qo'rg'oshin azid $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ portlovchi moddalar uchun detonator sifatida ishlatiladi. Azidovodorod bilan kuchli vodorod xlorid aralashmasidan oltin yoki platinani eritish maqsadida foydalaniladi.

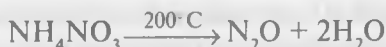
Azot oksidlari. Azot elektrmanfiyligi jihatidan faqat fluor bilan kisloroddan keyinda turishi ma'lum. Uning oksid va

oksianionlaridagi oksidlanish darajasi +1 dan +5 ga boradi. Azotning oltita oksidi ma'lum bo'lib, bular quyidagilardir:



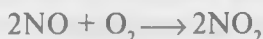
Azot oksidlari gaz, suyuqlik va kristall holda uchraydi, rangsiz yoki qo'ng'ir rangga ega. Azot gipoksidi — N_2O yoqimli hidga ega, uni «xushnud qiluvchi gaz» deb ham ataladi.

Vodorod ammiak, uglerod (II) oksid va organik birikmalar bilan portlashga moyil aralashmalar hosil qiladi. U ammoniy nitrat NH_4NO_3 ni termik parchalash yo'li bilan olinadi:



N_2O — hozirgi vaqtda tibbiyotda, aerazol va ko'pik hosil qiluvchi moddalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Azot (II) oksid (monoksid) NO — suvda yomon eruvchi rangsiz va zaharli gaz (asabga salbiy ta'sir etadi). Laboratoriyada uni suyultirilgan nitrat kislotani mis yoki temir ishtirokida qaytarib olinadi. Azot (II) oksid kislorod bilan reaksiyaga kirishib, azot (IV) oksidga aylanadi:



Azot (II) oksid nitrat kislota ishlab chiqarishda oraliq modda bo'lib xizmat qiladi. Azot (IV) oksid — NO_2 qo'ng'ir rangli gaz, zaharli, hidi odamning nafas yo'lini bo'g'adi. Past temperaturada o'z-o'zidan dimeriga o'tadi:



N_2O_4 — sharoitga qarab suyuq va qattiq holda ham bo'lishi mumkin. Azot (II) oksid monoksidni platina katalizatori ishtirokida oksidlab; yoki og'ir metallar nitratlarini termik parchalab olinadi. U nitrat kislota xomashyosi, suyuq raketa yoqilg'isi uchun oksidlovchi sifatida, neft mahsulotlaridan oltingugurtni ajratishda va organik birikmalarni katalitik oksidlashda ishlatiladi.

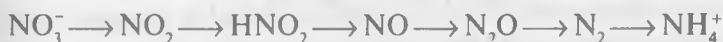
Nitrit kislota — HNO_2 . Suyultirilgan eritma holda mavjud bo'la oladi. Tuz va efilari *nitritlar* deyiladi. Uni nitritlarning suvdagi eritmasiga kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi. Kuchsiz kislota, beqaror, parchalanganda nitrat kislota, azot

oksid va suv hosil qiladi. Ishqoriy metallar nitritlarni (C va Fe ishtirokida) qizdirib olinadi:



Nitrat kislota — HNO_3 . Rangsiz suyuqlik, suvdan 1,5 baravar og'ir, $86,0^\circ\text{C}$ da qaynaydi. Suv bilan aralashadi, azeotrop va kristallgidratlar hosil qiladi. Kuchli oksidlovchi, boshqa moddalarni oksidlaganda azotning oksidlanish darajasi +4, +3, +2, +1 va — 3 gacha o'zgaradi.

Buni quyidagi sxema orqali ifodalash mumkin (nordon eritmada):



Nitrat kislota ammiakni havo kislorodi yordamida 750° da oksidlab olinadi. Uni diazot tetraoksiddan quyidagi reaksiya orqali olish usulini nitrat kislotaning bevosita sintezi deyiladi:



Nitrat kislotaning ma'lum oksidlanish darajagacha qaytarilishi uning konsentratsiyasiga va qaytaruvchi moddaning aktivligiga bog'liq bo'lishi ko'p tajribalarda ko'rilgan. Unda qo'rg'oshin va qalay eriganda NO_2 ajraladi, kumush eritilsa NO bilan NO_2 ning aralashmasi hosil bo'ladi. Suyultirilgan nitrat kislota mis bilan temirga ta'sir ettirilganda NO gazi ajraladi. Kislotaga Zn ta'sir ettirilganda konsentratsiyaga qarab N_2O , N_2 va NH_3 hosil bo'ladi. Nitrat kislota oltingugurt, fosfor va uglerod bilan o'zaro ta'sir etib, sulfat kislota, fosfat kislota va karbonat anhidrid hosil qiladi.

Nitrat kislota plastik massalar sanoatida, dori-darmonlar ishlab chiqarishda, bo'yoqchilikda, portlovchi moddalar, azotli va kompleks o'g'itlar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Nitrat kislota ko'p metallarni o'zida eritish xususiyatiga egaligi tufayli undan sanoat miqyosida foydalaniladi. Sulfat kislota bilan aralashmasi nitratlovchi aralashma sifatida ishlatiladi.

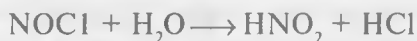
Bir hajm nitrat kislotaning uch hajm xlorid kislota bilan aralashmasi «zar suvi» deb yuritiladi. U o'zida oltin, platina

va boshqa metallarni eritadi. Analitik kimyoda oksidlovchi sifatida qo'llaniladi.

Nitrat kislota tuzlari bo'lgan nitratlar, asosan, oq rangli kristallar bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Natriy, kaliy, kalsiy, bariy va ammoniy nitratlar **selitralar** deb ham ataladi. Nitratlar metallarga, oksidlarga, gidroksidlar va ba'zi tuzlapga HNO_3 ta'sir ettirib olinadi. Nitratlar yuqori temperatura ta'sirida parchalanadi. Kumush gruppasi elementlari nitratlari qizdirilganda parchalanmay suyuqlanish xossasiga ega. Aktiv metallar nitratlari parchalanganda nitratlarga aylanadi:



Azot oksigalogenidlaridan bo'lgan nitrozilxlorid — NOCl qizg'ish-sariq rangli gaz bo'lib, -61°C dan pastda qizil qon rangli kristallar hosil qiladi. Nitrozilxlorid suv ta'sirida nitrat kislota va HCl ga parchalanadi:



Nitrozilperxlorat quyidagi usul bilan olinadi:



Nordon nitrozilsulfat (nitrozilsulfat kislota) ham N_2O_3 ga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi.

Nitrozilxlorid NOCl beqaror modda bo'lib, biroz isitilganda azot (II) oksid bilan xlorga parchalanadi. **Nitrozilftorid** — NOF va **nitrozilyodid** — NOI lar ham ma'lum. Azot oksigalogenidlari ba'zi sintezlarda qo'llaniladi.

Azot birikmalarining qo'llanilishi. Azot ammiak olishda, sovitish apparatlarida, metallurgiyada va kimyo sanoatida inert muhit sifatida, elektr lampalari hamda gaz termometr-larida qo'llaniladi. Tarkibida azot bo'lgan xilma-xil mineral o'g'itlardan qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Azot va uning birikmalari qishloq xo'jaligi uchun zarurdir.

Yiliga yerdan olinadigan ekin hisobiga har gektar tuproqdan 0,8—250 kilogrammgacha azot yo'qoladi. Havodagi elektr razryadi paytida azot bilan kisloroddan azot oksidlari hosil bo'ladi. Ular qor va yomg'ir suvlarida erib, har gektar yerni 15 kg gacha azot birikmalari bilan boyitadi.

Tuproqda bo'ladigan bakteriyalar ham yer quvvatini bog'langan azot bilan kuchaytiradi. Bunday bakteriyalarning ma'lum turlari atmosfera azotini o'zlashtirib, har gektar yerda 150 kilogrammgacha bog'langan azot yig'a oladi.

Tarkibida azot bo'lgan geterotsiklik birikmalar o'nlab xil dori-darmonlar, yuqori molekullari birikma (polimer)lar, o'simliklarni himoya qiluvchi va metallar korroziyasiga qarshi ishlatiluvchi vositalar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Respublikamizda o'g'it sanoatini vujudga keltirishda marhum akademik M.N. Nabiyevning xizmati beqiyosdir. Uning shogirdlari bilan birgalikda yaratgan qator o'g'it xillari paxtachilikda, meva, sabzavot va boshqa ekinlar hosilini oshirishda amaliy ahamiyat kasb etdi. O'g'itlar kimyosi ilmiy-tadqiqot instituti xodimlari o'g'itlarning mikroelementli xillarini yaratishda diqqatga sazovor ishlarni bajardilar va amaliyotda tatbiq etdilar. Bunday o'g'itlar nafaqat O'zbekistonda, balki butun Markaziy Osiyo respublikalari qishloq xo'jaligida qo'llanilmoqda. Bu sohada F. M. Mirzayev, S.T. To'xtayev, S. Usmonov, R. Yoqubov, B.M. Beglov va boshqalarning bajargan ishlari tahsinga sazovordir.

XIV 2. FOSFOR

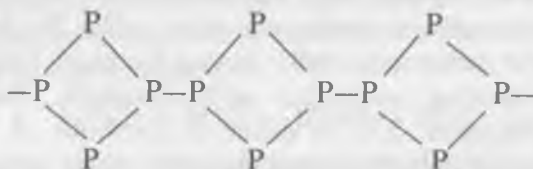
Fosfor P — atom massasi 30,9737, elektron konfiguratsiyasi KL — $3s^2 \cdot 3p^3$. Tabiatda fosfor yagona izotop ^{31}P holida uchraydi. Fosfor o'z birikmalarida -3 dan $+5$ ga qadar oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Elektrmanfiyligi azotga nisbatan pastligi tufayli fosfor ko'proq musbat oksidlangan holatda uchraydi.

Fosfor 1669-yili X. Brand tomonidan ochilgan. Yer qobig'idagi miqdori (massa bo'yicha) $9,3 \cdot 10^{-2}\%$. Tabiatda, asosan fosfat minerallari — apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$ (F, Cl) va fosforitlar $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$ (OH, CO_3) sifatida uchraydi. Uning allotropik modifikatsiyalari ma'lum. Oq fosfor (α - va β -shakllari bor) qattiq va suyuq holatda P_4 tarkibli tetraedr shaklidagi molekullar hosil qiladi.

Fosfor atomlari orasidagi bog' uzunligi 0,221 nm ga, valent burchaklari 60° ga teng:



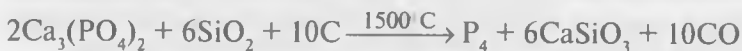
Oq fosfor havoda 44°C da o'zi-o'zidan alanganib ketadi. U juda zaharli. Qizdirganda platina bilan reaksiyaga kirishadi. Havo kislorodi, oltingugurt va metallar bilan bevosita birkadi. Oq fosfor CS_2 da eriydi. Havosiz joyda 400°C da 1 soat davomida qizdirilgan oq fosfor qizil fosforga aylanadi. Qizil fosfor alanganib ketmaydi, u birmuncha zaharsiz hisoblanadi. Qizil fosfor zanjirsimon tuzilishga ega:



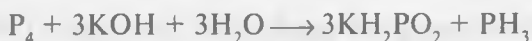
Qizil fosforning zichligi $2,4 \text{ g/sm}^3$, uglerod sulfid CS_2 da erimaydi.

Qora fosfor oq fosforni $220\text{--}370^{\circ}\text{C}$ da yuqori bosim ostida sakkiz kun davomida qizdirish orqali olinadi. Zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$, CS_2 da erimaydi, elektr tokini o'tkazadi.

Fosfor sanoat miqyosida kalsiy fosfatni SiO_2 ishtirokida koks bilan qaytarib olinadi:

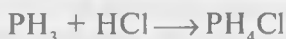


Fosforning vodorodli birikmalari. Fosfin va uning xossalari. Bular fosfor gidridlari deb ham yuritiladi. Fosfin — PH_3 (gaz), difosfin — P_2H_4 (suyuqlik), P_2H yoki P_{12}H_6 (qattiq moddalar) shular jumlasiga kiradi. Fosfin yoqimsiz hidga ega bo'lib, suvda, CS_2 , benzol, efir va siklogeksanolda eriydi. Kuchli qaytaruvchilardan hisoblanadi. Qizdirilganda parchalanadi, 100°C dan yuqorida havoda alanganib ketadi. Fosfinning kislorod bilan aralashmasi portlaydi. Fosfin quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



Fosfin kalsiy yoki alyuminiy fosfididan ham olinishi mumkin. Fosfinning suvdagi eritmaları o'ziga xos xususiyatga ega. Ularda kislota va asos xossalari borligi sezilmaydi. Ammo fosfin kuchli kislotalar bilan fosfoniý tuzlarini hosil qila oladi.

Fosfin toza fosfor olish maqsadida hamda fosfor-organik birikmalar sintezida ishlatiladi. Fosfinning hosilalaridan bo'lgan fosfinalkilenlar, fosfinatlar, fosfinitlar, fosfinoksidlar va fosfitlar turli sohalarida qo'llaniladi:



Fosfoniý birikmalari. Umumiy formulasi: $R_4P^+ X^-$ ($R=H$, alkil, aril; $X^- = Cl^-, Br^-, J^-, OH^-, OR^-$ bo'lgan kristallar. Qutbli eritmalarda eriydi. Bular oson gidrolizlanadi va qizdirilganda dissotsilanadi. To'rtlamchi fosfoniý birikmalari barqaror bo'lib, gidroksidlari asos xossalariga ega. Qizdirilganda uchlamchi fosfinlar oksidi hosil bo'ladi:



Fosfoniý litiyorganik birikmalar bilan birikkanda ilidlar hosil bo'ladi.

Fosfoniý tuzlari fosfinning hosilalariga alkil (aril) galojenidlar ta'sir ettirib yoki fosforning galogenidlari (PG_5) ga Grinyar reaktivi qo'shib olinadi.

To'rtlamchi fosfoniý birikmalari ekstragent, emulgator va fotoreagentlar sifatida qo'llaniladi.

Metallar fosfidlari ular nisbiy elektr musbatligi yuqori bo'lgan elementlarning fosfor bilan birikmalari bo'lib, 600—1200°C da vakuumda yoki inert atmosferada olinadi.

Ishqoriy va ishqoriy-yer metallar fosfidlari oson gidrolizlanadi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi. d — elementlar oilasiga mansub ko'pgina elementlar fosfidlari 2000°C dan yuqorida eriydigan birikmalar bo'lib suvda erimaydi, kislotalar ta'siriga berilmaydi. Fosfidlar yarimo'tkazgich materiallar sifatida va metallarni oksidlanishdan saqlaydigan himoya qoplamlarini tayyorlashda ishlatiladi.

Fosforning kislorodli birikmalari. Fosforning P_2O_3 (dimeri P_4O_6), P_3O_4 va P_2O_5 (dimeri P_4H_{10}) kabi oksidlari bor. Bularda fosforning oksidlanish darajasi +3 va +5 ga teng. Suboksidi P_2O_4 ham ma'lum.

Fosfor (V) oksid P_2O_5 (P_4H_{10}) kuchsiz uch negizli fosfat kislota H_3PO_4 ning anhidridi bo'lib, suvni shiddatli biriktirib olishga moyil bo'ladi. Shuning uchun ham u suvsizlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Fosfor (III) oksid P_2O_3 (P_4O_6) esa kuchsiz uch asosli fosfit kislota H_3PO_3 ning anhidridi hisoblanadi. P_2O_5 qorsimon massa bo'lib, $420^\circ C$ da suyuqlanadi, u quruq havoda fosforni yondirish yo'li bilan olinadi. Gaz va suyuqliklarni quritishda, organik va anorganik sintezda kondensatsiyalovchi agent, izobutilen sintezida katalizator va fosfat shishalar olishda qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Fosfor oksidlari kislotalar olish uchun xomashyo bo'lib hisoblanadi. P_2O_5 bir molekula suv bilan metafosfat kislota — HPO_3 , ikki molekula suv bilan pirofosfat kislota — $H_4P_2O_7$ va uch molekula suv bilan birikkanda esa ortofosfat kislota — H_3PO_4 hosil bo'ladi. Bular ichida muhimi ortofosfat kislota hisoblanadi. Fosfat kislota $42^\circ C$ da suyuqlanadigan va havoda bug'lanuvchi qattiq modda. Sanoatda fosfat kislota suyuqlik sifatida ishlab chiqariladi. U tabiiy fosforitni H_2SO_4 da eritish yo'li bilan olinadi. Fosfat kislota bug' holatidagi fosforni suv ishtirokida katalitik oksidlash yo'li bilan ham olish mumkin.

Ortofosfat kislota tuzlari fosfatlar deyiladi. Bularga $K_2H_2PO_4$ (kaliy digidrofosfat), $K_2H_2PO_4$ (kaliy gidrofosfat) va K_3PO_4 (kaliy fosfat) misol bo'ladi. Pirofosfatlar ($Na_4P_2O_7$ va boshqalar) ham ma'lum. Fosfat kislota va uning tuzlari sintetik yuvuvchi vositalar va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

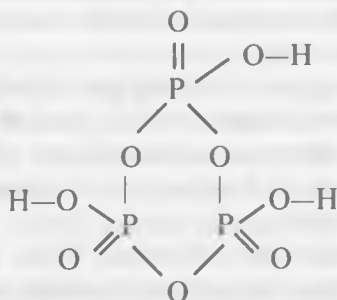
Fosfit va fosfat kislota qizdirilganda kondensatsiya reaksiyalariga kirishishi o'ziga xos xususiyatlaridan hisoblanadi. Bu kislotalarning ikki, uch yoki undan ortiq molekullari birikib, yirikroq molekullar hosil qilganda suv ajralib chiqadi:



Kondensatsiya davom ettirilganda empirik formulasi HPO_3 bo'lgan fosfatlar hosil bo'ladi:



Ana shunday kislotalardan bo'lgan trimetafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_3$ siklik tuzilishga ega:



Fosfor galogenidlari. Bular qatoriga PF_3 , PF_5 , PCl_3 , PCl_5 , PBr_5 , PBr_3 va PJ_3 lar kiradi. $\text{R}-\text{X}$ (X — galogen) da bog'larning qutblanganligi quyidagi qatorda o'zgaradi. $\text{PF} > \text{PCl} > > \text{PBr} > \text{PJ}$.

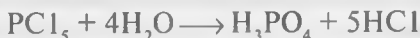
Bu qator fosfor bilan galogenlar orasidagi elektrmanfiylik farqiga mos keladi.

Fosfor uch fluorid PF_3 quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



PF_5 elementlardan to'g'ridan-to'g'ri olinishi yoki CaF_2 ni P_4H_{10} bilan qizdirib sintez qilinishi mumkin. PCl_3 oq yoki qizil fosfonga xlor ta'sir ettirib olinadi. Boshqa galogenlar ham shu yo'l bilan hosil qilinishi mumkin.

Fosfor galogenidlari suv bilan gidrolizlanadi. Suv mo'l bo'lganda reaksiya mahsulotlari sifatida fosforning kislorodli kislotalari va vodorod galogenidlar hosil bo'ladi:



Yuqoridagi reaksiyalardan laboratoriyada suvni kamroq ishlatib galogenovodorod olish maqsadida foydalaniladi. Fosfor galogenidlari spirtlar va karbon kislotalarni galogenlashda va metallar korroziyasiga qarshi kurashishda ishlatiladi.

Fosfor oksitrixlorid (fosfor xloroksid, xlorli fosforil) POCl_3 , $107,2^\circ\text{C}$ da qaynaydi. U xloroformda, uglerod (IV) xlorid va benzolda eriydi. PCl_3 ni kislorod bilan $20\text{--}50^\circ\text{C}$ da oksidlab yoki PCl_5 ni suv yetishmagan holda gidrolizlab olinadi. U tributilfosfat olishda va ba'zi reaksiyalarda katalizator sifatida ishlatiladi.

Fosfor oksitritforid POF_3 gaz holatdagi modda bo'lib, suv bilan gidrolizlanadi. POCl_3 yoki P_2O_5 ga ftor ta'sir ettirib olinadi. Spirt va atseton uglerod (IV) xloridga yaxshi eriydi. Ftorfosfat kislotalar va ftorfosfatlarni olishda oraliq modda hisoblanadi.

Fosfor va uning birikmalarini ishlatilishi. Fosfor fosfat kislotalar olishda, soatsozlikda, metall qotishmalarini tayyorlashda va gugurt sanoatida keng qo'llaniladi. Uning o'nlab xil birikmalari mineral va mikroo'g'itlar ishlab chiqarishda, polimerlar sanoatida ishlatiladi. Konserva va go'sht sanoatida ishlab chiqariluvchi baliq va go'sht fosforiga boy mahsulotlar hisoblanadi.

Fosfor va uning birikmalari biologik sistemalarda katta ahamiyatga ega. Fosfor RNK va DNK dagi fosfat gruppalarini tarkibiga kiradi, u oqsil sintezi va nasl informatsiyasini saqlashda ishtirok etadi. U biologik hujayralarda energiya zaxirasini yaratuvchi adenozintrifosfat molekullari tarkibiga kiradi. Ravshanki, tarkibida fosfor birikmalari bor moddalar biokimyoviy jarayonlarda katta ahamiyat kasb etadi.

XIV. 3. MISHYAK, SURMA VA VISMUT ELEMENTLARINING UMUMIY XOSSALARI

Elementlarning umumiy tavsifi. Tabiatda uchrashi. Insoniyatga ilgari ma'lum bo'lgan bu elementlarning xossalari o'ziga xos xususiyatlar bilan bir qatorda ko'p yaqinliklar ham bor.

Mishyak o'z birikmalarida ko'proq -3 , $+3$, $+5$, surma $+3$ va $+5$, vismut esa $+3$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Elementlarning muhim birikmalari arsin — AsH_3 , gallyiy arsenid — GaAs , arsin oksid — As_2O_3 , arsin xlorid — AsCl_3 , oltingugurtli birikmasi — As_2S_5 , stibin xloridlari (SbCl_3 , SbCl_5), oltingugurtli birikmasi — Sb_3S_3 , oksidi — Sb_2O_5 , kompleks birikma-

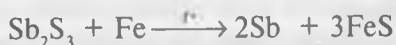
si — $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$, vismut oksidi — Bi_2O_3 , nitrati — $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ahamiyatlidir.

Yer qobig'ida mishyak $1,7 \cdot 10^{-24}\%$, surma $5 \cdot 10^{-5}\%$ va vismut $2 \cdot 10^{-5}\%$ ni tashkil etadi. Tabiatda mishyak asosan metallar yoki oltingugurt bilan birgalikda uchraydi, erkin holda kam bo'ladi. Surma esa erkin holda va oltingugurtli birikmasi sifatida uchraydi. Vismut tabiatda nisbatan kam tarqalgan bo'lib, vismut oxrasi — Bi_2O_3 (bismit) va vismut yaltirog'i — Bi_2S_3 sifatida uchraydi. Mishyakning minerallaridan arsenopirit — FeAsS , realgar As_4S_4 va auri pigment — As_2S_3 lar ma'lum. Surmaning sulfidi bo'lgan antimonit — Sb_2S_3 (surma yaltirog'i) ham tabiatda keng tarqalgan.

Mishyak va uning birikmalari kuchli zaharli moddalar hisoblanadi. Stibin — SbH_3 ham shunday zaharli birikmalardan biridir.

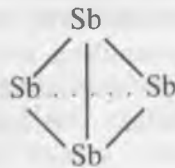
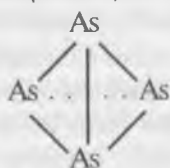
Olinishi va xossalari. Mishyak arsenopirit FeAsS ni yuqori temperaturada parchalab olinadi.

Surma antimonitni temir bilan qizdirish orqali hosil qilinadi:



Ko'mir bilan qaytarilgan oksidlaridan ham o'z navbatida mishyak bilan surma ajratib olinadi. Vismut esa vismutinit Bi_2S_2 ni oksidlab yoki vismut (III) oksidni Bi_2O_3 ni qaytarib (uglerod bilan) olinadi. Vismutning asosiy qismi qo'rg'oshin va mis olishda qoladigan sanoat chiqindilaridan ajratib olinadi.

Mishyak bilan surmaning ham fosfor kabi allotropik o'zgarishlari ma'lum. Yuqori temperaturagacha qizdirilgan elementlar bug'lari tez sovitilganda ikkala element sariq rangli metallmas xossalarga ega bo'lgan qattiq moddalarga aylanadi. Bug' holatida elementlar ham oq fosfor kabi tetraedrik molekullar As_4 va Sb_4 quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:



Bular isitilganda yoki nur ta'sir ettirilganda kulrang holdagi metall xossali atomlardan tuzilgan qavatlariga ega bo'ladi. Vismut bug' hoida Bi_2 tuzilishda ham bo'ladi. Vismut ko'proq oqish-qizg'ish rangli metall xossasiga ega elementdir. Mishyak bilan surma mo'rt bo'lib, vismutda bu xususiyat nisbatan kamroq bo'ladi. Vismutning suyuq holatdagi zichligi qattiq holatdagi zichligidan ortiq ekanligi ma'lum.

Asosiy holatda elementlarning tashqi elektron qobiqlari konfiguratsiyasi quyidagicha bo'ladi:



Oddiy sharoitda havoda mishyak sekin oksidlanadi, qattiq qizdirilganda yonib oq rangli oksid — As_2O_3 ga aylanadi. Mishyak suvda erimaydi. Yuqori temperaturada mishyak ko'pgina elementlar bilan to'g'ridan-to'g'ri birikadi:



Mishyak odatdagi sharoitda konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 bilan, qizdirilganda esa zar suvi va ishqor eritmalari bilan reaksiyaga kirishadi.

Surma odatdagi sharoitda galogenlar (F bundan mustasno) bilan, qizdirilganda kislorod, konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 , zar suvi bilan reaksiyaga kirishadi:



Vismut odatdagi sharoitda suv va kislorod bilan reaksiyaga kirishmaydi, qizdirilganda galogen va xalkogenlar, konsentrlangan H_2SO_4 va HNO_3 bilan reaksiyaga kirishadi. U ishqoriy, ishqoriy-yer va nodir metallar bilan reaksiyaga kirishib vismutidlar hosil qiladi.

Mishyakning metallar bilan hosil qilgan birikmalari arsenidlar deyiladi. Bular yuqori temperaturada eriydigan zich moddalar bo'lib, ba'zilar gidrolizlanadi. Oksidlovchilar ta'sirida arsenitlarga aylanadi. Arsenidlar elementlarni vakuumda yoki inert atmosferada qizdirish bilan hosil qilinadi. Stibinidlar (antimonidlar) surmaning metallar bilan hosil qilgan birikmasi bo'lib, kristall tuzilishga ega. Ishqoriy metallarning

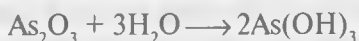
stibinidlari suv bilan parchalanadi. Konsentrlangan kislotalar va zar suvi ham stibinidlarga ta'sir qiladi.

Arsenidlar bilan stibinidlar yarim o'tkazuvchanlik xossasiga ega. Ular quyosh batareyalarida, infraqizil-detektorlarda, Xoll datchiklari, tunnel diodlari, nur diodlari, tranzistorlar va lazer qurilmalarida qo'llaniladi.

Birikmalari va ularning xossalari. Mishyak, surma va vismut vodorod bilan to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kirishmaydi. Arsin AsH_3 va stibin SbH_3 qo'lansa hidli gaz bo'lib, suvda erimaydi, tez parchalanadi va o'ta zaharli. Vismutin BiH_3 esa stibinga qaraganda ham beqarordir. Bular elementlarning turli birikmalarini aktiv metallar bilan qaytarish orqali olinib, «ko'zgu» hosil qiladi.

Mishyak, surma va vismut oksidlari (E_2O_3) tegishlicha elementlarning kislorod bilan reaksiyasidan hosil bo'lgan kristallardan iborat. Bug' holatdagi As_2O_3 va Sb_2O_3 lar dimer molekular (As_4O_6 va Sb_4O_6) shaklida bo'ladi.

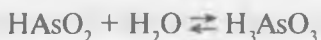
Mishyak angidrid — As_2O_3 margumush nomi bilan ham ma'lum. Suvda eriydi, bunda arsenit kislota hosil bo'ladi. As_2O_3 amfoter xossaga egaligi sababli ham kislota, ham ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar hosil qiladi. Sb_2O_3 va Bi_2O_3 lar suvda erimaydi. Hidroksidlari $Sb(OH)_3$ va $Bi(OH)_3$, Sb va Bi tuzlari eritmasiga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi. Mishyak gidroksid As_2O_3 ni suvda eritib olinadi:



Mishyak gidroksidi ham amfoter xossalarni namoyon qil-sada, unda kislota xossalari ustunroq turadi. $Bi(OH)_3$ acoc xossalariga ega. U konsentrlangan ishqor eritmalarida juda oz eriydi, ishqoriy muhitda qalay birikmalari $Bi(OH)_3$ ni metallgacha qaytaradi.

Oq rangli gidratlangan oksid modda $Sb_2O_5 \cdot xH_2O$ ni KOH bilan qizdirilganda kaliyning geksagidroksostibinati $K[Sb(OH)_6]$ hosil bo'ladi.

Mishyak va surma kislotalari nitrat va fosfat kislotalariga qaraganda kuchsiz hisoblanadi. Masalan, $HAsO_2$ ($K = 6 \cdot 10^{-10}$) eritmasida muvozanat chapga surilgan bo'ladi:



H_3AsO_3 kislota fosfit kislota H_3PO_3 dan farqli o'laroq As—H bog'iga ega emas, tuzilishi $\text{As}(\text{OH})_3$ dir. Arsenit kislota va uning tuzlari kuchli qaytaruvchilardan hisoblanadi.

Arsenat kislota H_3AsO_4 o'rtacha kuchli, ammo fosfat kislotadan kuchsizroq. Uch negizli bu kislolaning ionlanish konstantasi:

$$K_1 = 5 \cdot 10^{-3}, K_2 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ va } K_3 = 6 \cdot 10^{-10} (25^\circ\text{C})$$

Metafosfat va pirofosfat kislotalar kabi mishyakning ham meta HAsO_3 va pirokislotalari $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$ mavjud. $\text{HSbO}_3 \dots 2\text{H}_2\text{O}$ yoki $\text{Sb}(\text{OH})_5$ — antimonat kislota yoki stibin (V) gidroksid deyilib, oq amorf moddadan iboratdir. U amfoter xossaga ega. Surmaning piroantimonat kislota $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$ si ham mavjud. H_3SbO_5 , HSbO_3 va $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$ lar kuchsiz kislota hisoblanadi.

Erkin holda ajratib olinmagan vismut kislolaning tuzlari ham bor, ular *vismutatlar* deb ataladi. Bularga NaBiO_3 va AgBiO_3 misol bo'la oladi. Vismutatlar kuchli oksidlovchilar hisoblanadi. Arsenatlar esa fosfatlarga o'xshaydi.

Mishyak (III), surma (III) va vismut (III) ning galogenli birikmalari yuqori temperaturada qaynovchi suyuqlik yoki kristall moddalardir. Ular elementlarning birikishidan yoki boshqa birikmalaridan hosil qilinadi: AsCl_3 , AsJ_3 , AsF_3 , SbCl_3 , SbBr_3 , SbJ_3 , BiCl_3 , BiBr_3 , BiJ_3 va BiF_3 lar reaksiyalarda katalizator, analitik reaktiv, yarimo'tkazgich birikmalar sintezi, keramik buyumlar xomashyosiga qo'shimcha sifatida, gazmollarni bo'yashda va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

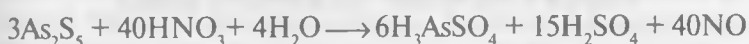
Pentagalogenidlardan faqat AsFC , SbCl_5 va BiF_5 lar ma'lum. Bularning ba'zilar gidrolizlanadi. Pentagalogenidlar galogenlovchi agent bo'lib reaksiyalarda katalizator, sof As, Sb va Bi larni olishda xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

Antimonil tuzlari umumiy formulasi $(\text{SbO})_n\text{X}$ bo'lib, bu yerda: $\text{X} = \text{Cl}^-$, SO_4^{-2} , NO_3^- dir. Sb^{+3} tuzlariga $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$, SbPO_4 va Sb_2S_3 kiradi. Kaliy antimonil tartrat $\text{K}_2[\text{Sb}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kristall modda bo'lib, suvda eriydi, tibbiyotda «qustiradigan tosh» sifatida ma'lum.

Bismutil tuzlari $(\text{BiO})_n\text{X}$ (bu yerda: $\text{X} = \text{F}^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}$) suvda erimaydi. BiOClO_4 — suvda eriydi. Vismutil karbonatning kristallogidрати $(\text{BiO})_2 \cdot \text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristall bo'lib, suv va spirtida erimaydi. U vodorod xlorid va nitrat kislota ta'sirida parchalanadi. Soda yoki $(\text{NH})_2\text{CO}_3$ bilan vismut tuzlari eritmalarining reaksiyasi natijasida olinadi. Bu tuz sil va oshqozon kasalliklarini davolashda qo'llaniladi.

Element birikmalarining oltingugurt bilan o'zaro ta'siridan As_4S_3 , As_4S_4 , As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_5 , Sb_2S_3 , Bi_2S_3 kabi qator sulfidlar hosil bo'ladi. Mishyak sulfidlari sariq, surmaniki zarg'aldoq va vismutniki qora bo'lganligi tufayli ularni bir-biridan oson farq qilish mumkin. Amorf holdagi zarg'aldoq Sb_2S_3 shaklga o'tadi. Qora rangli surma sulfidi Sb va S birikkanda ham hosil bo'ladi.

Yuqorida formulasi keltirilgan sulfidlar suvda va oksidlovchi bo'lmagan kislotalarda erimaydi. As_2S_5 ning konsentrlangan nitrat kislotalarda erish reaksiyasi quyidagicha boradi:



Mishyakning As_2S_3 va As_2S_5 , hamda surmaning Sb_2S_3 kabi sulfid birikmalari boshqa sulfidlardan farq qilib, ammoniy sulfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ eritmasida eriydi, bunda tiokislotalarning $(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_3$, $(\text{NH})_3\text{AsS}_4$, $(\text{NH}_4)_3\text{SbS}_3$ kabi tuzlari hosil bo'ladi. Bu reaksiyadan analizlarda mishyak va surmani boshqa elementlardan ajratib olish maqsadida foydalaniladi. Tiokislota tuzlarining nordon eritmasidan erkin tiokislotalar ajraladi. Bular tegishli metallar sulfidlari bilan H_2S ga oson parchalanadi.

Ishlatilishi. Mishyak qotishmalar va yarimo'tkazgich materiallar tarkibiga kiradi. Mishyak birikmalari maxsus shishalar ishlab chiqarishda, charm-mo'yna buyumlarini konservalashda, yog'och antiseptigi, fiziologik aktiv va zaharli moddalar tayyorlashda ishlatiladi.

Surma ham ko'pincha qotishmalar tarkibiga kiradi. U yarimo'tkazgichlar texnikasida ishlatiladi. Qo'rg'oshin akkumulyatori plastinkalarini tayyorlashda surma va mishyakdan foydalaniladi. Surma birikmalari pigment, bo'yoq, glazur

va emal ishlab chiqarishda ishlatiladi. Surma sulfat va sulfid (V) pirotexnikada ishlatiladigan qotishmalarga qo'shiladi.

Vismut turli qotishmalar, shu jumladan, yengil suyuqlanadigan Vud qotishmasi tarkibiga kiradi. Bunday qotishmalardan plastmassa buyumlari va abraziv materiallar uchun qoliplar tayyorlanadi. Termoelektrik generatorlardavayadro reaktorlarida vismutdan foydalaniladi. Vismut titanat optik modulyator va akustik tuzatkichlarda ishlatiladi. Vismut molibden katalizatorlaridan sanoatda foydalaniladi. Vismutallar bir qancha elementlarni fotometrik va ekstraksion-fotometrik usul bilan aniqlashda ishlatiladi. Vismut birikmalaridan tibbiyotda, qishloq xo'jaligi, kosmetika va shu kabi boshqa ko'pgina sohalarda foydalaniladi.

XV B O B

DAVRIY SISTEMANING VI GRUPPA ASOSIY GRUPPACHASI ELEMENTLARI

Umumiy tavsifi. Davriy sistemaning oltinchi gruppasi asosiy gruppacha elementlariga kislorod — O, oltingugurt — S, selen — Se, tellur — Te va poloniy — Po kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida $s^2 \cdot p^4$ elektronlar mavjud. Shuning uchun (kisloroddan boshqa) bu elementlarning valentliklari -2 dan $+6$ gacha o'zgaradi. Kislorod atomining tashqi elektron qavatida oltita elektroni bo'lishiga qaramasdan, u har doim boshqa atomlardan ikkita elektron qabul qilib, oksidlanish darajasi manfiy ikkiga teng bo'ladi. Kislorod atomining ionlanish potentsiali katta qiymatga ega bo'lganligi uchun atomda elektronlar juda mustahkam joylashgandir. Shuning uchun kislorod atomidan elektron tortib oladigan element faqat fluor atomidir. S, Se, Te, Po elementlari esa Kossel nazariyasiga asosan o'z tashqi elektron qavatlaridagi elektronlar sonini sakkizga yetkazish uchun boshqa elementlardan ikkita elektron qabul qilib manfiy zaryadlanadi. Bundan tashqari, bu elementlar tashqi qavatda joylashgan oltita elektronini yo'qotib musbat zaryadga ega bo'ladi. Oltinchi gruppasi asosiy gruppacha elementlarining

metallmaslik xossalari, grupp bo'yicha yuqoridan pastga qarab kamayib boradi. Shuning uchun kislorod va oltingugurt kuchli metallmas xossasini, selen va tellur esa metall va metallmas xossalari, poloniy esa kuchli metall xossasini namoyon qiladi.

XV. 1. KISLOROD

Kislorod atomi $1s^2 \cdot 2s^2 \cdot 2p^4$ elektron formulaga ega. Kislorod tabiatda erkin va kimyoviy birikma holida uchraydi. Uning barqaror ^{16}O , ^{17}O va ^{18}O izotoplari ma'lum. Bundan tashqari, sun'iy ravishda hosil qilingan ^{14}O , ^{15}O , ^{19}O kabi beqaror izotoplari ham bor. Kislorod erkin holda havo tarkibida 20,9% ni tashkil etadi. Kimyoviy birikma holida suv va Yer qobig'idagi ko'pgina moddalar tarkibida uchraydi.

Olinishi. Kislorodni birinchi bo'lib, bir-birlaridan bexabar holda, Sheele va Pristlilar olishga muvaffaq bo'lganlar. Sheele birinchi marta selitrani termik parchalab kislorod olgan. Pristli esa pirolizitga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib kislorod olishga erishgan. Kislorod laboratoriyada Bertolle tuzini va nitratlarni termik parchalab olinadi. Bundan tashqari, laboratoriya sharoitida suvni, ishqorlarni elektroliz qilib ham kislorod olinadi.

Hozirgi vaqtda texnikada kislorod Linde usulida suyuq havoni fraksiyalab va suvni elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Suvni elektroliz qilish natijasida katodda vodorod, anodda esa kislorod ajralib chiqadi.

Xossalari. Kislorod gaz holatda rangsiz, mazasiz, hidsiz modda. Uning molekulasi ikki atomdan tuzilgan. Suyuq va qattiq holatda kislorod och-havorang, paramagnit xossasini namoyon qilib, elektr tokini o'tkazadi.

Qattiq holatda kislorod geksogonal kristall tuzilishga ega. Juda tez sovitish natijasida kristall strukturasi o'zgarib, yangi fazaga o'tadi. Molekula holatdagi kislorodda (Poling nazariyasiga asosan) ikkita elektron jufti hisobiga vujudga kelgan ikkilamchi bog'lanish emas, balki ikkita uch elektronli bog'lanish bilan o'ralgan bitta oddiy bog'lanish mavjuddir. Shu nuqtai nazardan O_2 molekulasining tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin: $[\text{O}—\text{O}]$. Kislorodning o'ziga xos xossala-

ridan biri elementlar bilan birikma hosil qilishda yorug'lik va issiqlikning ajralib chiqarishidir. Kislorod oddiy sharoitda passiv modda, lekin qizdirilganda va katalizatorlar ishtirokida deyarli barcha elementlar bilan birika oladi. Elementlarning kislorodli birikmalari *oksidlar* deb ataladi. Elementlar kislorodli birikmalarining asosli xossalari D.I. Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasida davr bo'yicha chapdan o'ngga qarab susayib, kislotali xossalari ortib boradi. Chunki elementlar bilan kislorodning birikishi natijasida kimyoviy bog'lanish (tabiati) ham o'zgarib boradi. Agar kislorod bilan element orasida ion bog'lanish vujudga kelsa birikmalar asos xossasiga, ion-kovalent bog'lanish vujudga kelsa birikmalar amfoter xossaga, kovalent bog'lanish vujudga kelsa birikmalar kislotali xossaga ega bo'ladi:

Na_2O , K_2O , CaO
asosli oksidlar

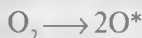
Al_2O_3
amfoter
oksid

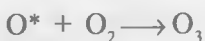
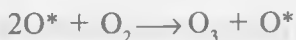
P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7
kislotali
oksidlar

Asosli oksidlar suvda erib ishqorlar, kislotali oksidlar suvda erib kislotalar hosil qiladi. Amfoter oksidlar suvda yomon, lekin kislotalarda va ishqorlarda yaxshi eriydi. Kislorodning elementlar bilan hosil qilgan boshqa birikmalarini, har qaysi elementning umumiy xossalarini o'rganishda batafsil tushuntirib beriladi. Kislorodning allotropik shakllaridan biri ozondir.

Ozon. 1785-yilda Van Marum elektr mashinalari ishlayotgan vaqtda yoqimsiz hid paydo bo'lganini payqadi. Keyinchalik 1840-yilda Shyonbayn suyultirilgan sulfat kislotani elektroliz qilish natijasida ajralib chiqqan yoqimsiz hidli gaz ozon ekanligini aniqladi. Ozon so'zi grekcha «hidli» so'zidan olingan. Ozon nam oq fosforning havoda oksidlanishidan, kislorodga boy bo'lgan permanganat va bixromat birikmalarining konsentrlangan sulfat kislotada parchalanishidan, shuningdek, ftorga suv va havo tarkibidagi kislorodga ultrabinafsha nurlari ta'sir ettirilganda ham hosil bo'ladi.

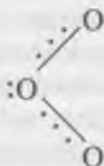
Kisloroddan ozon hosil bo'lishi zanjir reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha boradi:



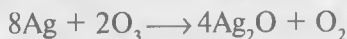


Texnikada ozon maxsus ozonatorlarda olinadi.

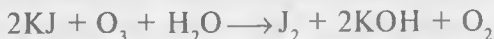
Ozonning molekulyar tuzilishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Ozon molekulasidagi markaziy kislorod atomi sp^2 gibridlangan holatda bo'ladi. Markaziy atomning ikki sp^2 gibridlangan orbitali ikkita $\sigma_{\text{bog'}}$ orbital hosil qilishda ishtirok etadi. Uchinchi gibridlangan sp^2 orbital bo'linmagan elektron juftiga ega bo'ladi. Markaziy atomning 2p orbitali chetdagi atomlarning 2p orbitallari bilan π -bog' orbital hosil qilishda ishtirok etadi. Qolgan elektronlar esa bo'shashtiruvchi orbitallarga joylashadi. Oltita bog'lovchi elektronlar hisobiga bog'lanish tartibi 1,5 ga teng bo'ladi. Shuning uchun ozon molekulasida struktura formulasini quyidagicha izohlash mumkin:



Odatdagi sharoitda ozon havorang gaz. Kislorodga nisbatan molekulyar massasi, qutblanuvchanligi va qutblovlilik katta bo'lgani uchun qaynash temperaturasi ham yuqori. Suyuq holatda ozon to'q-havorang, qattiq holatda to'q-binafsha rangli kristall modda. Ozon molekulasida birmuncha beqaror, yuqori konsentratsiyada portlab parchalanadi. Ozonning oksidlovchilik xossasi kislorodnikiga qaraganda kuchli. Shuning uchun odatdagi sharoitda ko'pgina kimyoviy passiv elementlarni oksidlay oladi:



Ozonni aniqlash uchun kaliy yodid eritmasidan foydalanish mumkin:



Ishqoriy metallar ozon ta'sirida ozonidlar hosil qiladi.



Ozonidlar musbat zaryadlangan metall va manfiy zaryadlangan O_3^- ionidan tashkil topgan qizil rangli moddalardir.

Ozon kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun ichimlik suvlarini tozalashda qo'l keladi, havoni dezinfeksiya qilish vositasi va organik moddalarni sintez qilishda xomashyo sifatida foydalaniladi.

Ozonning qo'llanilishi. Ozon yordamida oksidlar, ozonidlar yoki boshqa mahsulotlarning hosil bo'lishiga **ozonlash reaksiyasi** deyiladi. Ushbu reaksiyadan karbonil birikmalarini sintez qilishda, laboratoriya amaliyotida esa qo'sh $C = C$ bog'larining holatini aniqlashda foydalaniladi.

Ozonning havo yoki kislorod bilan aralashmasi suv va havoni dezinfeksiyalashda, gazmollar, mineral moylarni oqartirishda qo'llaniladi. U bakteritsid xususiyatiga ega bo'lgan moddadir. Ozon ta'sirida deformatsiyalangan (cho'zilgan) rezina buyumning chatnab yorilishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati rezinaning ozonga bardoshligi deb ataladi. Etilen va propilendan olingan polimerlar, xlorsulfidli polietilen, ftorkauchuk va boshqalar ozon ta'siriga bardoshli rezinalardan hisoblanadi. Bardoshlilikni oshirish maqsadida rezinalar tarkibiga antiozonantlar qo'shiladi, o'ta chidamli moddalar bilan qoplanadi, buyum yuzasi kimyoviy ishlanadi.

Ozon mikroorganizmlar kushandasi hisoblanganligidan undan texnikada, shuningdek, uy, ishxona, sex va korxonalarining buzilgan havosini tozalashda, suvni zararsizlantirish va atrof muhitni muhofaza qilishda keng foydalaniladi. Polimerlarga yupqa qavatli oksid pardalari yoki himoya qatlami qoplashda, yuza relyefini o'zgartirish, yuzidagi funksional gruppalar tarkibini analiz qilish, uni bo'yash yoki rangsizlantirishda ham uning xizmati katta.

Sterillovchi modda sifatida ichimlik suvlarini tayyorlash jarayonida ham undan keng foydalaniladi. Hozir Moskva aholisi ozonlashtirilgan suvni iste'mol qiladi. Yevropadagi eng yirik ozonlashtiruvchi asbob Moskva suv quvuri stansiyasida joylashgandir. Bunday ozonlashtirish moslamalari shaharlarda ham tez orada paydo bo'lishi kutilmoqda. Sanoat chiqindi

suvlarni tozalashda ham ozondan keng foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Ozonning qator birikmalari ham ma'lum bo'lib, ulardan turli sohalarda foydalanilmoqda. Masalan, anorganik ozonidlar qizil kristallar bo'lib, 60°C dan yuqorida parchalanadi. Ozonning organik birikmalari ham mavjud bo'lib, ulardan kimyoviy reaksiyalarda va ba'zi boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Ozonning texnikada qo'llanilish sohalaridan ba'zilar ustida to'xtalib o'tamiz.

Ozonning modifikatsiyalash xususiyatlari. Polimer mahsulotlari xossalarini modifikatsiyalash va ularning barqarorlik xususiyatlarini oshirish bugungi kunda fanimizning hal qilib berishi zarur bo'lgan vazifalaridan biridir. Ozonning polimer mahsulotlari bilan reaksiyalarini o'rganish orqali ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini maqsadli tomonga qarab o'zgartirishga imkon yaratilganligini ayrim misollarda ko'rsatib o'tamiz. Ba'zi mahsulotlarning metallarga qo'shilish, bo'yalish va yopilish xususiyatlarini oshirish hamda elektr o'tkazuvchanligini o'zgartirish kabi ishlar shular jumlasidandir.

Ozon modifikatsiyalash jarayonlarida yuqori razryadlarning faol komponenti sifatida qo'llaniladi. Polimer pardalarni tojli razryad yordamida qayta ishlash texnikasida keng qo'llaniladi. Ushbu jarayonda polietilen pardasi yoki o'zga plastikni razryadlovchi moslama elektrod orasidan o'tkaziladi. Elektrodlardan biri kvarts quvurchaga joylashtirilgan bo'lib, ular o'zgaruvchan kuchli tok manbaiga ulanadi. Razryadda hosil bo'lgan faol zarralar, shu jumladan, ozon ham parda xossalarini zarur yo'nalishda o'zgartirib, uning yuzasi bilan reaksiyaga kirishadi. Shunga o'xshash natijalarni parda ustidan ozonlashtirilgan havo oqimi o'tkazilganda ham olish mumkin. Qogoz pulpalariga ozon bilan ishlov berilsa yaxshi natija (oqartiruvchi) berishi ma'lum. Bu holda qog'ozning chidamliligi ortadi. Ozondan (oqartiruvchi agent sifatida foydalanib) oq qog'oz olish texnologiyasi ham taklif etilgan. Pulpada ozon qo'shbog' bilan bog'langan xinoid tipidagi moddalarni parchalaydi. Bunda ozon qo'shbog'li sistemalar bilan tez reaksiyaga kirishib, rangsiz mahsulotlar hosil qiladi. So'nggi vaqtlarda funksional gruppalari bo'lgan oligomerlarga talab ortib bormoqda. Bunda molekulyar massasi 2000 — 4000

bo'lgan va uglevodorod zanjirining ikki tomoni ma'lum funktsional gruppalar ($-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{Cl}$) dan tashkil topgan moddalar nazarda tutiladi. Ko'pincha ikki tomoni gidroksid gruppalaridan tashkil topgan oligomerlardan foydalaniladi. Ular ko'piksimon materiallar, motor yog'larini quyushtiruvchi moddalar, elektr tokini yaxshi o'tkazadigan kompozitsion materiallar, korroziyaga qarshi foydalaniladigan qoplamalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Bunday oligomerni olish uchun katta makromolekulalarni mayda qismlarga bo'lish yoki monomerni kerak bo'lgan uzunlikdagi molekulagacha uzaytirish zarur. Makromolekula strukturasi ozon yordamida qirqish usuli asosida ozonning tez reaksiyaga kirisha olish va uning qo'sh bog'ga tanlab ta'sir eta olish xususiyatlari yotadi. Masalan, izobutilen sopolimerlari izopren yoki pentadiyen ozon yordamida ishlansa makromolekulaning buzilishi qo'sh bog' joylashgan yerda ro'y beradi. Bu vaqtda kislorod atomi hosil bo'lgan qism tarkibiga kirib kerak bo'lgan funktsional gruppni hosil qiladi.

Suv — H_2O kislorodning vodorod bilan hosil qilgan asosiy birikmasi hisoblanadi. Suv tarkibida massasi jihatdan 11,19% vodorod va 88,81% kislorod bor. Suv tabiatda toza holda uchramaydi. Suv tarkibida har doim ko'pgina moddalar erigan bo'ladi. Daryo va buloq suvlarida asosan kalsiy va magniy bikarbonatlar erigan bo'lib, ular suvning «qattiqligini» tashkil etadi. Ba'zan suvda tog' jinslari tarkibiga kiruvchi moddalar ham erigan bo'ladi. Suvda temir, marganes, azot, kislorod, karbonat angidrid, vodorod sulfid va boshqa moddalar erigan bo'lsa, bunday suvni *mineral suvlar* deyiladi. Tabiiy suvlar ichida yomg'ir, qor, ko'l suvlari eng toza hisoblanadi. Bundan tashqari, suv ko'pgina kimyoviy moddalar tarkibida ham uchraydi.

Bunday suvlar quyidagilardan iborat:

1. **Gigroskopik suv** — bunday suvlar kimyoviy moddalar yuzasiga absorpsion kuch hisobiga joylashgan bo'ladi. Bunday suvlarni yo'qotish uchun katta energiya talab qilinmaydi.

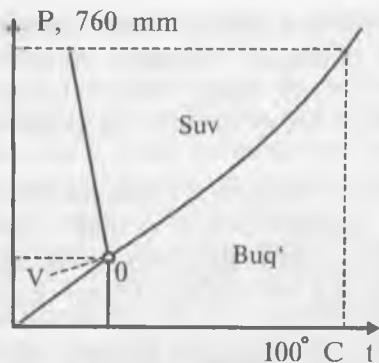
2. **Kristalizatsion suv** — bunday suv kimyoviy moddalar tarkibiga vodorod bog'lanish hisobiga yoki donor-akseptor bog'lanish hisobiga stexiometrik nisbatlarda

joylashgan bo'ladi. Bunday suvni ajratib, chiqarib yuborish uchun anchagina energiya sarflanadi. Bunday birikmalarga $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ misol bo'la oladi.

3. **Konstitutsion suv** — kimyoviy moddalar bilan juda mustahkam bog'langan. Bunday suvlarni ajratish uchun juda katta energiya sarflanadi yoki kimyoviy jarayonni vujudga keltirish kerak. Bunga $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ va $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ lar misol bo'la oladi.

Suvning fizik xossalari. Suv hidsiz, mazasiz, rangsiz modda. Uch xil: gaz, suyuq, qattiq agregat holatda bo'ladi. Suvning 4°C dagi zichligi $1 \text{ g}/\text{sm}^3$ ga teng. Temperaturani 4°C dan ortishi yoki kamayishi natijasida suvning zichligi $1 \text{ g}/\text{sm}^3$ dan kam qiymatga ega bo'ladi. Bu hodisa suvning zichlik anomaliyasi deyiladi. Toza suvning solishtirma issiqlik sig'imi hamma suyuq va qattiq moddalarnikidan katta — $1 \text{ kkal}/\text{g}$ yoki $4,18 \text{ kJ}/\text{g}$. Demak, 1 g suvni 1°C isitish uchun boshqa moddalarni isitishda ketadigan issiqlikka qaraganda ko'proq issiqlik talab etiladi. Bu suvning issiqlik sig'im anomaliyasi deb ataladi.

Suv doim bug'lanib turadi. Suvning bug'lanishi natijasida vujudga kelgan bosim *bug' bosimi* deyiladi. Suvning bug' bosimi temperatura ortishi bilan ortadi. Suv berk idishda bug'latilsa — molekularining bug' fazasiga o'tishi va molekularning bug' fazadan suv fazasiga o'tishi jarayonlari vujudga keladi. Bu ikki jarayon tenglashganda vujudga kelgan muvozanat *dinamik muvozanat* deyiladi. Suyuqlik bilan muvozonat holatda bo'lgan bug'ning o'zgarmas temperaturadagi bosimi, o'sha suyuqlikning *to'yingan bug' bosimi* deyiladi. Ma'lum temperaturada va bosimda suv bir agregat holatdan boshqa agregat holatga o'tishi mumkin, ya'ni muz → su → yuq → bug'. Suv, bug' va muzdan iborat muvozanat holatdagi sistema geterogen sistema uchun misol bo'la oladi. Geterogen sistema qaysi fazaning mavjud bo'la olish sharoitini holat diagrammasi orqali tavsiflashi mumkin. Bunday diagrammani tuzish uchun suv va bug' bosimlari, muzning turli suyuqlanish temperaturalarini o'zgarishidan foydalaniladi (XV.1-rasm).

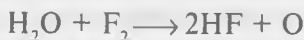


XV.I-rasm. Suvning holat diagrammasi.

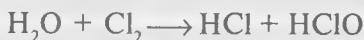
Bu diagrammadagi OA chizig'iga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda suv va bug' o'zaro muvozanatda bo'ladi. Bu chiziqdan yuqorida yotuvchi bosim va temperaturalarda suv suyuq holatda bo'ladi, pastki nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda suv faqat bug' holatdagina mavjud bo'la oladi. OB chizig'ining ustidagi nuqtalarga

to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda muz, bu chiziqning tagidagi nuqtalarga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda bug' mavjud bo'ladi. OB chizig'iga to'g'ri keladigan bosim va temperaturalarda muz bilan bug' muvozanatda bo'ladi. Ikki chiziq kesishgan O nuqtada uch faza o'zaro muvozanatda bo'ladi.

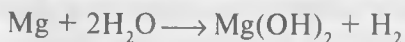
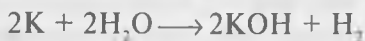
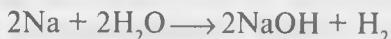
Suvning kimyoviy xossalari. Suv molekularining hosil bo'lishida juda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun ham suv molekulasini issiqqa chidamlidir. Suv gaz holidagi ftor bilan odatdagi sharoitda reaksiyaga kirishadi:



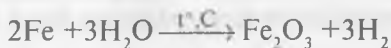
Xlor past temperaturada ham suvda eriydi:



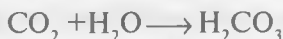
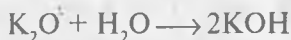
Suv turli sharoitlarda ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



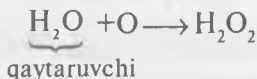
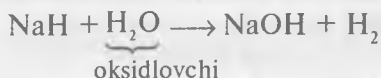
Yuqori temperaturada suv bug'i boshqa metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



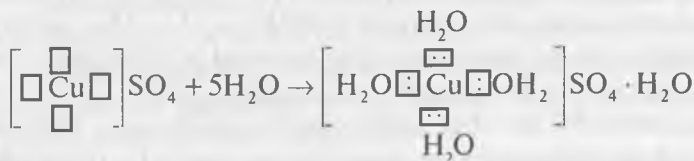
Suv ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Asosli oksidlar bilan birikib ishqorlar, kislotali oksidlar bilan birikib kislotalar hosil qiladi:



Suv ko'pgina tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida gidroliz jarayoni vujudga kelib kislotalar yoki asoslar hosil bo'ladi. Suv ko'pgina birikmalar bilan reaksiyaga kirishganda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi:



Ko'pgina kimyoviy moddalar o'zlarida bir nechta molekularini birlashtirgan holda mavjud bo'ladi. Bunday moddalar *kristalgidratlar* deb ataladi. Kristalgidratlar hosil bo'lishida bir vaqtning o'zida bir necha kimyoviy bog'lanish mavjud bo'ladi. Suv molekulari kimyoviy moddalar bilan donor-akseptor va vodorod bog'lanish natijasida birikadi:



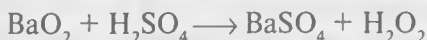
Suvda juda ko'p tuzlar gidrolizlanib kislotalar va asoslar hosil qiladi. Suv qutbli modda bo'lganligi uchun ko'p moddalarni o'zida erita oladi.

Vodorod peroksid. Vodorod peroksid H_2O_2 ni 1818-yilda Tenor kashf etgan. Vodorod peroksid atomar vodorodga molekulyar kislorod ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:

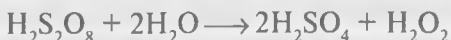


Agar bu jarayon sekinlik bilan sovitilsa, hosil bo'lgan H_2O_2 tezda suvga va kislorodga ajralib ketadi. Shuning uchun vodorod yonishi natijasida hosil bo'lgan mahsulot tezda sovitilib vodorod peroksid hosil qilinadi. Vodorod alangasini muz sirtiga yuborish natijasida hosil bo'lgan suyuqlik tarkibida vodorod peroksid hosil bo'lishini kuzatishimiz mumkin. Bundan tashqari, nam kislorodni $2000^\circ C$ da qizdirish natijasida, nam kislorod bilan vodorod aralashmasidan elektr zaryadi o'tkazilganda, suvga ultrabinafsha nurlar yoki ozon ta'sir ettirilganda ham vodorod peroksid hosil bo'ladi.

Olinishi. Ilgari sanoatda vodorod peroksid, bariy peroksid tuziga kislotaga ta'sir ettirib olinardi:



Hozirgi vaqtda sanoatda, asosan persulfat kislotaga yoki uning tuzlariga suv ta'sir ettirib olinadi:



Xossalari. Toza vodorod peroksid qiyomsimon, rangsiz suyuqlik. Odatdagi bosimda qaynatib bo'lmaydi, chunki oson parchalanib ketadi. Shuning uchun vodorod peroksid past bosimda qaynatiladi. Vodorod peroksid muzlaganda ignasimon kristallar hosil qiladi. Vodorod peroksidning elektron formulasi struktura tuzilishi $H-O-O-H$ dir. Demak, vodorod peroksidda vodorod atomlari $-O-O-$ ko'priq orqali birikadi. Optik usul bilan vodorod peroksid struktura tuzilishi to'g'ri chiziqli bo'lmasdan, balki $-O-O-$ bog'lanish 95° burchak ostida ekanligi aniqlangan. Vodorod peroksid strukturasida bog'lanishlar simmetrik bo'lmaganligi uchun, molekulari kuchli qutblangandir. Vodorod peroksid molekulari o'zaro kuchli vodorod bog'lanish orqali mustahkam bog'langan bo'ladi.

Nihoyatda toza holda vodorod peroksid barqaror modda, lekin ozgina boshqa moddalar ta'sirida oson parchalanadi. Vodorod peroksid suvdagi eritmalarida ionlarga quyidagicha dissotsilanadi:



Vodorod peroksid dissotsilanganda H^+ ionlari hosil qilgani uchun kuchsiz kislota hisoblanadi. Shuning uchun K_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2 kabi tuzlarni hosil qila oladi:



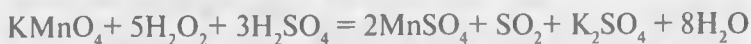
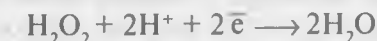
Vodorod peroksid oksidlash va qaytarish xossalariga ega.



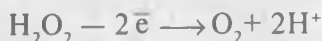
Bunga quyidagi reaksiya tenglamalari misol bo'la oladi:



Quyidagi reaksiyada H_2O_2 oksidlovchi sifatida ishtirok etadi:



Bu reaksiyada H_2O_2 qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi:



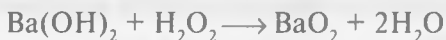
Lekin vodorod peroksidida oksidlash xossasi uning qaytarish xossasiga qaraganda kuchli namoyon bo'ladi.

Konsentrlangan H_2O_2 eritmasini qog'ozga, qi piq va boshqa moddalarga ta'sir ettirilsa, ular o'z-o'zidan yonib ketadi.

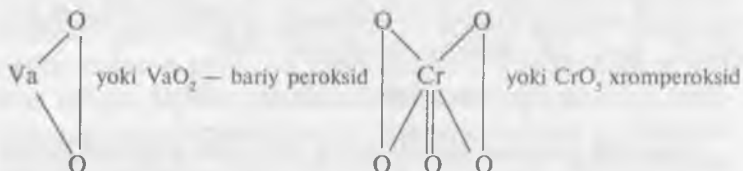
Vodorod peroksid tibbiyotda dezinfeksiya maqsadlarida, to'qimachilik sanoatida, bo'yoq olishda, yoqilg'ilarning yonishini kuchaytirishda ishlatiladi.

Peroksid birikmalar. Molekulalarida peroksid bog' bo'lgan birikmalarga *peroksibirikmalar* deyiladi. Peroksibirikmalarni, asosan vodorod peroksidning hosilasi deb qarash mumkin. Vodorod peroksid molekulasidagi vodorodni metallar yoki

metallmaslar bilan almashtirib peroksibirikmalar yoki kislota qoldig'i bilan almashtirib peroksikislotalar hosil qilinadi:



Peroksibirikmalarning struktura tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin:



Peroksibirikmalar kuchli oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

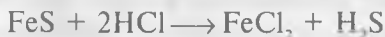
XV 2. OLTINGUGURT

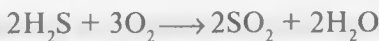
Oltिंगugurt atomining tashqi elektron qavatida s^2p^4 elektronlar mavjud. Oltिंगugurtning tashqi elektron qavatida kislorodga o'xshab oltita elektron bor. Lekin shunga qaramasdan xossalari bilan undan keskin farq qiladi. Buning sababi oltिंगugurt 3d — orbitalning mavjudligidir. Shuning uchun oltिंगugurtning oksidlanish darajasi $-2, 0 +2, +4$ va $+6$ bo'la oladi. Oltिंगugurtning to'rtta ${}^{32}_{16}\text{S}$, ${}^{33}_{16}\text{S}$, ${}^{34}_{16}\text{S}$, ${}^{36}_{16}\text{S}$ tabiiy va ikkita ${}^{31}_{16}\text{S}$, ${}^{37}_{16}\text{S}$ sun'iy hosil qilingan radioaktiv izotoplari ma'lum.

Tabiatda uchrashi. Oltिंगugurt tabiatda erkin holda, FeS, ZnS, PbS, HgS, CuFeS₂, Cu₂S va sulfatlar — CaSO₄ · 2H₂O, MgSO₄ · 7H₂O, MgSO₄ · H₂O, sulfidlar BaSO₄, SnSO₄ holida uchraydi.

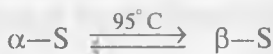
Olinishi. 1. Oltिंगugurt sanoatda tabiiy manbalardan shaxta usulida qazib olinadi. Agar oltिंगugurt tog' jinslari bilan aralashgan bo'lsa, joyida suyuqlantirib ajratib olinadi.

2. Tarkibida kolchedanlar va metall yaltiroqlari bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan konsentrat qaynoq xlorid kislota ishlanadi. Oltिंगugurt vodorod sulfid holida ajratib yondiriladi va oltिंगugurt (IV) oksid ta'sirida qaytarib, ajratib olinadi:



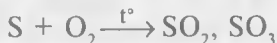


Xossalari. Oltinugurt kristall holatda ikki xil: α — oltinugurt va β — oltinugurt allotropik modifikatsiyaga ega:



Bu allotropik shakl o'zgarishda hajm ortishi kuzatiladi γ — S sakkiz burchakli halqasimon S_8 molekulalardan tuzilgan. Oltinugurt qizdirilsa $112,8^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Agar suyuq oltinugurt qizdirish davom etaversa, 160°C da rangi qo'ng'ir tusga kirib qovushqoq bo'lib qoladi, chunki bu temperaturada sakkiz burchakli yopiq zanjirlar uzilib, ular o'rnini ochiq zanjirlar egallay boshlaydi. Temperatura 250°C dan oshganda ochiq zanjirlar ham uzila borib, 448°C da oltinugurt qaynab, bug'lana boshlaydi. Oltinugurt bug'lari temperaturaning ko'tarilishiga qarab S_8 , S_6 , S_4 , S_2 molekulalardan tashkil topgan bo'ladi.

Laboratoriyada ko'pgina kimyoviy reaksiyalar natijasida oltinugurt eritmada cho'kadi. Bunday oltinugurt nihoyatda mayda suspenziyalardan iborat bo'lib, amorf oltinugurt tashkil qiladi. Amorf oltinugurt qizdirilib kristall oltinugurtga aylantiriladi. Past temperaturada oltinugurtning reaksiyaga kirishish xususiyati juda sust bo'lib, qizdirilganda u aktivlashadi. Oltinugurt qizdirilganda havoda yonadi:



Oddiy sharoitda oltinugurt ishqoriy metallar, mis, kumush va simob bilan reaksiyaga kirishadi:



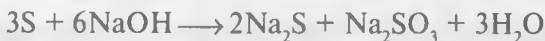
Oltinugurt uglerod va temir bilan yuqori temperaturada birikadi:



Oltिंगugurt qaynoq konsentrlangan kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



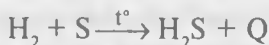
Oltिंगugurt qizdirilganda ishqor ta'sirida disproporsiyalanadi:



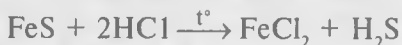
Ishlatilishi. Oltिंगugurt va uning tabiiy birikmalari tabiiy kauchuk olishda, portlovchi modda tayyorlashda, tibbiyotda, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, to'qimachilik sanoatida ishlatiladi.

Birikmalari. Oltिंगugurtning xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladigan birikmalaridan biri vodorod sulfidir. Tabiatda vodorod sulfid mineral suvlar va vulqon gazlari tarkibida uchraydi.

Vodorod sulfid yuqori temperaturada vodorodga oltिंगugurt ta'sir ettirib hosil qilinadi:



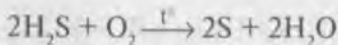
Laboratoriyadavodorod sulfid Kipp apparatida olinadi:



Vodorod sulfid — rangsiz, qo'lansa hidga ega bo'lgan zaharli gaz, molekulasining tuzilishi suvnikiga o'xshashdir. Vodorod sulfid qattiq qizdirilganda parchalanadi, kislorod ta'sirida yonadi:



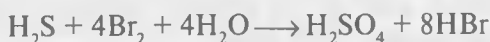
Agar kislorod yetishmasa yoki reaksiya past temperaturada olib borilsa oltिंगugurt erkin holatda ajralib chiqadi:



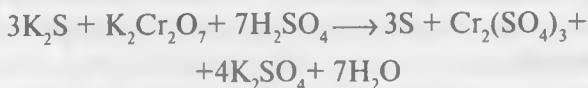
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi ikki negizli kuchsiz kislotaga xossasiga ega:



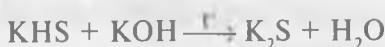
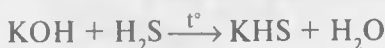
Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchi bo'lganligi uchun oksidlovchilar ta'sirida oksidlanadi:



Agar oksidlovchilar oz miqdorda olinsa, vodorod sulfid faqat S⁰gacha oksidlanadi:



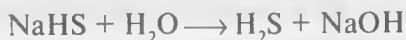
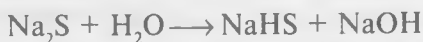
Vodorod sulfid asos va tuzlarning eritmalariga yuborilganda metall sulfidlari hosil bo'ladi. Ishqoriy metallarning sulfidlari suvda eriydigan moddalardir. Kaliy sulfid ikki bosqichda hosil qilinadi:



Natriy sulfid natriy sulfatni ko'mir yordamida qaytarish usuli bilan olinadi:



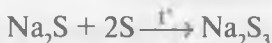
Kaliy va natriy sulfidlarining suvli eritmaları kuchli ishqoriy reaksiya namoyon qiladi:



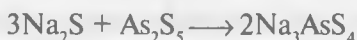
Vodorod sulfid ko'pgina metallar tuzlarining suvdagi eritmalariga yuborilsa, metallar sulfidlar holida tezda cho'kadi.

Chunki bu metallarning sulfidlari suvda yomon eriydigan moddalardir. Masalan: HgS, PbS, Sb₂S₃, CuS, CdS, ZnS, MnS, NiS va hokazo.

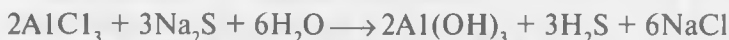
Metallarning suvda eriydigan sulfidlari oltingugurt ta'sirida polisulfidlar hosil qiladi:



Asosli sulfidlar kislotali va amfoter sulfidlar bilan birikib kompleks birikmalar hosil qiladi:



Kuchsiz asoslarning kationlarini sulfidlar holida cho'ktirish mumkin emas, chunki reaksiyada gidroliz jarayoni ham vujudga keladi:

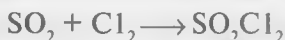


Oltingugurt kislorod bilan, asosan SO₂ va SO₃ oksidlarini hosil qiladi.

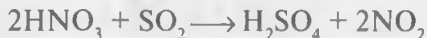
Sulfit anhidrid — SO₂ oltingugurtning havoda yondirish natijasida hosil bo'ladi:



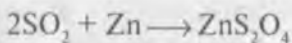
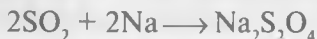
Sulfit anhidrid rangsiz, o'tkir hidli zaharli gaz, suvda yaxshi eriydi, kuchli qaytaruvchi:



Hatto nitrat kislotani ham qaytaradi:



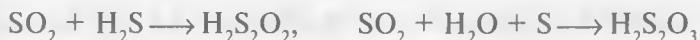
Sulfit anhidrid kuchli qaytaruvchilar ta'sirida oksidlovchi xoslasini namoyon qiladi:



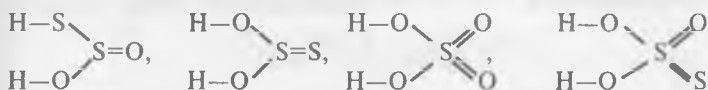
Sulfit anhidrid vodorod sulfidni oksidlaydi:



Bu reaksiya suvli eritmada olib borilsa, oraliq mahsulot sifatida tiosulfit $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_2$ va tiosulfat $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kislotalar hosil bo'ladi:

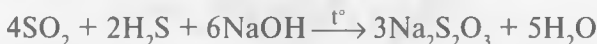


Bu kislotalarning struktura tuzilishlari sulfit va sulfat kislotalarining hosilalari deb qaralishi mumkin

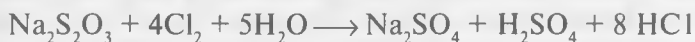


Bu kislotalar juda beqaror bo'lib, faqat eritmalardagina mavjuddir. Lekin ularning tuzlari barqaror moddalardir. Masalan, natriy tiosulfat tuzi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ barqaror kristall modda.

Sanoatda natriy tiosulfat tuzi natriy sulfit tuzining suvli eritmasiga oltingugurt aralashtirib qaynatish yoki ishqoriy muhitda SO_2 ga H_2S ta'sir ettirib olinadi:



Kimyoviy reaksiyalarda $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ faqat kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. U holda molekuladagi har ikkala oltingugurt atomi elektron yo'qotib, o'z oksidlanish darajalarini S^{+6} ga yetkazadi:



Tiosulfat kislota tuzlari kuchli kislotalar ta'sirida SO_2 va S hosil qilib parchalanadi:



Ba'zi hollarda tiosulfat tuzlarining parchalanishi natijasida sulfid va sulfat birikmalar hosil bo'ladi:





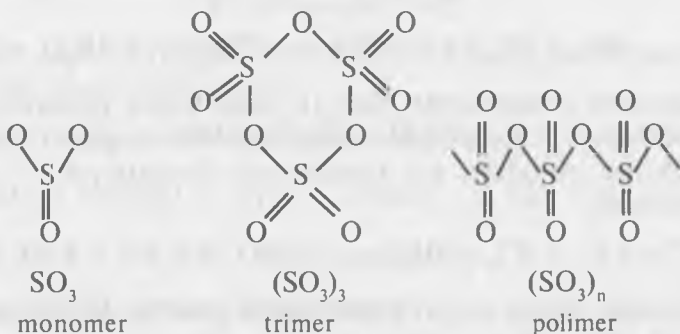
Agar ortiqcha miqdorda natriy tiosulfat olinsa, eriydigan kompleks birikma hosil bo'lishi hisobiga, oltingugurtning oksidlanish darajasi o'zgarmsdan qoladi:



Bu reaksiya fotografiyada keng qo'llaniladi. Sulfat angidrid SO_3 oltingugurtning mo'l kislorod ishtirokida yondirish yoki sulfid angidridning yonishi natijasida hosil bo'ladi:



Sulfat angidridning hosil bo'lishida $\text{P}(\text{sp}^2)$ — gibrirlangan valent orbitallarning ishtirok etishi tabiiydir. Shuning uchun SO_3 molekulari oson polimerlanadi. Sulfat angidrid molekulari bug' holatda monomer, SO_2 — suyuq holatda siklik trimer $(\text{SO}_3)_3$, qattiq holatda turli uzunlikka ega bo'lgan zanjirsimon polimerdan iborat. Bu molekularning struktura tuzilishlarini quyidagicha tasvirlash mumkin:

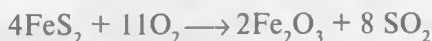


Sulfat angidridni suvda bevosita eritib bo'lmaydi, chunki bu jarayon katta issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi.

Sulfat kislota. Sulfat kislota sanoatda ikki xil: nitroza va kontakt usullarda olinadi.

Sulfat kislotani nitroza usuli bilan olish dastlab VIII asrda qo'llanilgan bo'lib, u quyidagi reaksiya tenglamalariga asos-

lanadi. Dastlab, oltingugurt yoki piritni yondirib SO_2 hosil qilinadi:



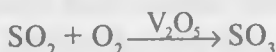
Hosil bo'lgan sulfit angidridga azot (IV) oksid ta'sir ettiriladi:



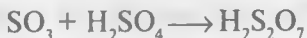
Reaksiya natijasida hosil bo'lgan azot (II) oksid kislorod ta'sirida NO_2 ga aylantiriladi:



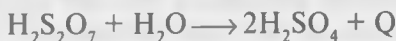
Hosil bo'lgan NO_2 dan yana sulfat kislota olishda foydalaniladi. Demak, sulfat kislota olishda NO kislorod tashuvchi, ya'ni katalizator hisoblanadi. Bu usul bilan olingan sulfat kislota 80% li bo'ladi. Bunday tarkibli sulfat kislota, asosan mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Kontakt usulda esa sulfit angidrid katalizator ta'sirida oksidlanadi:



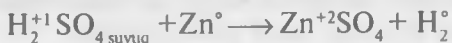
Hosil bo'lgan SO_3 konsentrlangan sulfat kislotaga yutdiriladi:



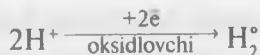
Hosil bo'lgan mahsulot «oleum» deb ataladi va unga suv ta'sir ettirib sulfat kislota olinadi:

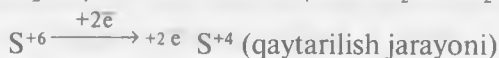


Kimyoviy toza sulfat kislota moysimon, rangsiz suyuqlik, ikki negizli kuchli kislota hisoblanadi. Sulfat kislota kuchli oksidlovchidir. Suyultirilgan sulfat kislota metallarga ta'sir ettirilganda oksidlovchi rolini H^+ ionlari, konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilganda esa SO_4^{2-} ionlari bajaradi:



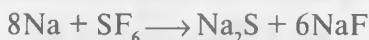
(qaytarilish jarayoni)





Sulfat kislota ikki negizli bo'lganligi uchun o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi. Sulfat kislota achchiqtosh olishda, akkumulyator tayyorlashda, kondensatsiya reaksiyalarida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Oltinugurtning galogenli birikmalari. Oltinugurt fluor bilan to'g'ridan-to'g'ri birikkanda, asosan SF_6 hosil bo'ladi. Lekin juda oz miqdorda qo'shimcha sifatida SF_4 va S_2F_{10} lar hosil bo'ladi. SF_6 rangsiz, juda beqaror gaz, kimyoviy inert. Hatto suyuqlantirilgan KOH, suv bug'i bilan ham reaksiyaga kirishmaydi. Lekin suyuqlantirilgan natriy metalli bilan 250°C da, vodorod bilan elektr uchquni ta'sirida reaksiyaga kirishadi. Oltinugurt geksaftorid natriy bilan dimetil efir eritmasida yaxshi reaksiyaga kirishadi:



Oltinugurt vakuumda AgF bilan birikib S_2F_2 hosil qiladi. S_2F_2 rangsiz, ikki xil modifikatsiyaga ega bo'lgan gaz. SCl_2 ni NaF ga atsetonitril ishtirokida $70-80^{\circ}$ da ta'sir ettirilsa, oltinugurt tetraftorid SF_4 hosil bo'ladi:



SF_4 — kimyoviy aktiv, suv ta'sirida tez SO_2 hosil qilib gidrolizlanadi, turli metallarni ftorlashda ishlatiladi. Oltinugurt-ni suyuqlantirib, xlor gazi o'tkazilsa S_2Cl_2 hosil bo'ladi. Oltinugurt monoxlorid qovoq rangli, qo'lansa hidga ega bo'lgan suyuqlik, suv ta'sirida oson parchalanadi:



S_2Cl_2 o'zida oltinugurt-ni yaxshi eritadi, shuning uchun kauçukni vulqonlashda ishlatiladi. Agar oltinugurtga xlorni or-

tiqcha miqdorda va katalizatorlar (FeCl_3 , SnCl_4 , J_2) ishtirokida ta'sir ettirilsa, SCl_2 hosil bo'ladi. Oltingugurt dixlorid SCl_2 qizil tusli suyuqlik, o'z-o'zidan parchalanib ketadi:

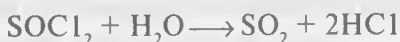


Oltingugurt monoxloridga past temperaturada xlor bilan ishlov berilsa sariq rangli oltingugurt tetraxlorid SCl_4 kristallari hosil bo'ladi. Oltingugurt tetraxlorid — 30° dan yuqori temperaturada oson parchalanib ketadi.

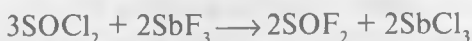
Oltingugurt, asosan uch xil tipdagi oksogalogenidlar hosil qiladi:

1. Tionilgalogenidlar — umumiy formulasi SOG_2 ,
2. Sulfurilgalogenidlar — umumiy formulasi SO_2G_2 ,
3. Murakkab oltingugurt oksogalogenidlar — HSO_3G .

Oltingugurtning tionil SOF_2 , SOCl_2 , SOBr_2 , SOFCl galogenidlari ma'lum. Bu tionil galogenlardan tionilftorid suv bilan juda sekin reaksiyaga kirishadi, qolganlari esa shiddatli reaksiyaga kirishadi:

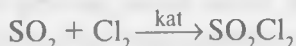


Oltingugurtning tionilgalogenidlari asosan quyidagi usullar bilan olinadi:



Tionilgalogenidlar vakuumda oddiy va past temperaturalarda barqaror, qizdirilganda SO_2 va erkin galogenlar hosil qilib parchalanadi. Tionilgalogenidlar metallarning suvsiz galogenidlarini ularning oksidlaridan, kristallgidratlaridan, gidroksidlaridan ajratib olishda ishlatiladi.

Oltingugurtning SO_2F_2 , SO_2Cl_2 , SO_2FCl , SOFBr tarkibli sulfurilgalogenidlari ham ma'lum. Bularning ichida eng ahamiyatli SO_2F_2 va SO_2Cl_2 dir. Sulfurilxlorid sulfit anhidridga katalizator ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri xlor ta'sir ettirib hosil qilinadi:



Sulfurilftorid esa bariy ftorsulfatni termik parchalab hosil qilinadi:



Sulfurilxlorid qizdirilganda parchalanadi, suv bilan oson reaksiyaga kirishadi:



Nam havo ta'sirida tutab yonadi. Sulfurilftorid kimyoviy inert gaz, suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, konsentrlangan ishqorlarning suvli eritmalarida oson gidrolizlanadi.

Oltinugurtning murakkab oksoxlorid $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ va oksoftorid SOF_4 , $\text{S}_2\text{O}_5\text{F}_2$, SO_3F_2 lari ma'lum. Oltinugurtning HSO_3F va HSO_3Cl tarkibli oksogalogenid kislotalari bor. Bu kislotalarni sulfat kislota ning hosilalari deb qarash mumkin. Agar sulfat kislota molekulasidagi ikkita OH^- ioni o'rni galogenlar egallasa sulfurilgalogenidlar, agar bitta OH^- gruppasi egallasa oksogalogenid kislotalar hosil bo'ladi. Sanoatda ftorsulfon kislota ni KHF_2 yoki CaF_2 larni 250° da ishlash va sulfat angidridni suvsiz HF bilan reaksiyaga kiritib olish mumkin:



Ftorsulfon kislota tuzlari sulfat angidridga CaF_2 ta'sir ettirib olinishi mumkin:



Ftorsulfon kislota rangsiz suyuqlik ftorlashda qulay reagent hisoblanadi. Bundan tashqari u ko'pgina barqaror tuzlar hosil qiladi. Ftorsulfon juda kuchli kislota suv ta'sirida qisman gidrolizlanadi. Xlorsulfon kislota esa rangsiz o'z-o'zidan tutaydigan suyuqlik, suv ta'sirida shiddat bilan gidrolizlanadi, barqaror tuzlar hosil qilmaydi. Xlorsulfon kislota sulfat angidridga gazsimon vodorod xlorid ta'sir ettirib hosil qilinadi.

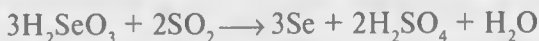
XV.3. SELEN, TELLUR, POLONIY

Umumiy tavsifi. Selen, tellur, poloniy elementlari gruppaga bo'yicha ularning xossalari, atom o'lchamlari o'zgarishi bilan ma'lum qonuniyat asosida quyidagicha o'zgarib boradi. Bu elementlar vodorodli birikmalarining termik barqarorligi

Se→Po qatori bo'yicha kamayib boradi. Bu elementlarda Se—Te—Po tartibda metallik xossalari, SeBr_6^{-2} , TeBr_6^{-2} , PoJ_6^{-2} tarkibli kompleks anionlarini hosil qilish xususiyati ortib, kation xosligi kamayib boradi.

Tabiatda uchrashi. Selen tabiatda, selenidlar holda sulfidlar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tellur tabiatda juda oz miqdorda uchraydi. Tellur ham sulfidlar bilan aralashgan holda bo'lib, muhim birikmalari Ag_2Te — tellurid va AgAuTe_4 — oltin telluriddir. Tellur metall sulfidlarini qayta ishlashda va elektrolitik toza mis olishda qo'shimcha mahsulot sifatida ajralib chiqadi. Poloniy radioaktiv element, asosan uran rudasi tarkibida qisman uchraydi. Bu elementlardan selenning 6 ta, tellurning 8 ta barqaror izotoplari ma'lum.

Olinishi. Tarkibida selen yoki tellur bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan selen rudasiga konsentrlangan sulfat kislota va natriy aralashmasi bilan ishlov beriladi. Natijada ruda tarkibidagi selen oksidlanib selenit kislotaga aylanib eritmaga o'tadi. So'ngra bu eritma orqali sulfit anhidrid o'tkazib qizil tusli erkin selenga qadar qaytarilgach, cho'kmaga tushiriladi:



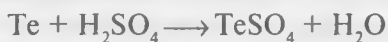
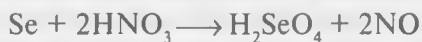
Tarkibida tellur bo'lgan ruda, dastlab mo'l kislorod ta'sirida yondiriladi, natijada tellurning kislota yoki ishqorda eriydigan birikmasi hosil qilinadi. Bu eritmaga sulfit anhidrid yuborilsa, tellur erkin holda cho'kmaga tushadi. Poloniy birikmalarining suvdagi eritmalarini kumush, nikel va platinadan tayyorlangan elektrodlar ishtirokida elektroliz qilinib katodda cho'ktiriladi.

So'ngra vakuumda haydash yo'li bilan toza poloniy ajratib olinadi. Sun'iy usulda poloniy vismutni yadro reaktorlarida nurlantirish natijasida hosil qilinadi:

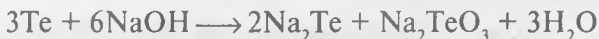


Xossalari. Selen va tellur bir nechta modifikatsiyaga ega. Selenning ikkita metallmas va bitta metallsimon modifikatsiyasi bor. Tellurning bitta kumushsimon oq kristall

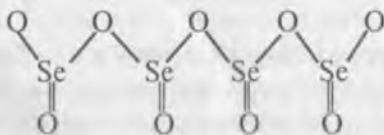
yoki kulrang tusli kukun modifikatsiyasi mavjud. Suyuqlantirilgan selenni tez sovitish natijasida qizg'ish-jigarrang yaltiroq selen olish mumkin. Amorf selen suvda erimaydi, uglerod (IV) sulfidda ozroq eriydi, qizdirilganda, o'zidan ko'p issiqlik chiqarib metallsimon selenga aylanadi. Selening bu modifikatsiyasi barqaror bo'lib, elektr tokini o'tkazadi, yorug'lik ta'sirida elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Tellur ham qizdirilganda kukun holatdan kristall holatga va kristall holatdan kukunga aylanadi. Tellur juda mo'rt modda bo'lib, yarim o'tkazgich xossasini namoyon qiladi. Selenga oddiy sharoitda havo ta'sir etmaydi, tellur esa odatdagi sharoitda TeO_2 hosil qilib oksidlanadi. Selen va tellur kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan konsentrlangan kislotalarda eriydi:



Selen va tellur ishqorlarda eriydi:



Selen va tellur galogenlar bilan birikib galogenidlar, metallar bilan esa selenid va telluridlar hosil qiladi. Selen va tellurning galogenli birikmalari zaharli moddalar. Selen va tellur tetraftorid kuchli ftorlash xossasiga ega, ishqoriy va boshqa aktiv metallar bilan SeF_5^- va TeF_5^- tarkibli anionlarga ega bo'lgan tuzlar hosil qiladi. Selen va tellurning SeF_6 va TeF_6 birikmalari SF_6 ga qaraganda reaksiyaga kirish xususiyati kuchli bo'lib, suv ta'sirida to'liq gidrolizlanadi. Selen va tellurning SeO_2 , TeO_2 , SeO_3 va TeO_3 tarkibli oksidlari ma'lum. SeO_2 oq tusli uchuvchan qattiq modda, gaz holatda simmetrik molekulani tashkil qiladi, boshqa holatda zanjirsimon polimerlanadi:

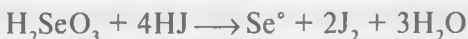


SeO_2 suvda oson erib, selenit $\text{OSe}(\text{OH})_2$ kislotani hosil qiladi. Bu kislota eritmalarida HSeO_3^- va SeO_3^{2-} ionlarini hosil qilib bosqichli dissotsilanadi. Bu kislota konsentrlangan holatda bo'lganida pirosele nit ioni hosil bo'ladi:



Selenit kislota va uning tuzlari kuchli oksidlovchi xossasiga ega.

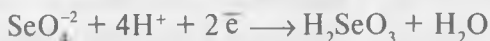
Shuning uchun SO_2 , HJ , H_2S va boshqa moddalarni oksidlaydi.



TeO_2 oq rangli qattiq modda, ion panjaralar hosil qilib kristallanadi, suvda eriydi, to'yingan eritmasi tellurit kislota bo'lib, faqat eritmalaridagina mavjud. TeO_2 kuchli asoslarda erib telluritlar, bitelluritlar va politelluritlar hosil qiladi.

SeO_3 ni erkin holatda ajratib olish juda qiyin. Chunki SeO_3 kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgani uchun ko'pgina erituvchilar bilan portlash hosil qilib reaksiyaga kirishadi. Lekin vakuumda dietilefirda, SO_2 va sirka angidridda eriydi. SeO_3 gigroskopik, suvda oson erib selenat kislota hosil qiladi, kristall holatda sharsimon molekuladan iborat bo'ladi.

Selenat kislota va uning tuzlari selenitlarga kuchli oksidlovchilar yoki suyuqlantirilgan selenga kaliy nitrat ta'sir ettirib olish mumkin. Toza holdagi selenat kislota rangsiz kristall gidratlar hosil qiladi, xossalari bilan sulfat kislotaga o'xshaydi. Qizdirilganda kislorod ajratib parchalanadi, kuchli oksidlovchi:



TeO_3 — tellurat kislotani suvsizlantirib hosil qilinadi, suvda sekin eriydi, kuchli asoslar bilan birikib tellurat birikmalar hosil qiladi.

Tellurat kislota selenat va sulfat kislotalardan keskin farq qilib, tarkibi $\text{Te}(\text{OH})_6$ formula bilan ifodalanadi. Bu kislota va uning tuzlarini telluri yoki TeO_2 ni kuchli oksidlovchilar (K_2O_2 , Na_2O_2 , CrO_3) bilan oksidlab olish mumkin. Selen,

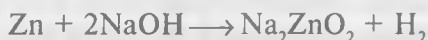
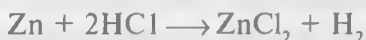
tellur va ularning birikmalari yarimo‘tkazgichlar tayyorlashda, metallurgiyada, kauchukni vulqonlashda, shisha ishlab chiqarishda, rezina sanoatida, organik moddalarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi.

XVI BOB

VODOROD VA UNING XOSSALARI

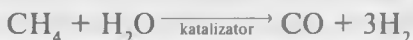
Vodorod boshqa elementlarga qaraganda oddiy tuzilishga ega. Vodorodning yadro zaryadi +1 ga teng bo‘lib, 1 ta s¹ elektroni mavjud. Vodorodning 3 ta izotopi bor. Protiiy ¹H, deyteriy ²H va tritiiy ³H. Vodorod izotoplari protiiy — bir proton va bir elektron, deyteriy — bir proton, bir neytron va bir elektron, tritiiy — bir proton, ikki neytron va bir elektrondan tashkil topgan. Vodorod tabiatda erkin holda suv, neft, toshko‘mir, organik birikmalar tarkibida uchraydi.

Olinishi. Vodorod laboratoriyada rux yoki alyuminiy metaliga kislota yoki ishqorlar ta’sir ettirib olinadi.

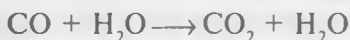
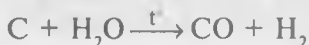


Vodorod sanoatda quyidagi usullar bilan hosil qilinadi.

1. Tabiiy organik moddalardan olinadi:



2. Cho‘g‘lantirilgan koksga suv bug‘i ta’sir ettirib olinadi:



3. Suvni elektroliz qilib olinadi:





K(—)

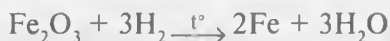
A(+)



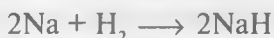
Xossalari. Vodород atomi oʻzidan bir elektron berib, H^+ ioniga aylanadi. Bunday musbat zaryadlangan vodород ioni koʻpgina kovalent bogʻlanishli birikmalarda kuzatiladi. Oddiy sharoitda bunday birikmalar gazsimon, suyuq va qattiq moddalardir. Bunday birikmalarning xossalari vodород bilan bogʻlangan elementlarning tabiatiga bogʻliq boʻladi. HF , H_2O , NH_3 lar qutblangan boʻlgani uchun ular suyuq holatda yaxshi erituvchi hisoblanadi. Vodород ioni H^+ holatda hech qachon eritmada mavjud boʻla olmaydi. Faqat solvatlangan H_3O^+ mavjudligi aniqlangan. Maʼlum eritmalarda solvatlangan vodород ioni hosil qilgan birikmalar *kislotalar* deb ataladi.

Vodород atomi oʻzi bilan birikayotgan elementning tabiatiga qarab bitta elektron qabul qilib H^- ionini hosil qilishi mumkin. Agar vodород kimyoviy reaksiyada oksidlovchi vazifasini bajarsa, u xuddi galogenlar kabi birikma hosil qiladi. Bundan tashqari, vodород molekulasini elektr razryad orqali oʻtkazish natijasida atom holatdagi vodород hosil boʻladi. Atomar vodород — vodород molekulasiga qaraganda bir necha marta aktivdir. Atomar vodород bitta toq elektronli sistema boʻlgani uchun koʻpgina boshqa elementlar bilan kovalent bogʻlanish hosil qilib oson birikadi. Atomar vodород koʻpgina metallarda osonlik bilan eriydi. Buning natijasida qotishmalar, intermetall birikmalar va qattiq eritmalar hosil boʻladi. Atomar vodородlar bir-biri bilan kovalent bogʻlanish orqali molekulyar vodород hosil qiladi. Molekulyar vodород juda mustahkam, kam qutblanuvchan, yengil va harakatchan kichik molekuladir. Shu sababli vodород past temperaturada suyuqlanadi va qaynaydi. Molekulyar vodород suvda va organik erituvchilarda kam eriydi, yuqori temperaturada atomlarga parchalanadi. Qattiq holatda vodород geksagonal kristall panjaraga ega. Vodород molekulasini oksidlovchi va qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi. Odatdagi sharoitda vodород aktiv emas, u faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda yoki yorugʻlik taʼsirida koʻpgina metallmaslar — xlor, brom, kislorod bilan reaksiyaga kirishadi. Vodородning qay-

taruvchi xossasidan foydalanib, uni metall oksidlaridan metallni qaytarishda ishlatiladi:



Aktiv metallar bilan vodorod oksidlovchi sifatida reaksiyaga kirishadi:



Vodorod yuqori temperaturada ko'pgina metallarda erishi natijasida qotishmalar hosil qiladi. Bulardan tashqari, vodorod musbat zaryadli molekulyar ion H_2^+ va manfiy zaryadli molekulyar H_2^- ion holida ham mavjud bo'la oladi. Lekin vodorodning bu ionlari beqaror bo'lib, juda qisqa vaqt mavjud bo'la olishi bilan tavsiflanadi.

Tarkibida biror element va vodorod bo'lgan murakkab birikmalar **gidridlar** deb ataladi. Gidridlar vodorod bilan element orasidagi bog'lanishning tabiatiga qarab tuzsimon, uchuvchan va polimer gidridlarga bo'linadi.

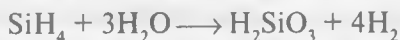
Tuzsimon gidridlar. Vodorod ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan MeH , MeH_2 tarkibli tuzsimon gidridlar hosil qiladi. Bu gidridlar oq kristall moddalar bo'lib, kuchli reaksiyaga kirishish xususiyatiga ega. Tuzsimon gidridlar metallar bilan vodorodni yuqori temperaturada to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etishi natijasida hosil bo'ladi. Tuzsimon gidridlar suyuqlantirilgan ishqoriy metallarning galogenidlarida yaxshi eriydi. Bunday eritmalar elektroliz qilinganda anodda vodorod molekullari ajralib chiqadi. Tuzsimon gidridlar termik beqaror, qizdirilganda metall bilan vodorodga oson parchalanadi, suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Shuning uchun tuzsimon gidridlar kimyoviy reaksiyalarda asos xossasini namoyon qiladi.

Uchuvchan gidridlar. Vodorod IV, V, VI gruppalarga oid metallmaslar bilan birikishi natijasida hosil bo'lgan gidrid-

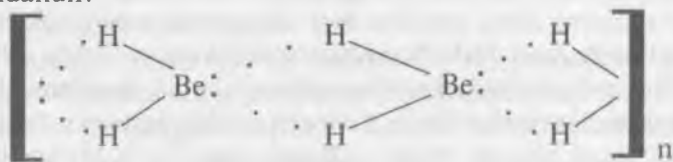
lar uchuvchan gidridlarga misol bo'la oladi. Uchuvchan gidridlarda vodorod bilan element orasida kovalent bog'lanish mavjuddir. Bunday gidridlarning gidrolizi natijasida kislotali muhit namoyon bo'ladi:



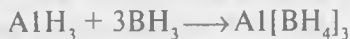
Uchuvchan gidridlar tuzsimon gidridlar bilan efirlar ishtirokida kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday gidridlarning nisbiy molekulyar massasi ortishi bilan suyuqlanish va qaynash temperaturalari ortib boradi. Lekin HF, H₂O, PH₃ birikmalar bu qoidaga bo'ysunmaydi. Chunki bu birikmalar kuchli qutblangan bo'lgani uchun qo'shimcha bog'lanish hosil qilib (NH₃)_n, (HF)_n, (H₂O)_n, (PH₃)_n polimerlangan bo'ladi. Shuning uchun NH₃ va PH₃ birikmalarda kuchsiz asos xossasi namoyon bo'ladi.

Polimer gidridlar. Polimer gidridlarda vodorod bilan element orasida qisman ion, qisman kovalent bog'lanish mavjud bo'ladi. Bunday birikmalarni asosan amfoter xossaga ega metallar hosil qiladi. Bu birikmalar oq rangli, uchmaydigan, organik erituvchilarda erimaydigan moddalardir.

Polimer gidridlarning bunday xossalarga ega bo'lishi, vodorod ko'priklari orqali bir-birlari bilan birikib polimerlanishidir:



Amfoter gidridlar asosli va kislotali gidridlar bilan reaksiyaga kirishadi. Alyuminiy gidrid reaksiyaga kirishayotgan moddaning tabiatiga qarab ham donor, ham akseptor vazifasini bajaradi:



asosli
gidrid



kislotali
gidrid

Bundan tashqari, vodorod oraliq metallar bilan ham gidridlar hosil qiladi.

Vodorodning oraliq metallar bilan hosil qilgan gidridlarida, asosan metall bog'lanish mavjud bo'lib, ular kulrang yoki qora rangli qattiq mo'rt moddalardir.

Vodorod va uning birikmalari ammiakni sintez qilishda, vodorod xlorid olishda, sintetik suyuq yoqilg'ilar ishlab chiqarishda, neft mahsulotlarini tozalashda, yog'larni gidrogenlashda, metallarni payvandlashda, volfram, molibden va boshqa elementlarni oksidlaridan qaytarib olishda, termoyadro yoqilg'i sifatida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

XVII BOB

YETTINCHI GRUPPA ASOSIY GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Yettinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlariga fluor F, xlor Cl, brom Br, yod J va astat At kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida s^2p^5 elektronlari mavjud. Bu element atomlari o'ziga bitta elektron biriktirib olib, o'zlarining sirtqi qavatlaridagi elektronlar sonini sakkiztaga yetkazib, inert gazlar konfiguratsiyasiga ega bo'lishga intiladi. Ular erkin holatda kuchli oksidlovchilardir. Bu elementlarni **galogenlar** deb yuritiladi. Galogen so'zi yunoncha so'z bo'lib, tuz hosil qiluvchi degan ma'noga ega. U o'z birikmalarida faqatgina — I oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Chunki fluor atomning elektrmanfiyligi katta qiymatga ega bo'lgani uchun, hatto kisloroddan ham elektroni tortib olib, OF_2 tarkibli kimyoviy birikma hosil qiladi. Xlor, brom va yodning vodorodli HCl, HBr, HI birikmalarining suvdagi eritmalari kuchli kislotalar bo'lib, HCl dan HI ga o'tgan sayin kislotali xossalari kuchayib boradi. HCl, HBr, HI larning qaytaruvchanlik xossalari ham HCl dan HI ga tomon kuchayib boradi, chunki galogenlarning ion zaryadi o'zgarmagan holda ion radiuslari ortib boradi. Xlor, brom, yod o'zlarini tashqi

elektron qavatlaridagi yettita elektronni berib, oksidlanish darajalarini +1 dan +7 gacha o'zgartira oladi. Astat esa tabiiy radioaktiv yemirilishlarning oraliq mahsulotlari sifatida, yadro reaksiyalari yordamida sun'iy ravishda hosil qilinadi. Qisman radioaktiv xossasiga ega.

Galogenlarning tabiatda uchrashi. Ftorning bitta — F, xlorning ikkita — $^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{37}_{17}\text{Cl}$, bromning ikkita — $^{79}_{35}\text{Br}$, $^{81}_{35}\text{Br}$ va yodning bitta — $^{127}_{53}\text{I}$ barqaror izotoplari mavjud. Bundan tashqari bu elementlarning sun'iy ravishda hosil qilingan bir nechtdan beqaror izotoplari ham ma'lum. Bu elementlarni tabiatda uchraydigan asosiy minerallari quyidagilardan iborat:

CaF_2 — flyuorit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ — ftorapatit, Na_3AlF_6 — kriolit, NaCl — osh tuzi, KCl — silvin, $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$ — silvinit, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — karnallit, AgBr — brom-argirit, $\text{Ag}(\text{Cl}, \text{Br})$ — embolit, $\text{Ca}(\text{JO}_3)_2$ — lautarit, AgJ — yod argirit va boshqalar. Bulardan tashqari, bu elementlar dengiz suvlari tarkibida har xil birikmalar holida uchraydi.

Olinishi. Ftor elementini 1886-yilda A. Muassan, xlorni 1774-yilda K. Sheelye, bromni 1826 yilda J. Balar, yodni 1811-yilda B. Kurtua, astatni 1940-yilda D. Karlson, K. Mak-Kenzi va E. Segrelar ajratib olganlar.

Hozirgi vaqtda ftor CaF_2 yoki KF , HF tarkibli tuzlarni yuqori temperaturada suyuqlantirib elektroliz qilib olinadi. Elektrod sifatida grafitdan foydalaniladi. Laboratoriyada xlor quyidagi usullar bilan olinadi:

1. Vodorod xlorid eritmasiga oksidlovchi ta'sir ettiriladi:

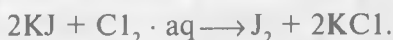
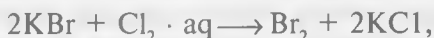


2. Tabiiy osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida oksidlovchilar ta'sir ettiriladi:



Texnikada xlor NaCl eritmasini elektroliz qilish natijasida olinadi. Bunda katod sifatida cho‘yan yoki simob ishlatiladi. Anodda xlor oksidlanadi, katodda esa vodorod qaytariladi.

Brom va yod bromid va yodidlarga xlor ta’sir ettirib olinadi:



Astat vismut metallini α — zarrachalar bilan nurlantirib, ekstratsiya qilib olinadi.

Xossalari. *Ftor* och-sarg‘ish, o‘tkir hidli gaz. Erkin holatda ftor molekularidan iborat bo‘ladi. Past temperaturada monoklinik panjara hosil qilib kristallanadi, yuqori temperaturada kubsimon panjara β — F_2 modifikatsiyasiga aylanadi. Ftor suvda yaxshi eriydi, vodorod bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:

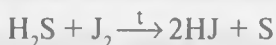


Ftor inert gazlardan tashqari ko‘pgina kukun holatidagi metallar bilan va C, Si, P, S kabi metallmaslar bilan qizdirilganda reaksiyaga kirishib **ftoridlar** hosil qiladi. Kislorod va azot bilan bevosita birikmaydi. Qo‘rg‘oshin, nikel va mis metallari va ularning qotishmalari ftor atmosferasida qizdirilganda, sirti barqaror ftorid pardasi bilan qoplanadi. Ftor ko‘pgina oksidlar, gidroksidlar va ularning tuzlari, uglerodlar va suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi. Xlor och-sarg‘ish tusli o‘tkir hidga ega bo‘lgan gaz. Xlor suvda CCl_4 , $TiCl_4$, $SiCl_4$ larda eriydi. Xlorda d — orbitallari mavjud bo‘lgani uchun uning oksidlanish darajasi -1 dan $+7$ gacha o‘zgaradi. Xlor kuchli oksidlovchi bo‘lgani uchun ko‘pgina metallar va metalloidlilar bilan reaksiyaga kirishadi. Vodorod xlor atmosferasida yorug‘lik ta’sirida shiddatli yonishi natijasida oq tusli vodorod xlorid gazi hosil qiladi.

Brom — to‘q-qizg‘ish-qoramtir tusli suyuqlik, bug‘lari o‘tkir hidli, to‘q-sarg‘ish rangli, bo‘g‘uvchi gaz. Bromning

elektronga moyilligi xlornikidan kichik. Shuning uchun brom xlorga qaraganda sustroq reaksiyaga kirishadi.

Yod — qoramtir binafsha rangli, metallsimon yaltiroq, rombik kristall panjaraga ega bo'lgan modda. Qizdirilganda to'g'ridan-to'g'ri bug'lanadi. Bug' holatda yod ikki atomli molekuladan iborat. Yod suvda yomon eriydi, CS_2 , CCl_4 larga o'xshash qutblanmagan erituvchilarda yaxshi erib, binafsha rangli eritmalar hosil qiladi. To'yinmagan uglevodorodlarda, suyuq SO_2 spirt va ketonlarda yod erib jigarrang tusli eritmalar hosil qiladi. Yod oddiy sharoitda ftor bilan, qizdirilganda vodorod, kremniy, oltingugurt va boshqa ko'pgina metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Yod nam ta'sirida ko'pgina metallar bilan birikib yodidlar hosil qiladi. Yodning suvdagi eritmasi boshqa galogenlar bilan birikadi. Yodning oksidlovchi xossasi xlor va bromnikiga qaraganda kuchsizroq namoyon bo'ladi:

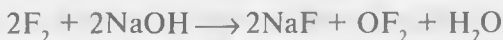


Astat — o'z xossalari bilan birmuncha yodga o'xshash, lekin radioaktiv metall xossasiga ham ega. Odatdagi sharoitda o'z-o'zidan bug'lanadi.

Astat organik erituvchilarda yaxshi eriydi, uning oksidlanish darajasi -1 dan $+7$ gacha o'zgaradi. Bu elementlarda grupp bo'yicha $F-Cl-Br-J-At$ qatorida chapdan o'ngga tomon elektronga moyillik kamaygani uchun, molekulalari ning elektrod potentsiallari ham kamayadi, lekin qaytaruvchi xossalari kuchayib boradi. Bu elementlarni termik barqarorligi ftordan xlor molekulalariga o'tgan sari ortib boradi, keyin xlordan yod molekulasi tomon sekin-asta kamayib boradi. Chunki xlordan yodga tomon atom radiuslari ortib borgan uchun, atomlar bir-biri bilan kuchsizroq kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Ftordan xlor molekulasi tomon mustahkam kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishiga sabab, ftor molekulasi faqatgina valent elektronlar jufti hisobiga hosil bo'lsa, xlor, brom va yod molekulalarida esa bu

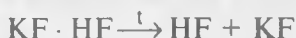
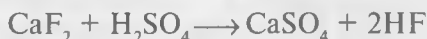
elektron juftdan tashqari donor-akseptor bog'lanish ham mavjud bo'ladi. Bunga sabab, fluor atomida bo'sh d — orbitallari mavjud emas, xlor, brom va yod atomlarida esa bo'sh d — orbitallari mavjud.

Xlor, brom va yod elementlari ishqor eritmalarida disproporsiyalanish xossasini namoyon qiladi:



XVII.1. GALOGENLARNING VODORODLI BIRIKMALARI

Vodorod ftorid. Gaz holdagi vodorod ftorid sanoatda CaF_2 ga konsentrlangan sulfat kislotasi ta'sir ettirib yoki nordon ftoridlarni qizdirib olinadi:



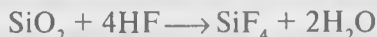
Toza vodorod ftorid rangsiz, o'tkir hidli zaharli gaz. Past temperaturada rangsiz, havoda shiddatli tutaydigan qutbli molekullardan iborat bo'lgan suyuqlik. Vodorod ftorid o'rtacha kuchdagi bir asosli kislotasi xossasini namoyon qiladi:



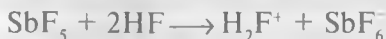
Suvdagi eritmasida muvozanatda bo'ladi:



Vodorod ftorid shisha tarkibidagi SiO_2 ni eritib gazsimon SiF_4 hosil qiladi:



Akseptor ftorid ioni bo'lgan ba'zi BF_3 , AsF_5 , SbF_5 va SnF_4 tarkibli moddalarning HF dagi eritmaları juda kuchli kislotasi xossasini namoyon qiladi. Chunki bu moddalar HF da erishi natijasida H_2F^+ ionining konsentratsiyasi ortadi:



Shuning uchun bunday eritmalar ko'pgina metallarni eritadi. Hatto nitrat kislota ham HF eritmasi bilan o'zaro ta'sirlashganda asos xossasini namoyon qiladi:



Vodorod ftorid eritmasi suvda yomon eriydigan NaF, KF, CaF₂ tarkibli tuzlarni hosil qiladi. Temir, alyuminiy, xrom, titan va boshqa metallarning ftoridlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:



Vodorod xlorid. Vodorod xlorid, asosan yorug'lik nuri ta'sirida vodorodga xlor ta'sir ettirib olinadi. Hosil bo'lgan gaz holdagi vodorod xloridni adsorbsion kameralarda suvga yuttirib, konsentrlangan xlorid kislota olinadi. Vodorod xloridni osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin. Bu jarayon ikki bosqichda davom ettiriladi:



Hozirgi vaqtda vodorod xlorid organik moddalarni xlorlashda va gidroxlorlashda qo'shimcha mahsulot sifatida hosil qilinmoqda. Bundan tashqari, MgCl₂ ning gidrolizi natijasida ham vodorod xlorid hosil bo'ladi.

Oddiy sharoitda vodorod xlorid rangsiz, o'tkir hidga ega bo'lgan gaz, suvda yaxshi erib, xlorid kislota hosil qiladi. Vodorod xlorid eritmasi ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan reaksiyaga kirishib vodorod ajratib chiqaradi, kislorda ta'sirida erkin xlor hosil qilib oksidlanadi. Vodorod xloridni turli usullar bilan hosil qilgan ECl_x tarkibli xlorid birikmalari ma'lum. Bu birikmalar asos, amfoter va kislota xossasiga ega. Bunday xossalarga ega bo'lishi element bilan xlor orasida vujudga kelgan kimyoviy bog'lanishning tabiatiga bog'liq bo'ladi. Ionli xloridlar asos xossasiga ega bo'lib, yuqori temperaturada suyuqlanadigan, suvda yaxshi eriydigan qattiq kristall moddalardir. Kovalent bog'lanishli xloridlar esa kislota xossasiga ega bo'lgan oson suyuqlanadigan gaz va suyuq mod-

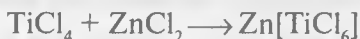
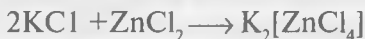
dalardir. Ion-kovalent bog‘lanishli xloridlar esa amfoter xos-saga ega bo‘lib oraliq holatni egallagan, suvda yaxshi eruv-
chan moddalardir. Asosli xloridlar gidrolizga uchramaydi,
kislotali xloridlar to‘liq gidrolizlanadi:



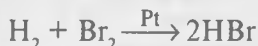
Asos xossasiga ega bo‘lgan xloridlar kislotali xloridlar bi-
lan reaksiyaga kirishib, kompleks birikmalar hosil qiladi. Kom-
pleks birikmalarning hosil bo‘lishida asosli xloridlar donor
vazifasini, kislotali xloridlar akseptor vazifasini bajaradi:



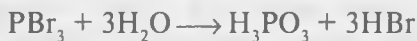
Amfoter xloridlar kislotali va asosli xloridlar bilan birikib,
kompleks birikmalar hosil qiladi:



Vodorod bromid — o‘tkir hidga ega bo‘lgan, havoda o‘z-
o‘zidan tutaydigan gaz. Vodorod bromid 200—300°C da pla-
tinadan tayyorlangan katalizator ishtirokida vodorodga brom
ta’sir ettirib olinadi:



Vodorod bromid PBr_3 ni gidroliz qilib ham olinadi:



Vodorod bromid organik moddalarni bromlashda ham
qo‘shimcha mahsulot sifatida hosil qilinadi. Vodorod bromid-
ning suvdagi eritmasi kuchli kislota. Vodorod bromid etanolda
ham yaxshi eriydi. Vodorod bromid eritmasi metallarga, metall
oksidlari va gidroksidlari bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi. Bro-
mid kislotaning tuzlari — metall bromidlar suvda yaxshi
eriydigan moddalardir.

Vodorod yodid — rangsiz bo‘g‘uvchi gaz, havoda o‘z-
o‘zidan kuchli tutaydi. Vodorod yodid yuqori temperaturada
katalizator ishtirokida vodorodga yod ta’sir ettirib yoki PJ_3

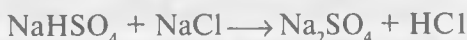
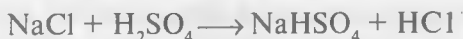
ni gidroliz qilib olinadi. Vodorod yodid suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmasi kuchli kislota, yorug'lik ta'sirida o'z-o'zidan yod hosil qilib parchalanadi.

Vodorod yodidning suvdagi eritmasi hosil qilgan tuzlari — metall yodidlar kuchli qaytaruvchi xossasiga ega:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining yodidlari suvda yaxshi eriydigan, qizdirilganda va yorug'lik ta'sirida oson parchalanadigan moddalardir. Galogenlarning vodorodli birikmalarini termik barqarorligi va hosil bo'lish issiqliklari HF dan HJ ga o'tgan sari kamayib boradi. Bunga sabab galogenlarning atom radiuslari ortib, vodorod bilan hosil qilgan kimyoviy bog'lanish energiyasining kamayib borishidir. Galogenid kislotalarining kuchi HF—HCl—HBr—HJ qator bo'ylab ortib boradi. Vodorod galogenidlarning qaytaruvchilik xossalari HCl—HBr—HJ qator bo'ylab kuchayib boradi.

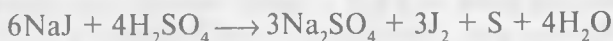
Natriy xloridga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilsa, gaz holdagi vodorod xlorid hosil bo'ladi:



Vodorod bromid va vodorod yodidni bu usul bilan olib bo'lmaydi. Chunki ular kuchli qaytaruvchilar bo'lgani uchun erkin brom va yodgacha oksidlanadi:



Vodorod yodid juda kuchli qaytaruvchi bo'lgani sababli hatto suyultirilgan sulfat kislota vodorod sulfidgacha qaytaradi:



XVII. 2. GALOGENLARNING KISLORODLI BIRIKMALARI

Galogenlar kislorod bilan to'g'ridan-to'g'ri birikmaydi, lekin ularning oksidlari, kislorodli kislotalari, hosil qilgan tuzlari xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega.

Kislorod ftorid. Ftorning OF_2 , O_2F_2 , O_3F_2 va O_4F_4 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum. Kislorod ftorid OF_2 vodorod ftorid va kaliy ftorid aralashmalari eritmasini elektroliz qilib olinadi.

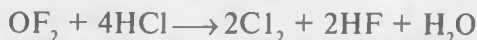
Kislorod diftorid — och sarg'ish tusli, zaharli, uncha aktiv bo'lmagan gaz. Kislorod diftoridni H_2 , CH_4 va CO bilan aralashmasi uchqun ta'sirida kuchli portlaydi, Cl_2 , Br_2 va J_2 bilan aralashmasi oddiy sharoitda o'z-o'zidan portlaydi. OF_2 ishqorlar ta'sirida parchalanadi:



Suv bilan sekin reaksiyaga kirishadi, lekin suv bug'i ta'sirida portlaydi:



Kislorod ftorid boshqa galogen kislotalar yoki tuzlari eritmalaridan galogenlarni siqib chiqaradi:



Kislorod diftorid ta'sirida metallar va metallmaslar oksidlanadi.

Dioksodiflorid O_2F_2 — och sarg'ish-qizil tusli qattiq modda, termik barqaror, kuchli oksidlovchi va ftorlovchi xossaga ega. Ko'pgina moddalar dioksodiflorid bilan aralashtirish natijasida portlaydi. O_3F_2 va O_4F_2 lar yopishqoq, och qizg'ish tusli suyuqliklar bo'lib, faqat past temperaturadagina mavjud bo'la oladigan termik beqaror moddalardir. Xlorning Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 va Cl_2O_7 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum.

Xlor (I) oksid — Cl_2O — yangi tayyorlangan simob (II) oksidga xlor gazi yuborish bilan hosil qilinadi. Cl_2O — oddiy sharoitda sarg'ish-qizg'ish tusli gaz, qizdirilganda yoki elektr uchquni ta'sirida Cl_2 va O_2 hosil qilib portlaydi. Xlor

(I) oksidi suvda eritilganda sarg'ish qizil tusli, ma'lum miqdordagi gipoxlorit kislota HClO bo'lgan eritmahosil qiladi. Xlor (I) oksidi ishqorlar ta'sirida gipoxlorit tuzlar hosil qiladi. Gipoxlorit tuzlar kuchli oksidlovchilardir:



Xlor (I) oksidga to'g'ri keladigan kislotalar gipoxlorit kislota, tuzlari esa gipoxloritlar deb ataladi. Gipoxlorit kislota HClO xlorning gidrolizi natijasida hosil bo'ladi:



Gipoxlorit bir negizli kuchsiz kislota, oson parchalanadi:



Gipoxlorit kislota tuzlari ishqor eritmalariga xlor ta'sir ettirish usuli bilan hosil qilinadi:

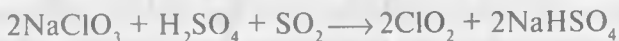


Xlorid kislota angidridi Cl_2O_3 olingan emas. Lekin uning faqatgina eritmalaridagina mavjud bo'lgan barqaror xlorid kislotalari olingan. Xlorid kislota kuchsiz kislota va kuchli oksidlovchi. Uning hosil qilgan tuzlari **xloritlar** deb atalib: suvda yaxshi eriydigan rangsiz moddalardir. Xloritlar kislotali muhitda oksidlovchi xossasiga ega. Qizdirilganda portlash hosil qilib parchalanadi:



Xlor (IV) oksidi KClO_3 ga qaytaruvchi sifatida oksalat kislota ishtirokida suyultirilgan H_2SO_4 ta'sir ettirib olinadi. Bu reaksiyada ajralib chiqayotgan SO_2 va ClO_2 ni suyultirishda ishlatiladi.

Sanoatda ClO_2 natriy xlorit tuziga qaytaruvchi sifatida sulfat angidrid ishtirokida sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:

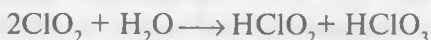


ClO_2 — sarg'ish-yashil tusli, o'tkir hidli, simmetrik strukturaga ega bo'lgan gaz. ClO_2 — qutbli modda bo'lgani uchun

reaksiyaga kirishishi kuchli, havoda o'z-o'zidan shiddatli portlaydi, kuchli oksidlovchi. Ishqorlar bilan xlorit va xloratlar hosil qiladi:



Suv bilan xlorit va xlorat kislota eritmalarini hosil qiladi:

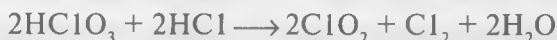


Xlor (IV) oksid eritmasi qorong'ida barqaror, yorug'lik ta'sirida sekin-asta HCl va HClO₃ hosil qilib parchalanadi. Xlor (IV) oksid ClO₂ ga muvofiq keladigan kislota olingan emas.

Xlorat anhidrid Cl₂O₅ olingan emas. Lekin unga mos keladigan xlorat kislota HClO₃ mavjud. Xlorat kislotani bariy xloratga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



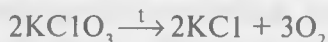
Xlorat kislota bir negizli kuchli kislota, o'z xossalari bilan HNO₃ kislotaga o'xshaydi. Xlorat kislotaning xlorid kislota bilan aralashmasi xuddi zar suvi kabi kuchli oksidlovchidir:



Xlorat kislota tuzlari **xloratlar** deb ataladi. Ular xlorga ishqor eritmasini ta'sir ettirib yoki gipoxloritlarni termik parchalab hosil qilinadi:



Xloratlar KCl yoki NaCl eritmalarini elektroliz qilish natijasida ham hosil bo'ladi. Xloratlar suvda yaxshi eriydigan, rangsiz, qizdirilganda kislrod ajratib parchalanadigan moddalardir:



Xloratlar kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun qaytaruvchi bilan aralashirilganda portlovchi moddalar hosil bo'ladi.

Xlor (VI) oksid past temperaturada ClO₂ ga ozon ta'sir ettirish natijasida hosil qilinadi. Xlor (VI) oksid oddiy sha-

roitada qizil-qoramtir tusli suyuqlik, toza holda barqaror, organik moddalar ta'sirida kuchli portlaydi, xlor (VI) oksid suvda erishi natijasida perxlorat kislota hosil qiladi.

Xlor (VII) oksid Cl_2O_7 , rangsiz moysimon suyuqlik, suvda yaxshi eriydi, qizdirilganda va zarb ta'sirida portlaydi. Xlor (VII) oksidga mos keladigan perxlorat kislota perxlorat tuzlarga vakuumda sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi. Perxlorat kislota havoda o'z-o'zidan tutaydigan, termik beqaror, suvda yaxshi eriydigan, organik moddalar ta'sirida tez parchalanadigan suyuqlik. Bu kislota tuzlarini xloratlarni katalizatorsiz parchalab olinadi. Xlorning kislorodli kislotalari kuchi xlorning oksidlanish darajasi ortishi bilan ortadi, oksidlanish xususiyati esa kamayadi.

Bromning Br_2O , BrO_2 , BrO_3 va Br_2O_7 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum.

Brom (I) oksid Br_2O — qo'ng'ir-qizg'ish tusli suyuqlik, qizdirilganda shiddatli parchalanadi. Brom (IV) oksid sariq rangli qattiq modda, yuqori temperaturada beqaror, ma'lum sharoitda vakuumda Br_2O hosil qilib parchalanadi. Brom (VI) oksid BrO_3 oq rangli, qattiq beqaror modda. Brom (VII) oksid Br_2O_7 oq rangli, suvda yaxshi eriydigan qattiq modda.

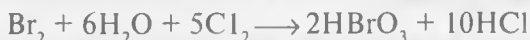
Bromning gipobromid HBrO va bromat HBrO_3 kislotalari bor. Gipobromid kislota bromni simob (II) oksid ishtirokida suvda eritib olinadi. Gipobromid kislota gipobromidlari termik beqaror bo'lgani uchun qizdirilganda disproporsiyalanadi:



Bromat kislota bariy bromatga suyultirilgan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Bundan tashqari, bromli suvga xlor ta'sir ettirib ham bromat kislota olish mumkin:



Bromat kislotaga mos keladigan tuzlar **bromatlar** deb ataladi. Bromatlar bromitlarni termik parchalab yoki xloratlarga bromidlar ta'sir ettirib olinadi:

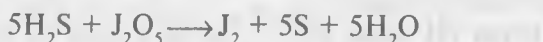


Texnikada bromatlar KBr va NaBr eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

Yodning J_2O va J_2O_5 tarkibli kislorodli birikmalari ma'lum: J_2O_5 — oq rangli kristall tuzilishiga ega bo'lgan barqaror modda. Peryodat kislotani termik parchalash natijasida hosil qilinadi. J_2O_5 — 300° gacha barqaror, keyin yod va kislorod hosil qilib suyuqlanadi. U suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



J_2O_5 — kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun H_2S , HCl va CO lar bilan reaksiyaga kirishadi:



Yodning gipoyodid HJO , yodat HJO_3 va peryodat HJO_4 tarkibli kislorodli kislotalari bor. Gipoyodit kislotaning tuzlari gipoyoditlar juda beqaror moddalar bo'lib, osonlik bilan yodatlarga aylanadi. Lekin gipoyoditlar kislotaga qaraganda barqaror moddalardir. Agar yodga ishqor ta'sir ettirilsa, avval gipoyodatlar, so'ng ular yodatlarga va yodidlarga parchalanadi:



Gipoyodit kislotavauning tuzlari oksidlovchilardir. Yodat kislotani HJO_3 yodga nitrat kislotaga yoki xlorli suv ta'sir ettirib hosil qilinadi:



Yodat kislotada suvda yaxshi eriydigan rangsiz kristall modda. Yodat kislotaning tuzlari yodatlar, bromatlar va xloratlar kabi neytral va ishqoriy eritmalarda oksidlovchi xossani namoyon qilmaydi, zarba ta'sirida portlaydi. HCl_3 — HBrO_3 — HJO_3 qatorda kislotalarning barqarorlik darajasi chapdan o'ngga tomon kuchayadi, oksidlanish xossasi va kislotaning kuchi pasayib boradi.

Galogenlar o'zaro birikib, asosan birlamchi va uchlamchi birikmalar hosil qiladi. Bulardan BrCl , JCl , JCl_3 , JBr lardan boshqa barcha birikmalar ftor galogenlardir.

Birlamchi galogenli birikmalarning reaksiyaga kirishishi xususiyati kuchli bo'lib, oksidlovchi xossasiga ega, ko'pgina erkin holatdagi elementlar bilan birikib galogenidlar aralashmasini hosil qiladi. Ular suv ta'sirida gidrolizlanadi:



Uchlamchi galogenlararo birikmalar suv ta'sirida kuchli portlash hosil qilib parchalanadi. Galogenlararo birikmalar ichida eng ko'p tarqalganlari galogenftoridlardir. ClF va ClF_3 ni to'g'ridan-to'g'ri mis idishda 250°C da xlorga ftor ta'sir ettirib olish mumkin. ClF_3 ni ClF_3 ga 250 atmosfera bosimda 350°C da F_2 ta'sir ettirib olinadi. Galogenftoridlar reaksiyaga kirishish xususiyati kuchli bo'lgani uchun organikada ftorlash keng qo'llaniladi. Galogenftoridlarning aktivligi ClF_3 — BrF_5 — JF_7 — ClF — BrF_3 — JF_5 — BrF qator bo'yicha chapdan o'ngga o'tgan sari kamayib boradi. Galogenlar va ularning birikmalari tibbiyotda, fotografiyada, oziq-ovqat sanoatida, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, dezinfeksiya maqsadlarida, portlovchi moddalar olish, organik moddalarni sintez qilish va spektroskopiyada ishlatiladi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning asosiy mazmuni. Metall va metallmaslar o'zlarining fizik va kimyoviy xossalari bilan farqlanadilar. Metallmaslar metallardan farqli o'laroq yaltiroq bo'lmaydi, ishlovga yaxshi berilmaydi, elektr toki va issiqlikni yomon o'tkazadi. Bundan tashqari,

metallmaslarning yuqori ionlanish energiyasiga ega bo'lishi ularning elektromanfiyligi kattaligi bilan tavsiflanadi. Alohida gruppalarga kiruvchi elementlarda atom raqami orta borishi bilan atom radiusi ham ko'paya boradi, elektromanfiyligi va ionlanish energiyasi kamayadi. Elementlarda metall tabiati ularning elektromanfiyligiga qarab o'zgaradi. Asl gazlar mustahkam va barqaror elektron konfiguratsiyaga egaligi tufayli, birikmalarning kamligi bilan tavsiflanadi. Faqat ksenonning ftoridlari va oksidlari hamda kriptonning ftoridi KrF_2 olingan.

Mazkur bobda elementlarning asosan bosh gruppasi (A) ga kiradigan vakillari qaraladi. Ularning tabiatda uchrashi, mineral-lari, olinishi, fizik-kimyoviy xossalari, ishlatilishi hamda ahamiyati haqida ma'lumotlar berilgan. Shu munosabat bilan bu yerda keltirilayotgan mashq va masalalar hamda test savollari barcha gruppasi uchun tipik bo'lishini hisobga olib umumiy holda berilishini lozim deb topamiz.

Bobni o'rganishdan maqsad

1. Elementning davriy jadvaldagi o'rni hamda xossalariga asoslangan holda mazkur elementni metall yoki metallmasligini aniqlay olish.
2. Metallar va metallmaslarning strukturalarini farqlay bilish.
3. Gruppalar yoki davrlardagi ba'zi elementlarning elektromanfiyligi va metallik tabiatini aytib berish.
4. Elementlarni turli usullarda olishning kimyoviy tenglamalarini tuzish.
5. Elementlar birikmalarida oksidlanish darajalarini belgilay olish.
6. Elementlarning kislorodli, galogenli, vodorodli va oltingurtli birikmalarining xossalarini, ularni olish yo'llari va sharoitlarini bilish.

Mashq va masalalar

1. Metallni metallmasdan farqlovchi ikkita kimyoviy va ikkita fizik xossasiga misol keltiring.
2. Bobda keltirilgan materiallardan foydalanib kislorod bilan ruxning kimyoviy va fizik xossalarini yonma-yon yozib chiqing. Mazkur ma'lumotlar kislorodning metallmas, ruxning metall element ekanligini isbotlashiga ahamiyat bering.

3. Galogenlar (yoki boshqa elementlar) ni sanoat miqyosida olinuvchi usullarining to'la kimyoviy reaksiyalarini ifodalang.

4. Element sifatidagi ftorni nega suvli eritmadan olish mumkin emasligini tushuntiring.

5. 600 g H_2S ni $200^\circ C$ da va 1334 Pa bosimda yoqilganida qancha hajmda SO_2 gazi hosil bo'ladi?

6. Nima uchun fosfor xona temperaturasida azotdan farqli o'laroq ikki atomli molekula P_2 hosil qilmaydi?

7. Quyidagi kislotalarning har biri uchun angidridlari formulasini keltiring: H_3PO_3 , $HClO_4$, H_3AsO_4 , H_3BO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 .

XVIII BOB

d-ELEMENTLAR

XVIII. 1. QO'SHIMCHA GRUPPACHA ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

d-elementlar har qaysi katta davrda s- va p- elementlar orasidagi o'nta katakni ishg'ol qiladi.

Bu elementlarning umumiy soni 33 ta bo'lib, to'rtinchi, beshinchi, oltinchi davrlarda o'ntadan va yettinchi davrda uchtadir. Qo'shimcha gruppacha elementlari *oraliq elementlar* deb ham yuritiladi.

d-elementlarda bir elementdan ikkinchisiga o'tilganda atomlarning sirtqi qavatdan bitta ichkari qavatiga ortib boruvchi 1 ta elektron joylasha boradi. Bu elementlarning kimyoviy xossalari sirtqi va undan bitta ichkarigi qavatlariga joylashgan elektronlar soniga bog'liq bo'ladi. d-elementlarning o'ziga xos xususiyatlari metallar atomlarining elektron tuzilishiga — sirtqi elektron qavatda ko'pincha ikkita s-elektroni (ba'zan, bitta s-elektron) bo'lishi bilan tavsiflanadi. Bu elementlar atomlarining ionlanish energiya miqdori kamligi sababli sirtqi elektronlar yadro bilan nisbatan bo'shroq bog'langandir. Shunga ko'ra, oraliq elementlar hosil qilgan birikmalarida musbat oksidlanganlik namoyon qiladi, bu ularning asosiy gruppacha metallari kabi metallik xususiyatlariga ega bo'lishini taqozo qiladi. Ammo asosiy va qo'shimcha gruppacha metallari orasida ma'lum farqlar ham mavjud. Oraliq element atomlarining sirtqidan oldingi elektron qavatlarida elektronlar bilan to'lmagan d-sathcha mavjud bo'ladi. Oraliq elementlar

atomlari kimyoviy bog'lanish hosil qilganda faqat tashqi elektronlar emas, balki d-elektronlari ham ishtirok etadi. Shu sababli oraliq elementlar uchun asosiy gruppacha metallariga qaraganda o'zgaruvchan valentli bo'ladi. Buning natijasida oraliq elementlarda barqaror kompleks birikmalar hosil qilishga moyillik ko'proq seziladi.

Har bir davrda asosiy gruppacha elementlari, ya'ni s- va p- elementlarida ularning tartib belgisi orta borgan sari atomlar tashqi elektron qavatida elektronlar soni ko'paya boradi, bu tipik metallardan metallmaslarga o'tishga olib keladi. Oraliq elementlarda esa tartib sonining ortishi bilan tashqi elektron qavatlarining tuzilishi deyarli o'zgarmaydi, shuning uchun, elementlar xossalari ham asosiy gruppacha elementlariga qaraganda juda sekinlik bilan o'zgaradi. Skandiy, titan, vanadiy, xrom va marganesda yuqori oksidlanish darajasi guruh tartib soniga teng bo'lsa, temirniki olti, kobalt bilan nikelniki uch, mis va ruxniki ikki bo'ladi. Shunga qarab moddalar barqarorligi ham o'zgaradi. TiO va VO oksidlaridan titan bilan vanadiyning oksidlanganlik darajasi +2 bo'lib, kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. Lekin ularga o'xshash mis va rux oksidlari qaytarish xususiyatiga ega emas.

XVIII. 2. SKANDIY GRUPPACHASI

III gruppaning qo'shimcha gruppachasiga skandiy (Scandium) Sc, ittriy (Ittrium), lantan (Lantium) La va aktiniy (Actinium) Ac kiradi.

Skandiyning mavjudligini D.I. Mendeleev 1870-yilda oldindan aytib bergan. Oradan to'qqiz yil o'tgach, uni L.N. Nilson toza holda oladi.

Skandiy gruppachasi elementlari atomlari tashqi elektron qavatlarida ikkitadan va undan keyingi qavatda esa to'qqiztadan elektron saqlaydi.

Quyida gruppacha elementlari atomlarining tashqi va undan oldingi elektron qavatlarini tuzilishi keltirilgan:

Sc	$3s^2$	$3p^6$	$3d^1$	$4s^2$
V	$4s^2$	$4p^6$	$4d^1$	$5s^2$
La	$5s^2$	$5p^6$	$5d^1$	$6s^2$
Ac	$6s^2$	$6p^6$	$6d^1$	$7s^2$

Ularda tartib belgisi oshgan sari ionlanish energiyasi (6,66 eV dan 5,51 eV gacha) kamayib boradi, ion radiusi esa (0,083 dan 0,11 nm gacha) ortadi. Gruppachaning har bir elementi o'zidan keyin tegishli d- elementlar dekadasini vujudga keltiradi. Skandiy gruppachasi elementlarining o'z birikmalari-dagi oksidlanganlik darajasi ko'pincha +3 ga teng bo'ladi.

Skandiy, ittriy va lantan yer qobig'ida massasi bo'yicha $6 \cdot 10^{30}$ % ni tashkil etadi. Aktiniy ancha kam tarqalgan bo'lib, massasi bo'yicha $6 \cdot 10^{-10}$ % atrofidadir.

Skandiy gruppachasi elementlari ularning fluoridlarini (ba'zan, xloridlarini) qaytarib olinadi. Birikmalari esa tuzlari yoki oksidlaridan turli yo'llar bilan sintez qilinadi.

Skandiy gruppachasining elementlari erkin holatda yuqori temperaturada suyuqlanadigan oq-kumush rang metallar bo'lib, suyultirilgan anorganik kislotalar (HCl, H₂SO₄ va HNO₃) da eriydi. Qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi.

Gidroksidlari asosli xossaga ega. Qizdirilganda oksidlarga o'tadi. Lantan gidroksidi La(OH)₃ kuchli asos hisoblanadi. Skandiy gidroksidi konsentrlangan ishqor eritmasida gidroksoskandiatga (masalan, Na₃[Sc(OH)₆]) aylanadi. Gruppacha elementlari gidroksidlaridan ba'zilar amorf holda ham uchraydi. Gidroksidlar elementlar tuzlarining suvli eritmalaridan ammiak yoki ishqorlar bilan cho'ktirib olinadi. Ular birikmalarning boshqa birikmalarini olishda xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

Skandiy gruppasi elementlari kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan, skandiy oksalat geksagidrat Sc₂(C₂O₄)₃ · 6H₂O yoki MeSc(C₂O₄)₂ · $\sqrt{2}$ H₂O va Me₃Sc(C₂O₄)₃ · 4H₂O (Metall ishqoriy metall) kabi komplekslari skandiyning galoidli birikmalari neytral yoki nordon eritmalariga oksalat kislota ta'sir ettirib hosil qilinadi.

Skandiy gruppachasi elementlari birikmalari lazer materiallari, elektron asboblarda katodlar va EHM larda ishlatiluvchi ferritlardan yasaluvchi yodlab qolish moslamalarida qo'llaniladi.

XVIII. 3. TITAN GRUPPACHASI

Bu gruppacha titan (Titanium) Ti, sirkoniy (Zirkonium) Zr, gafniy (Hafnium) Hf va sun'iy ravishda olingan kurchatoviy (Kurchatovium) Ku ni o'z ichiga oladi. To'rtinchi gruppaga asosiy gruppachasi metallari bo'lgan qalay va qo'rg'oshinga qaraganda titan gruppachasi elementlarida metallik xususiyati kuchliroq bo'ladi.

Titan gruppachasi elementlari atomlari tashqi qavatda ikkitadan, tashqaridan ikkinchi qavatda 10 tadan elektron saqlaydi, bularning ikkitasi d-sathchada joylashadi. Shu sababli titan gruppachasida metallar uchun xos oksidlanish darajasi +4 ga, kam hollarda +3 va +2 ga teng bo'ladi. Sirkoniy +1 ham bo'ladi.

Titan gruppachasi elementlari erkin holatda tipik metallar bo'lib, ko'rinishidan po'latga o'xshaydi. Bularning hammasi qiyin suyuqlanuvchan havo va suv ta'siriga berilmaydigan oq-kumushrang yaltiroq metallardir.

Titanning tabiatda (massa soni 46—50 bo'lgan) beshta izotopi ma'lum. Asosiy minerallari rutil — TiO_2 , ilmenit — $FeTiO_3$, titanomagnetit — $FeTiO_3$, perovskit — $CaTiO_3$, loparit — $(Na, Ge, Ca) \cdot (Nb, Ta)_2O_6$ va titanit — $CaTiO(SiO_4)$ dir.

Sirkoniyning ikki minerali bor, bular sirkon $ZrSiO_4$ va batseleit ZrO_2 lardir.

Gafniy izomorf aralashma sifatida sirkoniy minerallarida uchraydi.

Titan ruda yoki konsentratlaridan uning dioksidiga o'tkazilib, keyin xlorlanadi va magniy bilan qaytarib qayta hosil qilinadi. Magniy o'rnida ba'zan natriy ham qo'llanadi. Sirkoniy, sirkon rudasini $K_2[SiF_6]$ bilan qizdirib yoki xlorlab, keyin qaytarib olinadi. Mana shu usul bilan gafniy ham ajratiladi.

Xona temperaturasida titan HCl , H_2SO_4 issiq holdagi CCl_3COOH , $HCOOH$, $(COOH)_2$ bilan qizdirilganda esa kislorod ($400-500^\circ C$), azot ($600^\circ C$ dan yuqori) va galoidlar ($200^\circ C$) bilan reaksiyaga kirishadi. Vodород va atmosfera gazlarini yutadi.

Sirkoniy H_2O , HCl , HNO_3 , H_3PO_4 va ishqorlar ta'siriga chidamli. Kislorod galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, vodorod va azotni yutadi. Qizdirilganda HF eritmasi, konsentrlangan H_2SO_4 va zar suvi bilan reaksiyaga kirishadi. Gafniy kimyoviy xossalari bo'yicha sirkoniyga yaqin turadi, kurchatoviy esa gafniyning analogidir.

Titan gruppachasi elementlari antikorrozion materiallar tayyorlashda, yadro reaktorlarida getter sifatida, qotishmalar tayyorlashda, raketosozlik va kemasozlikda, kimyoviy asboblarni ishlab chiqarishda va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Titan dioksidi TiO_2 — suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydigan oq kristall modda. Kislota va ishqor xossalari kuchsiz namoyon bo'luvchi amfoter oksiddir. Tabiatda rutil, anataz va brukit nomida uch modifikatsiyada uchraydi. Titan belilalar, emallar, shisha, glazur, to'ldirgich va pigment tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Sirkoniy dioksid ZrO_2 — kimyoviy reagentlar ta'siriga berilmaydigan va termik kengayish koeffitsiyenti o'ta kichik bo'lgan birikma. Keramika va o'tga chidamli buyumlar, emallar, maxsus shisha, glazur, lazer materiallari va qimmatbaho toshlar — fianitlar olishda qo'llaniladi. Qattiq holdagi elektrolit va pyeoelektrik sifatida ishlatiladi.

Gafniy dioksid HfO_2 — $2780^\circ C$ da eruvchan va $5400^\circ C$ da qaynaydigan birikma. HF va H_2SO_4 da eriydi. Yadro reaktorlarida boshqaruvchi sterjen, himoya ekranlari, maxsus shisha va o'tga chidamli buyumlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Sirkoniy gidroksidlari kristall yoki gelsimon moddalar bo'lib, o'zgaruvchan tarkibga ega:



bu yerda: $n = 0 \div 4$.

Bular ZrO_2 va toza sirkoniy olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Metatitanat kislota H_2TiO_3 va ortotitanat kislota H_4TiO_4 tuzlari **titanatlar** deb nomlanadi. Ishqoriy metallar titanatlari $800-1000^\circ C$ da eriydi, suvda gidrolizlanadi. Ikki valentli elementlar titanatlari yanada qiyinroq eriydi, suvda erimaydi va faqat konsentrlangan kislotalardagina parchalanadi.

Titan, sirkoniy va gafniy galogenidlarida +2, +3 va +4 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. MeG_4 holatda barqaror bo'ladi. Bigalogenidlari beqaror bo'lib, qaytaruvchi xususiyatiga ega. Galogenidlar tutun shashkalari Sigler-Natta katalizatorlari komponenti, maxsus shishalar tayyorlashda va payvandlash ishlarida flyus sifatida qo'llaniladi.

XVIII. 4. VANADIY GRUPPACHASI

Bu gruppachaga beshinchi gruppaning qo'shimcha gruppasi elementlari bo'lgan vanadiy (Vanadium) V, niobiy (Niobium) Nb va tantal (Tantalum) Ta kiradi. Atomlarining tashqi elektron qavatlarida ikkita yoki bitta elektron saqlagan holda ular asosiy gruppacha elementlaridan metallik xossalarning yuqoriligi hamda vodorodli birikmalarining yo'qligi bilan farqlanadi.

Vanadiy gruppachasi elementlari o'z birikmalarida ko'pincha +5 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Tabiatda bu elementlar — patronit VS_2 , karnotit $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$, roskoelit $KJ_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, kolumbit — tantalit (Ca, Na)(Nb, Ta) $_2O_6$, proxlor (Fe, Mn)(NbTa) $_2O_6$, loparit (Na, Ge, Co) $_2(Ti, Nb, Ta)O_4$ va mikrolit (Na, Ca) $_2(TaTi)_2O_6(F, OH)$ kabi minerallar tarkibida uchraydi.

Vanadiy yuqoridagi elementlar bo'lgan shakllardan, niobiy va tantal oksidlarini uglerod bilan qaytarib yoki elektroliz qilib olinadi. Erkin holdagi vanadiy, niobiy va tantal kimyoviy reagentlar ta'siriga unchalik berilmaydi. Ularning erish temperaturallari yuqoriligi sababli qiyin eruvchan metallar hisoblanadi.

Vanadiy — V. Atom belgisi 23, atom massasi 50, 9414. Tabiatda ikki barqaror izotopi ^{50}V va ^{51}V ma'lum. 1869-yilda G.E. Rosko tomonidan olingan. Yer po'stlog'idagi massasi bo'yicha miqdori 0,015% ni tashkil etadi.

Vanadiy tarkibida vanadiy bo'lgan temir va polimetall rudalardan olinadi. U odatda, rudalardan vanadiyning temir bilan qotishmasi — ferrovanadiy yoki vanadiy angidridi V_2O_5 holida olinadi. Toza vanadiy metalini V_2O_5 yoki VCl_3 ni qaytarib yoki VCl_3 ni termik dissotsiatsiyalab hosil qilinadi.

Toza holda vanadiy kumushsimon-kulrang plastik metall, 1900°C da eriydi. Unga suv, dengiz suvi, ishqor eritmalari ta'sir qilmaydi. Tuz va suyultirilgan kislota eritmalari (HCl, HNO₃, H₂SO₄) ga ham befarqdir. 300°C dan yuqorida vanadiy havo kislorodi, galogenlar va vodorod bilan, 700°C dan yuqorida esa azot va uglerod bilan reaksiyaga kirishadi. Vanadiy ftorid kislota, nitrat kislota va zar suvida eriydi. U o'z birikmalarida ikki, uch va besh valentli bo'ladi.

Vanadiyning VO, V₂O₃, VO₂ va V₂O₅ kabi oksidlari ma'lum. Yuqori oksidi bo'lgan V₂O₅ kislota tabiatiga ega, dioksidi VO₂ esa amfoterdir. Quyi oksidlari bo'lgan VO va V₂O₃ asos xossalariga ega. Oksidlari orasida V₂O₅ va uning hosilalari katta ahamiyatga ega.

Vanadiy (V) oksidi yoki vanadat angidrid V₂O₅ to'q-sariq rangli, ishqorlarda erib, metavanadat kislotasi HVO₃ ni hosil qiladi.

Vanadat angidrid sulfat kislota olish jarayonida katalizator sifatida, maxsus shishalar, glazur va lyuminoforlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Vanadiy gidroksid V (OH)₃ yashil rangli ipir-ipir cho'kma. Qizdirganda oksidga aylanadi. Tuzlaridan — vanadiy sulfat V₂(SO₄)₃ sariq rangli kukun bo'lib, suvda erimaydi, ishqoriy metallar sulfatlari bilan qo'sh tuzlar hosil qiladi. Umuman, uch valentli vanadiy birikmalari tez oksidlanuvchi moddalar hisoblanadi.

Vanadiy galogenlar bilan bir qator tuzlar hosil qiladi. Bularga VF₃, VCl₂, VCl₃, VCl₄ misol bo'la oladi. Bu tuzlar suyuq yoki kristall bo'lib, elementlardan yoki ularning hosillaridan olinadi. Vanadiy xloroksidi (oksitriklorid) VOCl₃ sariq suyuqlik bo'lib, -78°C da qotadi, 126,7°C da qaynaydi. Benzolda, petroley efiri, atseton, spirt, sirka angidridda eriydi, suvda gidrolizlanib V₂O₅ va SOCl₂ hosil qiladi. Vanadiy xloroksidi (oksitriklorid) epitaksial plyonkalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Metavanadat kislota HVO₃ tuzlari **vanadatlar** nomi bilan ma'lum. Pirovanadat, metavanadat va ortovanadatlarning hosil bo'lishi eritmaning vodorod ko'rsatkichi (pH) ga bog'liq.

Eritmada vodorod ionlari oshganda (pH kamayganda) vanadatlarning polimerlanishi va kondensatlanishi natijasida ularning tarkibi murakkablashadi.

Vanadatlar kuchli ishqoriy muhitda vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishib, peroksovanadatlar hosil qiladi.

Vanadiy quyi oksidlari kislotalar bilan tuzlar hosil qiladi. Bular **vanadillar** nomi bilan ma'lum. Ularning vakillari sifatida vanadil sulfat VOSO_4 va vanadil xlorid VOCl_2 ni ko'rsatish mumkin.

Niobiy va tantal. (Ta) Niobiyning atom raqami 41, atom massasi 92,9064. Uning yagona tabiiy ^{93}Nb izotopi ma'lum. Niobiy Yer qobig'ida massasi bo'yicha $2 \cdot 10^{-3}\%$ ni tashkil etadi. Tantalning atom raqami 73, atom massasi 180,948. Tabiatda ikkita izotopi bor — birinchisi ^{181}Ta barqaror va ikkinchisi ^{180}Ta radioaktiv. Keyingi izotopning yarim yemirilish davri 10^{12} yildan ortiqroqdir.

Tantalning Yer qobig'idagi massa bo'yicha miqdori $2 \cdot 10^{-4}\%$ ni tashkil qiladi.

Niobiy 1801-yilda Ch. Xatchet, tantal esa bir yildan keyin A.G. Ekeberg tomonidan ochilgan. Ammo toza niobiy 1903-yilda, toza tantal esa 1907-yilda olingan. Bu elementlar tabiatda kolumbittantalit gruppasidagi (Fe, Mn) (Nb, Ta) $_2\text{O}_6$ — piroxlor, (Ca, Na) (Nb, Ta) $\text{O}_6 \cdot (\text{OH}, \text{F})$ — loparit (Na, Ge, Ca) $_2$ (Ti, Nb, Ta) O_3 minerallar tarkibida uchraydi.

Niobiy va tantal oksidlarini yuqori temperaturada qaytarish yoki elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Bunda metallarning kompleks ftoridlaridan xomashyo sifatida foydalanish mumkin.

Niobiy bilan tantalning xossalari vanadiyga o'xshaydi. Niobiy va tantalning atom va ion radiuslarining bir xilligi ularning xossalariidagi o'zaro o'xshashligidan darak beradi. Bu har ikkala element kulrang plastik metall bo'lib, yuqori temperaturada suyuqlanadi. Mexanik xossalari ularning tozaligi bilan bog'liq. Vodorod, azot va kislorod kabi aralashmalar bu metallarning mo'rtligini oshiradi.

Niobiy bilan tantal agressiv muhit ta'siriga berilmaydi. Ularga HCl, H₂SO₄, HClO₄ va «zar suvi» ta'sir qilmaydi. Metallar yuzasida hosil bo'luvchi o'ta pishiq va kimyoviy mustahkam yupqa oksid plyonkalari ularni himoya qiladi. Shu sababdan shu oksid plyonka Ta₂O₅ bilan reaksiyaga kirisha oluvchi yoki uning orasidan o'ta oluvchi birikmalargina tantalga ta'sir ko'rsata oladi. Bunday reagentlarga fluor bilan vodorod fluorid kiradi.

Niobiy va tantalning oksidlanganlik darajasi asosan +5 ga teng, ba'zan +1 dan +4 gacha boradi. Har ikkala element yuqori temperaturada kislorod, azot, uglerod va galoidlar bilan reaksiyaga kirishadi. Niobiy va tantalning yuqori oksidlari Nb₂O₅ va Ta₂O₅ kislota tabiatiga ega. Ishqorlar bilan qizdirilganda niobat va tantalatlar hosil bo'ladi. Ushbu oksidlar suvda erimaydi. Ular qotishmalar tayyorlashda yarim xomashyo, o'tga chidamli buyumlar, kermetlar, IQ-nurlarini o'tkazmaydigan yuqori sindirish koeffitsiyentiga ega bo'lgan shishalar komponenti sifatida qo'llaniladi.

Niobiy va tantal galoidlari ularning oksidlariga SOCl₂, SCl₄ va S₂Cl₂ lar ta'sir ettirib olinadi. Olingan galoidlar qisman gidrolizlanganda oksigaloidlar hosil bo'ladi (masalan, NbOCl₃). Galoidli birikmalari — NbJ₅, NbCl₅, NbF₅, TaCl₅, TaF₅ va qator kompleks birikmalari — Na[NbF₆], K₂[NbF₇], Kr₂[NbOF₅] · H₂O, Na[TaF₆], K₂[TaF₇], Na₃[TaF₈] ma'lum. Bular metallarni qoplashda va toza metallar olishda ishlatiladi.

Niobiy va tantalning NbS₂, NbS₄, NbH, NbC, NbSi₂, NbGe, NbGa, TaS₂, TaSi₂, TaB₂, TaC, TaH va boshqa birikmalari ma'lum. Bular yuqori issiqlik ta'siriga chidamli qotishmalar, o'ta sezuvchan barometrlar tayyorlashda, televizor naylari, uzatuvchi nishonlarini ishlab chiqarishda va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Niobiy va tantal hamda ularning birikmalaridan elektrotexnikada, mashinasozlikda, yadro energetikasida, yuqori temperaturali pechlarda, sun'iy tolalar sanoatida va tibbiyotda foydalaniladi.

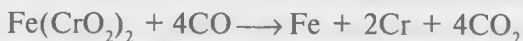
XIX BOB

XROM GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

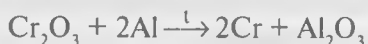
Xrom gruppasi D.I. Mendeleev davriy sistemasining oltinchi qo'shimcha gruppachasiga joylashgan bo'lib, xrom Cr, molibden Mo va volfram W ni o'z ichiga oladi. Bular *d*-elementlar oilasiga kiradi. Bu elementlarning Cr-Mo-W qatorda chapdan o'ngga o'tgan sari ionlanish energiyasi, atom va ion radiuslari ortib boradi. Gruppacha elementlarining oksidlanish darajalari 0 dan +6 gacha o'zgaradi. Xromning oksidlanish darajasi +3, +6 bo'lgan birikmalari, molibden va volframda esa +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari barqaror moddalardir. Xrom, molibden, volframning koordinatsion sonlari 6 va 4 ga teng. Bu sonlar molibden va volframda 8 gacha yetadi. Ko'pgina *d*-elementlariga o'xshab Cr, Mo, W past oksidlanish darajasiga ega bo'lganda kation kompleks birikmalar, yuqori bo'lganda esa anion kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega. Shuning uchun oksidlanish darajasi ortishi bilan ularning birikmalari kislotali xossalari kuchaya boradi.

Tabiatda uchrashi. Cr, Mo, W tabiatda, asosan $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ — xromit, $\text{Pb}(\text{CrO}_4)_2$ — xromat, MoS_2 — molibdenit, $\text{Pb}(\text{MoO}_4)_2$ — molibdat, CaWO_4 — sheelit va $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ — volframit minerallari holida uchraydi. Xromni to'rtta, molibdeni ikkita, volframni beshta tabiiy izotopi ma'lum.

Olinishi. Tarkibida xromitlar bo'lgan rudalarni qaytarib olinadi:



Xrom tuzlarining konsentrlangan eritmaları elektroliz qilinganda katodda toza xrom ajratib olinadi. Cr_2O_3 ni vodorod atmosferasida alyuminiy bilan qaytarib xrom olish mumkin:



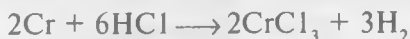
Xrom galogenidlarini (CrJ_2 , CrJ_3) cho'g'latilgan xrom simi ishtirokida xaydash usuli bilan ham olinadi. Tarkibida molibden bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil qilingan konsentrat tarkibida 40—50% molibden bo'ladi. Konsentratlar kis-

lorod ishtirokida oksidlanadi, natijada MoO_3 hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan MoO_3 ruda bilan aralashgan bo'ladi. Bu aralashmani ammiakli suvda eritib $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ hosil qilinadi. Hosil bo'lgan $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ ni termik parchalab, toza MoO_3 ajratib olib, vodorod bilan qaytariladi. Hosil bo'lgan Mo kukun holda bo'ladi, uni yuqori temperaturada suyuqlantirilib metallga aylantiriladi. Volfram olish uchun boyitilgan volfram rudasi soda bilan aralastirilib, yuqori temperaturada suyuqlantiriladi, natijada hosil bo'lgan NaWO_4 cho'ktiriladi. Cho'kma ajratib olingach, kislotada eritiladi va H_2WO_4 hosil qilinadi. Hosil bo'lgan volframat kislotasi termik parchalanadi:



So'ngra WO_3 ga cho'g'latilgan ko'mir ishtirokida yoki vodorod oqimida qaytarib volfram ajratib olinadi.

Xossalari. Xrom gruppachasi elementlari qattiq, yuqori temperaturada suyuqlanadigan metallardir. Bu elementlarning kimyoviy aktivligi Cr—Mo—W qatorida chapdan o'ngga tomon kamayib boradi. Masalan: xrom suyultirilgan HCl va H_2SO_4 dan vodorodni siqib chiqara oladi. Volfram esa faqatgina qaynoq ftorid va nitrat kislotasi aralashmasida eriydi:



Xlor konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 kislotada passivlashadi.

Kukun holatda xrom, molibden va volfram oksidlovchilar ishtirokida suyuqlantirilgan ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

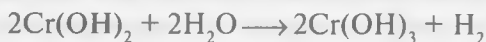


Odatdagi sharoitda bu gruppacha elementlari passiv bo'lib, faqat ftor bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan birikadi.

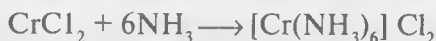
Birikmalari. Xromning, asosan CrO , $\text{Cr}(\text{OH})_2$, CrS , CrCl_2 tarkibli ikki valentli birikmalari ma'lum. Lekin bu moddalar beqaror, kislorod ta'sirida tezda oksidlanadi:



Ikki valentli $\text{Cr}(\text{OH})_2$ asosli xossaga ega bo'lib, suvni ham qaytaradi, nam havoda oksidlanadi, faqat kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:

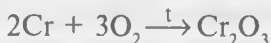


Ikki valentli xromning galogenli birikmalari ammiakda erib ammiakat kompleks birikmalar hosil qiladi:

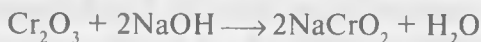
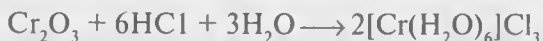


Xromning valentligi uchga teng bo'lgan birikmalari barqaror moddalardir. $\text{Cr}(\text{III})$ ning kompleks birikmalarida ichki sferaning almashinish reaksiyasi juda shiddatli o'tishi kuzatiladi.

Xrom (III) oksid — Cr_2O_3 yashil rangli, yuqori temperaturada suyuqlanadigan kukun, struktura tuzilishi korundnikiga o'xshash. Xrom (III) oksid xrom metalini qizdirib, kislorod ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



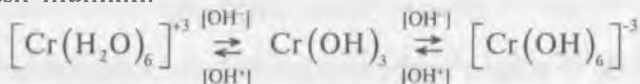
Xrom (III) tuzlariga ishqor ta'sir ettirib, hosil bo'lgan cho'kmani qizdirish orqali ham Cr_2O_3 hosil qilish mumkin. Yuqori temperaturada Cr_2O_3 inert, lekin odatdagi sharoitda amfoter xossaga ega. Shuning uchun kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Xrom (III) tuzlari eritmasiga ishqor ta'sir ettirib, xrom (III) gidroksidini cho'ktirish mumkin. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ amfoter xossaga ega, kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



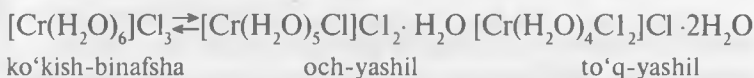
Bu reaksiyalarni quyidagi umumiy tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Xrom (III) tuzlari rangli moddalar bo'lib, eritmalaridan kristall gidratlar holida ajralib chiqadi, bularga $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4$ misol bo'la oladi.

Xrom (III) sulfid Cr_2S_3 xossalari jihatidan alyuminiy sulfidga o'xshaydi. Xrom (III) sulfidni suvli eritmada cho'ktirib hosil qilish mumkin emas, chunki u osongina Cr(OH)_3 va H_2S hosil qilib gidrolizga uchraydi.

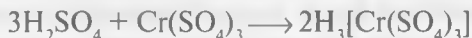
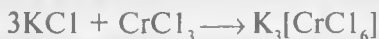
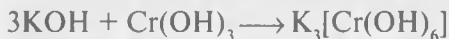
Xromning (III) valentli tuzlari amin, atsido — va akvakompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalar eritmada ham, kristall holatda ham barqaror moddalardir. Akvakompleks birikmalarda ichki sferadagi suv molekularining joylanishiga qarab ularning rangi o'zgarib boradi:



Xrom (III) ammiakat kompleks birikmalari qattiq holatda barqaror, suvli eritmalarda esa sekin-asta parchalanadi:



Xrom (III) ning juda ko'p anion kompleks birikmalari ma'lum bo'lib, ular xromitlar deb ataladi. Xromit kompleks birikmalar, asosan quyidagi usullar bilan hosil qilinadi:



Molibden (III) va volfram (III) birikmalari beqaror moddalardir.

Xrom (VI) oksid CrO_3 — to‘q-qizil tusli kristall modda, suvda erib faqat eritmalardagina mavjud bo‘ladigan xromat va bixromat kislotalar hosil qiladi:



CrO_3 — yuqori temperaturada beqaror, kislorod ajratib Cr_2O_3 ga aylanadi, organik birikmalarni oksidlaydi, spirtlar bilan xromat kislotaning efirlarini hosil qiladi. Bu moddalar kuchli portlovchilardir.

Xromat va bioxromat kislotalar hosil qilgan tuzlari barqaror moddalar bo‘lib, xromatlar va bioxromatlar deb ataladi.

Xrom (VI) birikmalari kuchli oksidlovchilar bo‘lib, qaytarilganda uch valentli xrom birikmalariga aylanadi:



Xromatlar neytral va ishqoriy muhitda barqaror bo‘lib, kislotali muhitda bixromatlarga aylanadi:



Bixromatlar ishqoriy muhitda yoki ishqoriy metallarning karbonatlari ta‘sirida xromatlarga aylanadi:

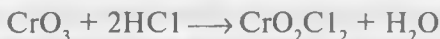


Ishqoriy metallarning xromat va bioxromatlari suvda yaxshi eriydigan kristall moddalardir. Lekin og‘ir metallarning xromatlari va bixromatlari suvda yomon eriydigan moddalar bo‘lgani uchun ular almashinish reaksiyasi orqali hosil qilinadi:

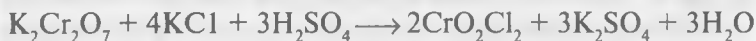


Agar bixromatlarga yoki xrom (VI) — oksidiga gaz holdagi vodorod xlorid yuborilsa, xromil xlorid hosil bo‘ladi:

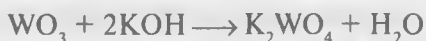
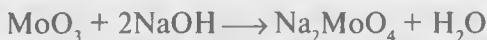




Xromil xlorid havoda o'z-o'zidan tutaydigan, to'q-qizil rangli suyuqlik, suv ta'sirida oson gidrolizlanadi. Uni konsentrlangan sulfat kislotada ishtirokida bixromatlarga ishqoriy metallar xloridlarini ta'sir ettirib ham olish mumkin:



Molibden (VI) oksid, — MoO_3 , oq-sarg'ish tusli modda bo'lib, o'zining xossalari jihatidan CrO_3 dan farq qiladi. *Volfram (VI) oksid* — WO_3 , sariq tusli kristall modda, suvda erimaydi. Shuning uchun ularning oksidlarini ishqorlarda eritib molibden va volfram tuzlari hosil qilinadi:



Molibdat va volframatlarga kislotada ta'sir ettirib **molibdat** H_2MoO_4 va **volframmat** H_2WO_4 kislotalarini hosil qilish mumkin. Xromat, molibdat va volframmatlar, ularning eritmalari zaharli moddalardir.

Xrom, molibden, volfram va ularning birikmalari metallurgiyada a'lo sifatli po'lat ishlab chiqarishda, yuqori temperaturada suyuqlanadigan issiqlikka va o'tga chidamli buyumlar olishda, raketa texnikasida, elektr vakuum asboblari katodini tayyorlashda, korroziyaga chidamli kimyoviy asboblarda olishda, bo'yoqchilik, tibbiyot va organik moddalar sintezida ishlatiladi.

XX BOB

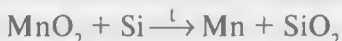
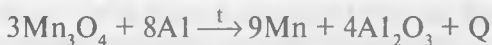
MARGANES GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Marganes gruppachasini marganes — Mn, texnetsiy — Tc va reniy — Re tashkil qiladi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida $d^5 s^2$ valent elektronlari mavjud. Shuning uchun bu elementlarning oksidlanish darajasi 0 dan +7

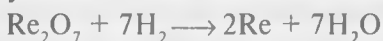
gacha o'zgaradi. Marganes uchun xos oksidlanish darajasi +2, +4 va +7 ga teng. Texnetsiy va reniyda oksidlanish darajasi +7 dir. Bu gruppacha elementlarining boshqa oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari beqaror moddalardir. Bu elementlarning koordinatsion sonlari, asosan 6 va 4, bundan tashqari texnetsiy va reniyda 7, 8 va hatto 9 ga teng bo'lishi mumkin. Bu elementlarning oksidlanish darajasi ortishi bilan, ularning anion kompleks birikmalar hosil qilish xususiyati kuchayadi. Texnetsiy va reniylarning atom va ion radiuslari bir-biriga yaqin bo'lib, manganesnikidan farq qiladi.

Tabiatda uchrashi. Bu gruppacha elementlari tabiatda, asosan MnO_2 — piroluzit, $3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$ — braunit, $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ — manganit, $MnCO_3$ — rodoxrozit, Mn_3O_4 — gausmanit, $CuReS_4$ — jezkazgenit va boshqa minerallar holida uchraydi. Texnetsiyning tabiatda uchraydigan minerallari ma'lum emas, faqat sun'iy usulda hosil qilinadi.

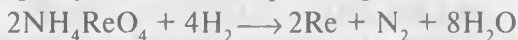
Olinishi. Marganes elektr pechlarida alyumotermik va silikotermik usullar bilan olinadi:



Bunday usul bilan olingan Mn oksidlari bilan aralashgan holda bo'ladi. Lekin bunday aralashmalar sanoatda o'tga va issiqlikka chidamli materiallar olishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Toza holdagi marganes uning ikki valentli tuzlarini elektroliz qilib olinadi. Texnetsiy elementi faqat sun'iy usulda olinadi. Reniy esa uning oksidlarini yuqori temperaturada vodorod bilan qaytarib olinadi:



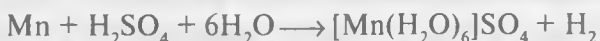
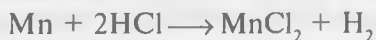
Bundan tashqari, reniy elementini uning perrenat tuzlarini elektroliz qilib yoki vodorod oqimida qizdirib olinadi:



Ko'p miqdorda reniy olishda atom sanoati chiqindilaridan foydalaniladi.

Xossalari. Marganes — och-kulrang tusli mo'rt metall. U to'rtta kristall tuzilishli modifikatsiyaga ega. Texnetsiy — kumushsimon yaltiroq metall, geksagonal strukturada kristalla-

nadi. Reniy — kulrang kumushsimon, yaltiroq elastik metall, geksagonal strukturada kristallanadi. Bu elementlarning kimyoviy aktivligi Mn—Tc—Re qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari kamayib boradi, chunki kuchlanishlar qatorida Mn vodorodgacha joylashgan bo'lsa, Tc bilan Re undan keyin joylashgan. Marganes suyultirilgan HCl va H₂SO₄ kislotalar bilan aktiv reaksiyaga kirishib, vodorodni siqib chiqarishi bilan birga kation akvkomplekslarini hosil qiladi:



Texnetsiy va reniy elementlari nitrat kislotalarda erib, anion komplekslarini hosil qiladi:



Marganes nitrat kislota ta'sirida passivlashadi, u ammoniy xlorid qo'shilgan suvda yaxshi eriydi:



Marganes ayniqsa kukun holatda kimyoviy aktiv metall, qizdirilganda kislorod, oltingugurt, fosfor, uglerod, azot va galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Alyuminiy, surma, mis va boshqa metallar marganes bilan ferromagnit qotishmalar hosil qiladi.

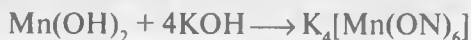
Texnetsiy o'zining kimyoviy xossalari jihatidan reniyga ko'proq, marganesga kamroq o'xshaydi. Texnetsiy «zar suvi»da va HNO₃ + H₂O₂ aralashmasida eriydi, kislorod oqimida oksidlanib, Tc₂O₇ hosil qiladi. Texnetsiy va reniy yuqori temperaturada qizdirilganda kislorod, oltingugurt va galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Birikmalari. Marganes va reniy elementlari karbonil birikmalarida oksidlanish darajalari nolga teng bo'ladi. Bunday birikmalar kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi asosida hosil bo'ladi. Bunday kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida elementlar o'zlarining bo'sh *d* — opbitalariga, karbonil molekulasidagi bog'lanishda ishtirok etmagan elektron juftlarini joylashtiradi. Bu elementlarning odatdagi sharoitda barqaror bo'lgan sariq rangli $\text{Mn}(\text{CO})_{10}$, rangsiz

$Tc_2(CO)_{10}$ va $Re_2(CO)_{10}$ tarkibli oson haydash mumkin bo'lgan karbonil birikmalari ma'lum. Marganesni past valentlik namoyon qiladigan birikmalari ichida ikki valentli birikmalari eng ko'p tarqalgan. Birikmalarning ko'pchiligi suvda yaxshi eriydigan moddalardir. Marganes (II) tuzlari suvda erishi natijasida $[Mn(H_2O)_6]^{+2}$ tarkibli akvakomplekslar hosil qilib dissotsilanadi. Marganes (II) oksid va marganes gidroksid kimyoviy xossalari jihatidan amfoter moddalardir. Ular oksidlanish darajasini o'zgartirmasdan, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib kompleks birikmalar hosil qiladi:

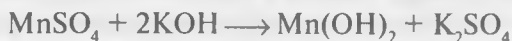


Ishqorlar bilan uzoq vaqt qattiq qizdirilganda reaksiyaga kirishib anion kompleks birikmalar hosil qiladi:

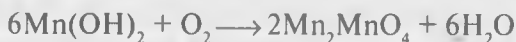


Bu kompleks birikmalar suvli eritmalarda to'liq dissotsilanadi. Shuning uchun bu reaksiyani oddiy sharoitda vujudga keltirish mumkin emas.

MnO — kulrang yashil tusli, yarimo'tkazgich xossasiga ega bo'lgan modda. U MnO_2 ni vodorod atmosferasida qizdirib yoki $MnCO_3$ ni termik parchalab hosil qilinadi. MnO suvda erimaydigan modda bo'lgani uchun uning gidroksidini bilvosita usulda, ya'ni marganes (II) tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilinadi:



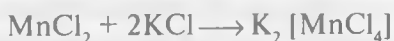
Hosil bo'lgan $Mn(OH)_2$ cho'kmasi qaytaruvchi xossasiga ega bo'lgani uchun havodagi kislorod molekulasini ta'sirida tezda qorayib qoladi:



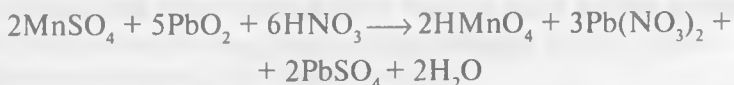
Marganes (II) birikmalari ammiak ta'sirida ammiakat kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday kompleks birikmalar suv ta'sirida oson parchalanadi:



Marganes (II) birikmalari ishqoriy metallar tuzlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:



Marganes (II) birikmalari kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar ta'sirida marganes (VII) gacha qaytariladi:

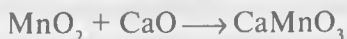


Texnitsiy va reniyning ikki valentli birikmalari beqaror moddalardir. Marganesning to'rt valentli birikmalaridan eng barqarorlari MnO_2 va MnF_4 dir.

Marganes (IV) oksid — MnO_2 to'q qoramtir tusli kukun modda, oddiy sharoitda suvda erimaydi, juda inert, qizdirilganda kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Marganes (IV) oksid kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgani uchun qizdirilganda kislotalarni oksidlaydi:



Marganes (IV) oksid ishqorlar yoki asosli oksidlar bilan aralashtirib suyuqlantirilganda manganitlarni hosil qiladi:



Marganes (IV) oksid kuchli oksidlovchilar bilan manganatlar va permanganatlarni hosil qiladi:



Texnitsiy va reniyning TeO_2 , ReO_2 , TcF_4 , ReF_4 , M_2TcO_3 , M_2ReO_3 tarkibli barqaror birikmalari ma'lum. Marganesning (VI) valentli birikmalari beqaror moddalardir. Lekin manganat MnO_4^{2-} ioni holida anchagina barqaror. Manganatlarning suvdagi eritmaları kuchli ishqoriy muhitdagina mavjud bo'la oladi, lekin suyultirilganda disproporsiyalanadi:



Marganes (VI) birikmalari kuchli oksidlovchi. Lekin kuchli oksidlovchilar ta'sirida permanganatlarga aylanadi.



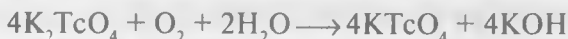
Texnetsiy va reniying olti valentli birikmalari anchagina barqaror moddalardir. Ularning kislota xossasiga ega bo'lgan fluorid, xlorid, oksid va oksigalogenid birikmalari mavjud. Bu elementlarning olti valentli galogenidlari ishqoriy metallarning galogenidlari bilan anion kompleks birikmalar hosil qiladi:



Bu galogenidlar hatto ishqoriy muhitda ham disproporsiyalanadi:



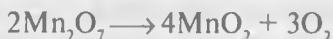
Texnetsiy va reniying olti valentli birikmalari marganes birikmalariga qaraganda oson oksidlanadigan moddalar bo'lgani uchun, hatto nam havo ta'sirida ham oksidlanadi:



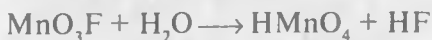
Marganesning Mn_2O_7 va MnOF_5 tarkibli yetti valentli birikmalari mavjud. Texnetsiy va reniy galogenid va oksigalogenid birikmalar hosil qiladi. Marganesga (VII) oksid Mn_2O_7 yashil-qora tusli, yog'simon suyuqlik. Marganesga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib permanganat tuzlari hosil qilinadi:



Bu reaksiyada ehtiyot choralari ko'rilmasa, hosil bo'lgan Mn_2O_7 kuchli portlash hosil qilib parchalanadi:



Texnetsiy (VII) oksid — Tc_2O_7 va *reniy (VII) oksid* — Re_2O_7 anchagina barqaror, kristall tuzilishga ega bo'lgan sariq rangli moddalardir. Ularni metallarga kislorod ta'sir ettirib, to'g'ridan-to'g'ri olish mumkin. Marganes, texnetsiy va reniydan MnO_3G , TcO_3G , ReO_3G tarkibli yetti valentli oksigalogenid birikmalar hosil qilinadi. Bu birikmalar kislota xossasiga ega bo'lgan moddalardir. Bu elementlarning oksidlari va oksigalogenidlari suv ta'sirida kislotalar hosil qiladi:

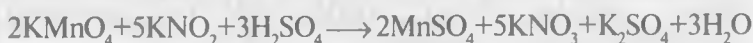
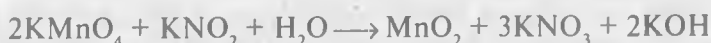


Bu elementlar kislotalarining kuchi $\text{HMnO}_4 - \text{HTcO}_4 - \text{HReO}_4$ qator bo'yicha chapdan o'ngga o'tgan sari kuchsizlanib boradi. Bu kislotalarning hosil qilgan tuzlari suvda eriydigan kuchli oksidlovchilardir. Bulardan KMnO_4 laboratoriyada va texnikada keng qo'llaniladi.

Kaliy permanganat — KMnO_4 suvsiz holatda rombik sistemada kristallanadi, qizdirilganda oson parchalanadi:



Kaliy permanganat kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun, reaksiya muhitga qarab turlicha qaytariladi:



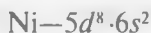
Ishlatilishi. Marganes, texnitsiy, reniy va ularning birikmalari oliy sifatli po'lat olishda, elektrotexnikada, tibbiyotda, vakuum texnikada, organik moddalarni sintez qilishda, issiqlikka va o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

XXI BOB

TEMIR GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Temir gruppachasi elementlariga temir — Fe, kobalt — Co va nikel — Ni kiradi. Bu gruppacha elementlarining tashqi elektron qavatlarini quyidagicha tuzilgan:



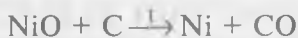
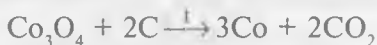


Bu gruppacha elementlari ichida platina ba'zi xossalari bilan qolgan elementlardan farq qilgani sababli uni alohida ko'rib o'tamiz. Temir, kobalt va nikelning oksidlanish darajasi +2 va +3 bo'lib, Fe—Co—Ni qatorida chapdan o'ngga tomon +3 darajali birikmalarining mustahkamligi pasayadi. Fe⁺² ionidan Ni⁺² ga o'tganda radiusi kichiklashadi. Shuning uchun Ni(OH)₂ ning asoslik xossasi Fe(OH)₂ ga qaraganda kuchsizdir. Fe(OH)₃, Co(OH)₃ va Ni(OH)₃ amfoter xossaga ega bo'lgan moddalardir. Fe⁺²—Co⁺²—Ni⁺² qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari birikmalarining qaytaruvchanlik xossalari kamayadi. Fe⁺³ Co⁺³ Ni⁺³ qatorida chapdan o'ngga o'tgan sari birikmalarining oksidlovchilik xossalari kuchayadi.

Tabiatda uchrashi. Temir tabiatda, asosan Fe₂O₃ — gematit, Fe₃O₄ — magnetit, HFeO₂ · nH₂O — limonit, FeCO₃ — siderit, FeS₂ — pirit minerallari holda uchraydi. Kobalt CuCoS₄ — korrolit, Co₃O₄ — linneit, CoAsS — kobaltin minerallari holda, nikel esa (Fe, Ni)₉S₈ — petlandit, NiAs — nikelin, NiSi₄O₁₀ (OH)₂ · 4H₂O — garniyerit minerallari tarkibida uchraydi.

Olinishi. Toza holdagi temir, uning karbonil birikmalarini termik parchalab yoki tuzlari eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

Kobalt va nikel ularning oksidlariga cho'g'latilgan ko'mir ta'sir ettirish yoki xlorid va sulfat tuzlarini elektroliz qilish yo'li bilan sof holda ajratib olinishi mumkin:



Bundan tashqari, bu elementlar gidroksidlarining ammiakli eritmalariga yuqori bosimda vodorod ta'sir ettirilganda ham bu metallar erkin holatda ajralib chiqadi.

Xossalari. Toza holdagi temir — kumushsimon kulrang, yaltiroq metall α va β modifikastiyaga ega. Temir 910°C gacha hajmiy markazlashgan kristall panjara tuzilishiga, undan yuqori temperaturada esa yoqlari markazlashgan kristall panjara tuzilishiga ega.

Kobalt — och-sarg'ish-ko'kimtir tusli metall. Past temperaturada (430°C gacha) geksagonal kristall panjara tuzilishi, undan yuqori temperaturada esa yoqlari markazlashgan kub sistemada kristallanadi.

Nikel — oqish-kumushsimon, yaltiroq metall, yoqlari markazlashgan kub sistemada kristallanadi.

Toza holda temir nam havoda zang hosil qilib oksidlanadi, galogenlar bilan birikib galogenidlar hosil qiladi. Temir konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 kislotalarda passivlanadi. Qizdirilganda S, P, C, Si, As, NH_3 lar bilan reaksiyaga kirishadi.

Kobalt — oddiy sharoitda havo ta'siriga chidamli, qizdirilganda CoO — parda hosil qilib oksidlanadi. Kobalt kukun holida suyultirilgan kislotalarda eriydi, odatdagi sharoitda ftordan tashqari hamma galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, qizdirilganda S, P, As bilan birikmalar hosil qiladi.

Nikelning sirti 800°C da oksidlanadi, suyultirilgan (HCl , H_2SO_4) kislotalarda sekin eriydi, HNO_3 kislotada tez eriydi, konsentrlangan HNO_3 da passivlanadi, galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Temir, kobalt va nikel elementlariga ishqor ta'sir etmaydi.

Birikmalari. Temir FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 tarkibli oksidlar hosil qiladi. Fe_2O_3 — odatdagi sharoitda barqaror modda, qizdirilganda Fe_3O_4 va FeO ga aylanadi. Kobalt va nikel kislorod ta'sirida oksidlanganda CoO va NiO tarkibli barqaror oksidlar hosil qiladi. Ular Co_2O_3 va Ni_2O_3 tarkibli oksidlarga ham ega.

Bu elementlarning oksidlari suvda erimaydigan moddalar bo'lgani uchun ularning $\text{E}(\text{OH})_2$ va $\text{E}(\text{OH})_3$ tarkibli gidroksidlari bilvosita usulda olinadi. Temir, kobalt va nikel elementlarining (II) oksidlari asos xossasiga ega bo'lib, qaytaruvchi xossalari Fe^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} — tartibida kamayib boradi. Shuning uchun temir (II) gidroksidni faqatgina kislorodsiz muhitda cho'ktirish mumkin, chunki kislorod ta'sirida oksidlanib, temir (III) gidroksidga aylanadi:



Kobalt (II) gidroksidning hosil bo'lish reaksiyasi ikki bosqichda boradi. Birinchi bosqichda—suvda erimaydigan ko'k rangli asosli tuz hosil bo'ladi:



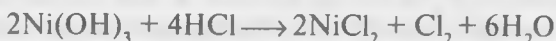
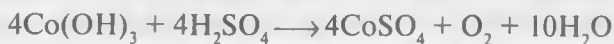
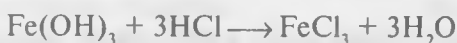
Ikkinchi bosqichda — to'yingan ishqor ta'sirida pushti rangli kobalt (II) gidroksid cho'kmaga tushadi. Hosil bo'lgan cho'kma havo ta'sirida sekin-asta oksidlanib Co (III) gidroksidga aylanishi tufayli qoramtir rangga ega bo'ladi. Nikel (II) va kobalt (II) gidroksidlar kislotali muhitda oksidlovchi ta'siriga chidamli, ishqoriy muhitda galogenlar ta'sirida oksidlanadi:



Temir (II) birikmalari esa kislotali muhitda ham oksidlanadi:



Temir (III), kobalt (III), nikel (III) gidroksidlarining oksidlash xossalari $\text{Fe}^{+3} - \text{Co}^{+3} - \text{Ni}^{+3}$ qator bo'yicha ortib boradi:



Temir (III) — gidroksidni uning uch valentli tuzlari eritmasiga ishqorlar ta'sir ettirib hosil qilish mumkin. Kobalt (III) va nikel (III) gidroksidlarni esa ularning ikki valentli gidroksidlarini oksidlab hosil qilinadi. Temir (III) gidroksid suvda amalda erimaydigan, kislotalarda va qaynoq konsentrlangan ishqorlarda eriydigan oq rangli modda:



Temir, kobalt, nikel metallari yuqori temperaturada vodorodni o'zida eritadi. Bu metallar tarkibida vodorodning bo'lishi, ularning mexanik xossalarni susayishiga sabab bo'ladi.

Temir, kobalt va nikelning EH_2 va EH_3 tarkibli beqaror gidridlari ma'lum.

Temir, kobalt, nikel qizdirilganda galogenlar bilan birikib EG_2 va EG_3 tarkibli galogenidlar hosil qiladi.

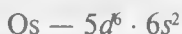
Temir, kobalt, nikel elementlarining azot bilan hosil qilgan birikmalari beqaror moddalardir. Bulardan eng barqarori temir nitritdir. Temir, kobalt, nikel yuqori temperaturada uglerod bilan birikib Fe_3C , Co_3C , Ni_3C tarkibli metall karbidlar hosil qiladi. Bulardan temir-uglerod sistemasi suyuqlanish diagrammasida uglerod massasi 5% gacha bo'ladi. Temirga sekin-asta uglerod qo'shib borilsa, uning suyuqlanish temperaturasi avval kamayadi, keyin uglerod miqdori ortishi bilan yana ko'tariladi, natijada evtetik qotishma hosil bo'ladi. Evtetik qotishma tarkibi 4,2% C va 95,8% Fe ga to'g'ri keladi. Tarkibidagi uglerod miqdori 4,2% dan ortiq bo'lgan suyuq qotishma sovitilsa sementit — Fe_3C hosil bo'lib, kristallanadi.

Temir tarkibidagi uglerodning massasiga qarab har xil tarkibli po'latlarning turlicha mexanik xossalariga ega bo'lishini izohlash mumkin. Fe, Co, Ni po'lat tarkibida oltingugurt va fosforning bo'lishi ularning mexanik xossalariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun metallar oltingugurt va fosfordan yaxshi tozalanishi kerak.

Ishlatilishi. Temir, kobalt, nikel va ularning birikmalari metallurgiyada, o'tga va issiqqa chidamli qotishmalar olishda, raketalarning gaz turbinalarini tayyorlashda, atom texnikasi, lak-bo'yoq sanoatida, tibbiyotda, qishloq xo'jaligi, keramika, shisha va sement sanoatida va organik moddalar sintezida qo'llaniladi.

XXI. 1. PLATINA OILASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Platina oilasi elementlariga ruteniy — Ru, osmiy — Os, rodiy — Rh, iridiy — Ir, palladiy — Pd va platina — Pt kiradi. Bu elementlarning hammasi tarqoq og'ir metallardir. Bu elementlarda quyidagi elektronlar mavjud:

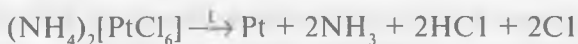


Bu elementlarning elektron formulalaridan ko'rinib turibdiki, ular o'zlarining d -orbitallaridagi elektronlar sonini 10 taga yetkazishga intilib boradi.

Platina oilasi elementlari juda ko'p sun'iy radioaktiv izotoplar hosil qiladi. Bu metallar tabiatda tug'ma holda yoki ko'pgina nodir metallar bilan aralashgan qotishmalar holida uchraydi. Bundan tashqari, PtAs₂ (Pt, Pd, Ni)S tarkibli minerallari ham ma'lum.

Olinishi. Platina oilasi elementlarini olishda, asosan mis, nikel, sulfid rudalaridan foydalaniladi. Bu rudalar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. Hosil qilingan konsentratdan mis va nikel ajratib olinadi. Qolgan aralashma kuydirilib, konsentrlangan sulfat kislotasi bilan ishlov beriladi. Hosil bo'lgan cho'kmani zar suvida eritib, qizdiriladi. Natijada cho'kma tarkibidagi metallardan platina H[PtCl₆], oltin — H[AuCl₄], iridiy — H₃[IrCl₆], ruteniy — H₂[RuCl₆], palladiy — H₂[PdCl₆], rodiy — H₃[RhCl₆] eritmaga o'tadi, osmiy esa oksid holida cho'kmada qoladi. Eritma filtrlanadi, cho'kmaga yuqori temperaturada kuchli oksidlovchi ta'sir ettirib OsO₄ gazi hosil qilinadi. Hosil bo'lgan gaz ishqorning suvli eritmasida yig'iladi. Eritmaga ammiak va ammoniy xlorid aralashmasi ta'sir ettirib, osmiy [OsO₂(NH₃)₄]Cl₂ holida cho'ktiliriladi. Cho'kmaga H₂ ta'sir ettirib, erkin osmiy qaytariladi.

Rudaga ishlov berish natijasida hosil bo'lgan filtratga qaytaruvchi ta'sir ettirib birinchi navbatda oltin ajratib olinadi. Qolgan mahsulotga NH₄Cl ta'sir ettirib platinaning (NH₄)₂[PtCl₆]Cl₂ tarkibli, qiyin eriydigan kompleks tuzi hosil qilinadi. So'ngra kompleks tuz qizdirilib toza platina ajratib olinadi:



Filtratga nitrat kislota qo'shib eritma bug'latiladi va iridiy xlorid holda cho'ktiriladi. Qolgan eritmaga qaytaruvchi ta'sir ettirib palladiy va rodiiy $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$; $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ holda ajratib olinadi. Bu kompleks birikmalar qizdirilib erkin metallar hosil qilinadi.

Xossalari. Platina oilasi elementlari oq-kulrang tusli yaltiroq metallardir. Osmiy va iridiy yuqori temperaturada suyuqlanadi. Ruteniy va osmiy juda qattiq, lekin mo'rtdir. Rodiy, palladiy va platina u qadar qattiq emas, lekin juda qovushqoq, oson yassilanadi. Shuning uchun ulardan yupqa plastinkalar va ingichka simlar tayyorlash mumkin. Ruteniy — oddiy sharoitda kislota va ishqorlar ta'siriga chidamli, qizdirilganda kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi. Kukun holatda NaOCl eritmasi bilan reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda F_2 , Cl_2 , Br_2 , S , Se , Te , Po lar bilan birikadi.

Osmiy qattiq holatda kislota va ishqor ta'siriga chidamli, suyuqlantirilgan ishqor bilan suvda eriydigan birikmalar hosil qiladi. Kukun holatdagi osmiy qizdirilganda HNO_2 , H_2SO_4 , F_2 , Cl_2 , S , Se , Te va Po bilan reaksiyaga kirishadi. Rodiy qattiq holatda barcha kislotalar, ishqorlar va «zar suvi» ta'siriga chidamli. Kukun holatda qaynoq H_2SO_4 , HBr va NaOCl bilan reaksiyaga kirishadi, 600°C dan yuqori temperaturada F_2 , Cl_2 , Br_2 , S va Se bilan birikadi.

Palladiy — $600\text{--}800^\circ\text{C}$ da havoda PdO hosil qilib oksidlanadi, H_2 ni o'ziga yutib oladi. Palladiy qaynoq konsentrlangan H_2SO_4 , HNO_3 va «zar suvida» eriydi, $400\text{--}600^\circ\text{C}$ da galogenlar, B , Si , S , P lar bilan birikadi.

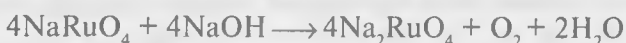
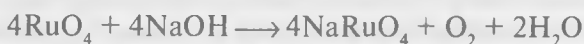
Iridiy — havoda 2300°C da ham barqaror, kislotalar, ishqorlar va «zar suvi» ta'siriga chidamli. Kukun holatda suyuqlantirilgan Na_2O_2 va BaO_2 bilan, qizdirilganda esa F_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2 , S , Se , Te , Po lar bilan reaksiyaga kirishadi.

Platina — havo ta'siriga chidamli, yuqori bosim va yuqori temperaturada qisman oksidlanadi, kislota va ishqorda erimaydi. Faqatgina «zar suvida» eriydi, suyuq Br_2 da sekin eriydi, $400\text{--}500^\circ\text{C}$ dan yuqori temperaturada galogenlar, P , S , C , Si va Se bilan birikadi.

Birikmalari. Platina oilasi elementlarining quyidagi kislorodli birikmalari ma'lum.

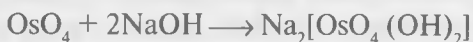
RuO₂ — ko'kish qoramtir tusli kristall modda, ruteniyga yuqori temperaturada kislorod ta'sir ettirib, yoki RuS₂ va RuCl₃ ni oksidlab hosil qilinadi. Ruteniy (IV) oksid 700°C da o'zidan kislorod ajratib parchalanadi.

RuO₄ — och-sarg'ish tusli, uchuvchan kristall, juda zaharli, o'tkir hidli modda. Bu oksid ruteniy tuzlariga kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar (HJO₄, KMnO₄, KBrO₃) ta'sir ettirib hosil qilinadi. RuO₄—CCl₄ va suyultirilgan H₂SO₄ da yaxshi eriydi, 180°C dan yuqori temperaturada qizdirilganda kuchli portlash hosil qilib RuO₂ va O₂ ga parchalanadi, ishqorlarda quyidagi reaksiya asosida eriydi:



OsO₂ — jigarrang-qoramtir tusli modda. Osmiy metalini NO bilan yoki OsO₄ ni qizdirib hosil qilinadi. OsO₂ qizdirilganda OsO₄ va O₂ hosil qilib disproporsiyalanadi.

OsO₄ — rangsiz uchuvchan kristall, o'tkir hidga ega, juda zaharli modda. Organik moddalar ta'sirida oson qaytariladi. Bu oksid kislotalarda oz miqdorda eriydi, kuchli oksidlovchi, ishqorlarda erib [OsO₄(OH)₂]⁻² tarkibli ionlar hosil qiladi:



Ru₂O₃ — jigarrang tusli korund tipidagi modda, ruteniy (III) nitratni qizdirish natijasida hosil bo'ladi. U kristallgidrat, Ru₂O₃ · 5H₂O tarkibga ega, ishqoriy muhitda kuchli oksidlovchilar ta'sirida RuO₂ · nH₂O ga aylanadi.

JrO₄ — to'q qoramtir-jigarrang tusli kukun, kristallgidrat bo'lgani uchun Jr₂O₃ · nH₂O tarkibga ega. Bu oksid iridiyni K₂[JrCl₆] tarkibli kompleks birikmalarini Na₂CO₃ bilan aralashtirish natijasida hosil qilinadi.

JrO₂ — qora rangli kristall, Jr(OH)₄ ni azot atmosferasida qizdirib yoki Na₂[JrCl₆] tarkibli kompleks birikmalariga ishqor

ta'sir ettirib hosil qilinadi. Bu oksid suvda, kislota va ishqorlarda 800° dan yuqori temperaturada parchalanadi.

PdO — yashil-qoramtir tusli kristall, kislota va ishqorlarda erimaydi, faqat konsentrlangan HBr bilan reaksiyaga kirishadi. Palladiy metaliga 800—850°C da kislorod ta'sir ettirib hosil qilinadi.

PtO₂ — to'q qizg'ish-qoramtir tusli kristall, suvda, kislotalarda erimaydi. Termik beqaror, 200°C dan yuqori temperaturada parchalanadi. Bu oksid Pt(OH)₂ ni termik parchalab olinadi.

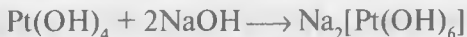
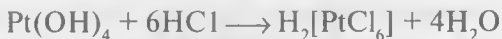
Ru(OH)₄ va Os(OH)₄ — qora rangli amorf moddalar, suvda, suyultirilgan kislota va ishqorlarda, konsentrlangan HNO₃, HClO₄, H₂O₂ da erimaydi, «zar suvi» da parchalanadi.

Rh(ON)₃ — sariq rangli amorf modda, termik beqaror, 200°C dan yuqori temperaturada parchalanadi, suvda erimaydi. Rodiyning (III) valentli tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi.

Jr(OH)₂ — qo'ng'ir tusli, qisman kristall xossaga ega bo'lgan modda, suvda erimaydi, suyuqlantirilganda kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Bu oksid palladiy (II) tuzlarini gidroliz qilib yoki palladiyni suyuqlantirib, Na₂O₂ ta'sirida hosil qilinadi.

Pt(OH)₂ — qora rangli cho'kma, suvda erimaydi, kislotalar ta'siriga chidamli, suyuqlantirilgan ishqorlar bilan qisman reaksiyaga kirishadi.

Pt(OH)₄ — to'q-qo'ng'ir rangli cho'kma, suvda erimaydi, amfoter xossaga ega. Kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, anion kompleks birikmalar hosil qiladi:



RuS₂ — to'q-yashil tusli kristall, 1000° da parchalanadi, ishqorlar va qaynoq H₂SO₄ bilan reaksiyaga kirishmaydi. Yuqori temperaturada inert gaz atmosferasida ruteniyga oltingugurt ta'sir ettirib yoki K₄[Ru₂Cl₁₀] va K₂[RuCl₆] tarkibli kompleks birikmalariga 80°C da Na₂S ta'sir ettirib hosil qilinadi. Ruteniyning [Ru₃(CO)₁₂]_n tarkibli zangori rangli karbonil

birikmasi ma'lum. Bu birikmalari suvda erimaydigan, organik erituvchilarga yaxshi eriydigan moddalar bo'lib, metallar, keramika, shisha sirtlarini ruteniy bilan qoplashda ishlatiladi.

RuCl₃ — to'q-qoramtir tusli kristall, suvda erimaydi, karbonil atmosferasida ruteniyga xlor ta'sir ettirib olinadi.

OsS₂ — to'q-qoramtir tusli kristall, suvda, ishqorlar kuchsiz va konsentratlangan kislota (HNO₃, H₂O₂, HClO₄) larda erimaydi, zar suvida parchalanadi. Organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

OsCl₄ — qizg'ish-qoramtir tusli kristall, gigroskopik, suv va vodorod xloridida gidrolizlanib, kompleks birikmalar hosil qiladi, organik erituvchilarda erimaydi:



PtCl₂ — qo'ng'ir-yashil tusli kristall, 550°C da parchalanadi, suvda va organik erituvchilarda erimaydi. Yuqori temperaturada platinaga xlor ta'sir ettirib yoki H₂[PtCl₆] · 6H₂O ni termik parchalab hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi.

Ishlatilishi. Platina oilasi elementlari va ularning birikmalari ammiakni oksidlashda, parafin va olefin uglevodorodlarni gidroizomerlashda, gazlarni CO va N₂ dan tozalashda, yuqori temperaturalarni o'lchaydigan termoparalarni tayyorlashda, kimyoviy idishlar olishda, tibbiyot asboblarini tayyorlashda, kondensator va rezistor materiallarini yasashda, metallar sirtini qoplashda ishlatiladi.

XXII BOB

MIS GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Mis gruppachasi elementlariga Cu — mis, Ag — kumush, Au — oltin kiradi. Bu gruppacha elementlari atomlarining tashqi elektron qavatida s¹ — elektronlar mavjud bo'lishiga qaramasdan d — elementlar oilasiga kiradi. Chunki bu elementlarning valent elektronlari faqatgina s — elektronlar emas, balki d —

elektronlari hamdir. Shuning uchun bu elementlarning oksidlanish darajasi faqat +1 emas, masalan, misniki +1, +2, oltinniki +3, kumushniki esa +1 ga teng barqaror birikmalar. +1 valentli kumush birikmalarining barqaror bo'lishiga sabab, mis va oltin elementlarinikiga qaraganda elektron konfiguratsiyasining ancha mustahkam bo'lganligidir.

Tabiatda uchrashi. Mis tabiatda, asosan Cu_2S — mis yaltirog'i, CuFeS_2 — kolchedan, Cu_2O — kuprit, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ — malaxit, sof kumush, qo'rg'oshin, pyx, kadmiy va boshqa metallarning sulfidli minerallari bilan aralashgan holda yoki Ag_2S — argenit, AgCl — kumush xlorid, Ag_3SbS_3 — pirargirit, Ag_3AsS_3 — prustit minerallari holida uchraydi. Oltin bu gruppacha elementlari ichida eng tarqoq va nodir metall hisoblanadi. Shuning uchun oltin, asosan tug'ma holda yoki **AuTe** — kalaverit minerali holida uchraydi.

Olinishi. Tarkibida mis bo'lgan rudalar flotatsiya qilib boyitiladi. Hosil bo'lgan konsentrat kislorod atmosferasida kuydiriladi. Konsentrat tarkibidagi temir oksidlari va keraksiz jinslar shlak holda ajratib olinadi. Tarkibida mis ko'p bo'lgan aralashma kislorodli atmosferada qaytadan suyuqlantiriladi. Natijada mis rudasining oksidlangan qismi bilan oksidlanmagan qismi reaksiyaga kirishib xomaki mis qaytariladi. Hosil bo'lgan xomaki mis rafinatsiya qilinib, elektroliz natijasida mis metali ajratib olinadi:



Bundan tashqari, mis gidrometallurgiya usulida ham olinadi. Bu usulda tarkibida mis bo'lgan ruda qaynoq sulfat kislotaga yoki ammiakli aralashma bilan ishlanadi. Natijada ruda tarkibidagi mis CuSO_4 yoki $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ holida eritmaga o'tadi. Eritmaga temir ta'sir ettirib yoki uni elektroliz qilib, erkin holda mis metali ajratib olinadi.

Kumush rudasi, asosan qo'rg'oshin rudalar bilan aralashgan holda bo'ladi. Shuning uchun tarkibida kumush bo'lgan rudalar suyuqlantirilib, usti ochiq vannalarda kislorod ta'sirida oksidlanadi. Natijada, qo'rg'oshin PbO holida suyuqlantirilgan aralashma yuziga qalqib chiqadi, kumush esa oksidlanmay

metall holida cho'kmaga tushadi. Bundan tashqari, suyuqlantirilgan rudalarga ruh ta'sir ettiriladi. Kumush ruxda qo'rg'oshindagiga qaraganda yaxshi erib, cho'kmaga tushadi. Hosil bo'lgan cho'kmadan distillyatsiya yordamida kumush ajratib olinadi. Sulfidli rudalardan kumush ajratib olishda, suyuqlantirilgan massaga natriy sianid ta'sir ettirib, hosil bo'lgan kumushning kompleks birikmasi rux bilan qaytarilib metall ajratib olinadi:

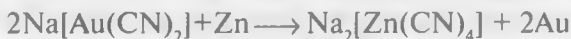


Oltin, asosan quyidagi usullar bilan olinadi:

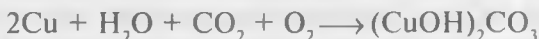
1. Tarkibida oltin bo'lgan qumdan oltinni ajratib olish uchun qum bir necha bosqichda yuviladi. Natijada solishtirma massasi kam bo'lgan qum yuvilib ketadi va oltin cho'kmada qoladi.

2. Tarkibida oltin bo'lgan ruda suyuqlantirilib, simob bilan aralashtiriladi. Simob o'zida faqat oltinni eritib, amalgama hosil qiladi. Hosil bo'lgan amalgama termik parchalanib, sof holida oltin ajratib olinadi.

3. Tarkibida oltin bo'lgan rudalar boyitiladi. Hosil bo'lgan konsentrat KCN yoki NaCN eritmasi bilan ishlanadi. Natijada ruda tarkibidagi oltin kompleks birikmaga aylanadi. Unga rux ta'sir ettirib, hosil bo'lgan oltin rafinatsiya qilinib metall holida ajratib olinadi:



Xossalari. Mis — qizg'ish tusli elastik metall, yoqlari markazlashgan kub sistemadagi kristall panjaraga ega. Oddiy sharoitda quruq havoda oksidlanmaydi. Lekin nam havoda, CO_2 ishtirokida yuzasi ko'karib qoladi:



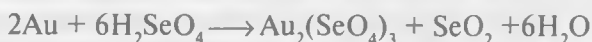
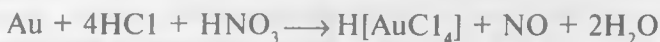
Mis qizdirilganda kislorod ta'sirida oksidlanib, Cu_2O , CuO tarkibli birikmalar hosil qiladi, galogenlar, oltingugurt va

selen bilan reaksiyaga kirishadi. Mis HNO_3 va H_2SO_4 kislotalada eriydi:



K u m u s h — oq rangli, yaltiroq yumshoq metall, oddiy sharoitda havoda oksidlanmaydi, ozon va vodorod sulfid eritmasi bilan reaksiyaga kirishadi. Kumush qizdirilganda konsentrlangan H_2SO_4 , HNO_3 , KCN va H_2O_2 aralashmasi hamda suyuqlantirilgan KOH va KNO_3 aralashmalari bilan reaksiyaga kirishadi, galogenlar, oltingugurt, selen, tellur bug'leri bilan birikadi.

O l t i n — sarg'ish rangli yumshoq metall, odatdagi sharoitda oksidlanmaydi. Qizdirilganda galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Oltin H_2SO_4 — HNO_3 va HNO_3 — NaCl aralashmalarida, «zar suvi» da, selenat kislotalada eriydi:



Birikmalari. *Mis bromid* — CuBr , rangsiz kristall, nam ta'sirida yashil rangga bo'yaladi, suvda erimaydi. Qaynoq CuSO_4 va KBr yoki NaBr eritmasiga SO_2 ta'sir ettirib hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Mis (I) oksid — Cu_2O , qizil rangli kristall, suvda erimaydi. Cho'g'latilgan mis metalliga kislorod ta'sir ettirib yoki misning bir valentli tuzlariga ishqor eritmasini ta'sir ettirib hosil qilinadi. Cu_2O — mis kuporosi olishda, shisha, keramika va glazurlar tayyorlashda pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (I) sulfid — Cu_2S , qora rangli kristall, suvda erimaydi, yuqori temperaturada suyuqlanadi. Metallurgiyada ishlatiladi.

Mis (II) gidroksid — $\text{Cu}(\text{OH})_2$, ko'kish-yashil tusli amorf modda, qizdirilganda parchalanadi, suvda erimaydi. Mis tuzlariga ishqor eritmasi ta'sir ettirib hosil qilinadi. Shisha, keramika, emal, glazur tarkibida pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) bromid — CuBr_2 , qora rangli kristall, suvda, atsetonda yaxshi eriydigan gigroskopik modda. Vodorod bromid eritmasiga CuO yoki CuCO_3 ta'sir ettirib olinadi. Fotografiyada, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Mis (II) xlorid — CuCl_2 , jigarrang-sarg'ish tusli, suvda, spirtida, atsetonda yaxshi eriydigan kristall modda. Mis (II) oksidga xlorid kislota yoki CuSO_4 va BaCl_2 ta'sir ettirib hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlamalarni bo'yashda ishlatiladi.

Mis (II) oksid — CuO , qora rangli kristall, suvda erimaydi, elektrolitlarni tayyorlashda pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfid — CuS , qora rangli kristall, suvda erimaydi. Mis tuzlari eritmasiga vodorod sulfid ta'sir ettirib hosil qilinadi. Bo'yoqlar tarkibida pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfat — CuSO_4 , ko'kish tusli kristall, suvda yaxshi eriydi. Mis (II) oksid yoki mis (II) gidroksidga sulfat kislota ta'sir ettirib yoki CuS ni kislorod ishtirokida pishirish natijasida hosil qilinadi. CuSO_4 galvanotexnikada, gazlamalarga va teriga ishlov berishda, bo'yoqchilikda, elektrolitlar tayyorlashda, fotografiyada ishlatiladi.

Kumush bromid — AgBr , och-sargish tusli kristall, suvda erimaydi. Kumushga brom ta'sir ettirib yoki AgNO_3 ga KBr ning suvli eritmasini aralashtirib olinadi. Fotografiyada yorug'likka sezgir qog'ozlar olishda ishlatiladi.

Kumush (I) oksid — Ag_2O , jigarrang-qoramtir tusli kristall, suvda erimaydi, yorug'lik ta'sirida tezda parchalanadi. Kumush nitratga suyultirilgan ishqor ta'sir ettirib cho'ktiriladi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlarni CO dan tozalashda foydalaniladi.

Kumush nitrat — AgNO_3 , oq rangli, suvda, spirtida yaxshi erimaydigan kristall, organik birikmalar ta'sirida kumush metaliga oson qaytariladi. Kumush nitrat fotografiyada, tibbiyotda va analitik kimyoda ishlatiladi.

Kumush xlorid — AgCl , oq rangli cho'kma, suvda erimaydi, ishqoriy metallarning sianidlarida, tiosulfat va NH_4OH eritmalarida, konsentrlangan nitrat kislotalada yaxshi eriydi. Kumush xlorid fotografiyada, detektorlar olishda, spektrometriyada ishlatiladi.

Oltin (III) xlorid — AlCl_3 , qizil rangli kristall, termik beqaror, suvda, xlorid kislotalada yaxshi eriydi, efiyarlarda yomon eriydi. Metallarning sirtini oltin bilan qoplashda, keramika va shishalarga pardozi berishda qo'llaniladi.

Mis (II) xlorid — CuCl_2 , jigarrang-sarg'ish tusli, suvda, spirtida, atsetonda yaxshi eriydigan kristall modda. Mis (II) oksidga xlorid kislota yoki CuSO_4 va BaCl_2 ta'sir ettirib hosil qilinadi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlamlarni bo'yashda ishlatiladi.

Mis (II) oksid — CuO , qora rangli kristall, suvda erimaydi, elektrolitlarni tayyorlashda pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfid — CuS , qora rangli kristall, suvda erimaydi. Mis tuzlari eritmasiga vodorod sulfid ta'sir ettirib hosil qilinadi. Bo'yoqlar tarkibida pigment sifatida ishlatiladi.

Mis (II) sulfat — CuSO_4 , ko'kish tusli kristall, suvda yaxshi eriydi. Mis (II) oksid yoki mis (II) gidroksidga sulfat kislota ta'sir ettirib yoki CuS ni kislorod ishtirokida pishirish natijasida hosil qilinadi. CuSO_4 galvanotexnikada, gazlamlarga va teriga ishlov berishda, bo'yoqchilikda, elektrolitlar tayyorlashda, fotografiyada ishlatiladi.

Kumush bromid — AgBr , och-sargish tusli kristall, suvda erimaydi. Kumushga brom ta'sir ettirib yoki AgNO_3 ga KBr ning suvli eritmasini aralashtirib olinadi. Fotografiyada yorug'likka sezgir qog'ozlar olishda ishlatiladi.

Kumush (I) oksid — Ag_2O , jigarrang-qoramtir tusli kristall, suvda erimaydi, yorug'lik ta'sirida tezda parchalanadi. Kumush nitratga suyultirilgan ishqor ta'sir ettirib cho'ktiriladi. Organik moddalarni sintez qilishda, gazlarni CO dan tozalashda foydalaniladi.

Kumush nitrat — AgNO_3 , oq rangli, suvda, spirtida yaxshi erimaydigan kristall, organik birikmalar ta'sirida kumush metaliga oson qaytariladi. Kumush nitrat fotografiyada, tibbiyotda va analitik kimyoda ishlatiladi.

Kumush xlorid — AgCl , oq rangli cho'kma, suvda erimaydi, ishqoriy metallarning sianidlarida, tiosulfat va NH_4OH eritmalarida, konsentrlangan nitrat kislota yaxshi eriydi. Kumush xlorid fotografiyada, detektorlar olishda, spektrometriyada ishlatiladi.

Oltin (III) xlorid — AlCl_3 , qizil rangli kristall, termik beqaror, suvda, xlorid kislota yaxshi eriydi, efirlarda yomon eriydi. Metallarning sirtini oltin bilan qoplashda, keramika va shishalarga pardo berishda qo'llaniladi.

XXIII BOB

RUX GRUPPACHASI ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Rux gruppachasi elementlariga rux — Zn, kadmiy — Cd va simob — Hg kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatida s^2 elektronlari mavjud. Shuning uchun bu elementlarning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Simobning oksidlanish darajasi +2 ga teng bo'lgan juda ko'p birikmalari ma'lum. Bunday birikmalar dimerlangan bo'lib, Hg—Hg — bog'lanishning mavjudligi isbotlangan. Rux, kadmiy va simob atomlari o'zlarining sirtqi elektron qavatidan oldingisidagi elektronlarini bermaydi. Bu jihatdan mis gruppachasi elementlaridan farq qiladi. Rux, kadmiy va simob II gruppaning asosiy gruppacha elementlari kabi aktiv, faol emas. Bunga sabab, asosiy gruppacha elementlari bilan qo'shimcha gruppacha elementlarining ionlanish potentsiali va ion radiuslarining bir-biridan keskin farq qilishidir. Metallarning kuchlanishlar qatorida rux bilan kadmiy vodoroddan oldinda turgan bo'lishiga qaramasdan, suvdan vodorodni siqib chiqara olmaydi, chunki bu metallarning sirtida mustahkam oksid parda mavjud. Bu elementlarning rux-kadmiy-simob qatorida metallik xossalari kamayib boradi.

Tabiatda uchrashi. Rux tabiatda, asosan vyursit — ZnS, smitsonit — $ZnCO_3$, kalamın — $Zn [Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O]$, sinkit — ZnO, kadmiy grikonit — CdS, otavit — $CdCO_3$, simob esa tug'ma holda va kinovar HgS, livingotonit — $HgS \cdot 2Pb_2S_3$ va koloradoit minerallari holda uchraydi.

Olinishi. Rux rudasi flotatsiya usuli bilan boyitilib, konsentrat hosil qilinadi. Hosil bo'lgan rux konsentratini yondirib rux oksid olinadi:



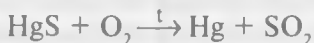
Rux oksidini uglerod bilan qaytarib rux hosil qilinadi:



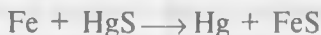
Gidrometallurgiya usuli bilan rux metallini olish uchun quydirilgan rux rudasi sulfat kislotada eritiladi. Natijada hosil

bo'lgan $ZnSO_4$ eritmasi elektroliz qilinib, rux ajratib olinadi.

Kadmiy texnikada rux bilan birga olinadi. Tarkibida kadmiy bo'lgan ruda sulfat kislotada eritiladi. Hosil bo'lgan $CdSO_4$ rux bilan qaytarilib yoki uni elektroliz qilib kadmiy ajratib olinadi. Simob texnikada piolmetallurgiya usulda HgS dan olinadi. Buning uchun simob rudasi kislorod yordamida kuydiriladi. Hosil bo'lgan HgC termik beqaror bo'lgani uchun, u erkin simobga parchalanib ketadi:



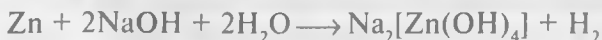
Bug' holda hosil bo'lgan simob maxsus idishga yig'ilib, keyin haydash yo'li bilan tozalanadi. Simobni olishda ba'zan HgS ga temir yoki kalsiy ta'sir ettirish reaksiyasidan foydalanish mumkin:



Xossalari. Rux oqish kumushrang metall, odatdagi sharoitda mo'rt, havo va suv ta'siriga chidamli. Qizdirilganda rux surni parchalaydi. Eritmada vodorod ionlari ortishi bilan rux sirtidagi oksid parda yemiriladi, natijada uning kimyoviy reaksiyaga kirishishi aktivlashadi. Hatto ammoniy xlorid tuzining gidrolizi natijasida hosil bo'lgan vodorod ionlari ruxning erish jarayonini tezlatadi:



Rux amfoter metall bo'lgani uchun kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Rux nitrat va konsentrlangan sulfat kislotalar bilan juda faol reaksiyaga kirishadi. Rux juda suyultirilgan nitrat kislotani ammoniy ionigacha qaytaradi:



Kadmiy oq rangli, yaltiroq, yumshoq metall. Kadmiy havoda oksidlanganda uning sirti oksid parda bilan qoplanadi. Kadmiy yuqori temperaturada juda faol metall, kislotalarda yaxshi eriydi, ishqorlarda erimaydi. Chunki $\text{H}_2 + 2\text{OH} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ sistema-ning standart oksidlanish potentsiali $\text{Cd} + 2\text{OH} \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{OH})_2$ sistemaning standart oksidlanish potentsialidan katta. Shunga asoslanib vodorod kadmiyga nisbatan kuchli qaytaruvchidir. Shuning uchun kadmiy ishqoriy muhitda H^+ ionini erkin vodorodgacha qaytara olmaydi. Yuqori temperaturada kadmiy aktiv metall, galogenlar bilan birikib galogenidlar hosil qiladi.

Simob odatdagi temperaturada suyuq yaltiroq metall, qattiq holatda α — Hg va β — Hg modifikatsiyaga ega. Simob bug‘i nihoyatda zaharli. Simob rux va kadmiydan birmuncha farq qiladi. U ruxga qaraganda sekin oksidlanadi. Lekin oltingugurt va galogenlar bilan odatdagi sharoitda birikadi. Simob qaynoq sulfat kislotada, «zar suvi» da va nitrat kislotada eriydi:



Simob ortiqcha miqdorda olinsa suyultirilgan nitrat kislotada bilan ta‘siri natijasida $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ hosil bo‘ladi:



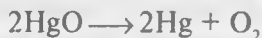
Simob ko‘p metallarni o‘zida eritadi. Bunday eritmalar **amalgamalar** deb ataladi. Amalgamalar odatdagi temperaturada suyuq yoki yumshoq bo‘lishi bilan boshqa qotishmalardan farq qiladi. Amalgamalarni fizik-kimyoviy tekshirish natijasida ularning ba‘zilari intermetall birikmalar ekanligi, ba‘zilari qattiq eritma, ba‘zilari suyuq eritma ekanligi aniqlangan.

Birikmalari. Rux oksid — ZnO , oq rangli kukun, ZnCO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ larni termik parchalab yoki ZnS ni kuydi-

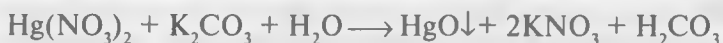
rib hosil qilinadi. Rux oksid nihoyatda termik barqaror amfoter modda, kislota va ishqorlarda yaxshi eriydi. Rux oksid kosmetikada, bo'yoq tayyorlashda, tibbiyotda rezina, shisha, keramika sanoatida, elektronikada yarimo'tkazgichlarni tayyorlashda ishlatiladi.

Kadmiy oksid — CdO jigarrang tusli amorf va kristall modifikatsiyaga ega bo'lgan modda, suvda erimaydi. Havoda asta-sekin oqaradi, chunki havodan CO₂ ni yutib CdCO₃ ga aylanadi. Kadmiy oksid, kadmiyni yoki CdS ni oksidlab hamda Cd(OH)₂ va CdCO₃ larni termik parchalab hosil qilinadi. Po'lat sirtini qoplashda ishlatiladi.

Simob (II) oksid — HgO sariq yoki qizil rangli modifikatsiyalarga ega bo'lgan kristall modda, suvda erimaydi. Qizdirilganda parchalanadi:



Sariq modifikatsiyaga ega bo'lgan HgO kimyoviy aktiv, uni simob tuzlari eritmasiga K₂CO₃ yoki ishqor ta'sir ettirib hosil qilish mumkin:



yoki

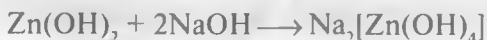
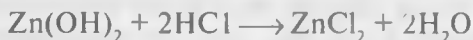


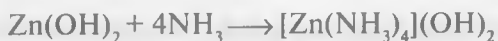
Qizil rangli simob (II) oksid Hg(NO₃)₂ ni termik parchalab hosil qilinadi:



Simob (II) oksid kimyoviy preparatlar olishda oksidlovchi sifatida, bo'yoqchilikda pigment tayyorlashda ishlatiladi.

Rux va kadmiy gidroksidlari oq rangli, suvda erimaydigan cho'kmalar. Ular rux va kadmiy tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilinadi. Kislotalarda, ishqorlarda va ammiak eritmasida yaxshi eriydi:





Simob gidroksidlarini ularning tuzlariga ishqor ta'sir ettirib hosil qilib bo'lmaydi, chunki parchalanib, oksid holida cho'kadilar:



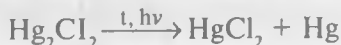
Rux, kadmiy va simob (II) ning nitratlari, sulfatlari, perxloratlari, atsetatlari suvda yaxshi eriydigan moddalardir. Bu moddalarning eritmaları zaharlidir. Simob (I) tuzlarining ko'pchiligi suvda erimaydigan moddalardir. Faqatgina suvda eriydigan va simobning boshqa tuzlarini olishda ishlatiladigan birikmasi $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ dir:



Simob (I) tuzlari simob (II) tuzlarini qaytarib ham olishi mumkin:



Simob (I) tuzlari disproporsiyalanish xossasiga ega. Parchalanish tezligi anionning tabiatiga bog'liq. Masalan, Hg_2Cl_2 anchagina barqaror, faqatgina yorug'lik ta'sirida qizdirilganda parchalanadi, sulfid esa oddiy sharoitda shiddatli parchalanadi:



Kadmiy va simob (II) galogenidlari, sianidlari rux va boshqa elementlarning tuzlariga qaraganda kam dissotsilanadi, bu xossa $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^- - \text{CN}^-$ tartibda kamayib boradi. Bunga sabab, bunday birikmalarda elementlar orasidagi kovalent bog'lanish kuchining ortib borishidir. Kadmiy va simobning xlorid, bromid, yodid, sianid va rodanid birikmalarining kompleks birikmalarini hosil qilish xususiyati $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^-$ qatorida ortib

boradi, ruxda esa kamayib boradi. Masalan, simob (I) nitrat eritmasiga kaliy yodid ta'sir ettirilsa, simob (II) yodid cho'kmaga tushadi:

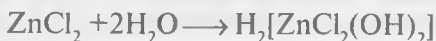


Cho'kmaga kaliy yodid ortiqcha miqdorda ta'sir ettirilsa, u kompleks birikma hosil qilib erib ketadi:



Simob (I) galogenidlari suvda erimaydigan moddalardir.

Rux xloridning konsentrlangan eritmasi gidroliz natijasida kompleks birikma hosil qiladi:



Shuning uchun rux xlorid eritmasi metallarni payvandlashda, sirtidagi oksid pardasini tozalashda ishlatiladi:



Rux, kadmiy va simob (II) sulfidlar suvda erimaydigan moddalardir. Bu eritmalarning sulfidlarini eruvchanlik ko'paytmalari Zn—Cd—Hg — qatorida kamayib borishi bilan ularning kislotalarda eruvchanligi kamayib boradi. Masalan, rux sulfid suyultirilgan xlorid kislotada, CdS esa faqat konsentrlangan NCl da, HgS esa qaynoq konsentrlangan sulfat kislotada eriydi. Rux va kadmiy sulfidlaridan simob (II) sulfid ishqoriy metallarning sulfidlarida erishi bilan farq qiladi:



Ishlatilishi. Rux, kadmiy, simob va ularning birikmalari metallarning sirtini ruxlashda, tibbiyotda, to'qimachilikda, shisha, keramika sanoatida past temperaturada suyuqlanadigan qotishmalar tayyorlashda, atom texnikasida, barometr, termometr, lyuminofor lampalar ishlab chiqarishda, galvanik element hosil qilishda, nodir metallarni rudadan ajratib olishda ishlatiladi.

Takrorlash uchun materiallar

Bobning qisqacha mazmuni

Davriy jadvalning qo‘shimcha gruppacha elementlari umumiy tavsifi, tabiatda uchrashi, olinishi, fizik va kimyoviy xossalari, ishlatilishi hamda ahamiyati haqida ma’lumotlar keltirilgan. Skandiy gruppachasi, titan, vanadiy, marganes va temir gruppachalari elementlari ustida so‘z yuritiladi. Shuningdek, platina oilasi elementlari, mis gruppachasi va rux gruppachasi elementlari haqida ham ma’lumotlar berilgan.

Bobni o‘rganishdan maqsad

1. *d* — elementlar oilasiga kiruvchi elementlarning umumiy xossalari bilib olish, ularning birikmalari hamda sanoatdagi ahamiyati haqidagi ma’lumotlarni o‘zlashtirib olish.

2. Elementlarning kimyoviy xossalari sirtqi va ichki qavatlarida joylashgan elektronlar soniga bog‘liqligini bilish.

3. *d* — elementlarda o‘zgaruvchan valentliklarning namoyon bo‘lishini misollarda isbotlash.

Mashq va masalalar

1. Nima sababdan *d*-elementlarni oraliq elementlar deb ataydilar?

2. Qo‘shimcha gruppachalar elementlari xossalari asosiy gruppacha elementlariga qaraganda kam va sekin o‘zgarishining boisi nimada?

3. Qo‘shimcha gruppacha elementlarining o‘ziga xos xususiyatlarini sanab bering.

4. CgCl_3 eritmasiga KOH eritmasidan ortiqcha miqdorda qo‘shildi. Hosil bo‘lgan suyuqlik bromli suv bilan aralashtirildi. Eritmaning yashil tusi sariq tusga o‘tdi.

Sodir bo‘lgan jarayonni tushuntirib, tenglamasini yozing.

Test savollari

1. HgC quyidagi moddalarning qaysi birida eriydi?

A. $\text{HCl}_{(\text{kons})}$; B. $\text{HNO}_{3(\text{suyuq})}$; D. $\text{HNO}_3 + \text{HCl}_{(\text{kons})}$; E. $\text{NaOH}_{(\text{suyult})}$;
F. $\text{NaCl}_{(\text{crit})}$.

2. Xlorid kislota bura eritmasiga qo‘shilganda qanday modda hosil bo‘ladi?

A. Tetraborat kislotasi. B. Ortoborat kislotasi. D. Natriy xloridi. E. Bor anhidridi. F. Metaborot kislotasi.

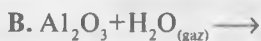
3. Borning laboratoriyada olish uchun qaysi usuldan foydalanish mumkin?

A. $B_2O_3 + Mg$; B. $Na_2B_4O_7 + Ca$; D. B_2H_6 ; E. $KBF_4 + Na$; F. B_2O_3 .

4. Borat kislotasining qaysi tuzi suvli eritmada eng barqaror?

A. Ortoborat. B. Tetraborat. D. Metaborat. E. Borat. F. Barqaror emas.

5. Al_2C_3 ni olish uchun qaysi reaksiyadan foydalanish kerak?



6. $AgCl$ ushbu moddalarning qaysi birida yaxshi eriydi?

A. $NaOH$; B. NH_4OH ; D. $HNO_{3(qaynoq)}$; E. $HCl_{(mo'l miqdorda)}$; F. H_2SO_4 .

7. $Mn(OH)_2$ ga ishqoriy muhitda $KBrO$ ta'sir ettirilganda qaysi modda hosil bo'ladi?

A. K_2MnO_4 ; B. MnO_2 ; D. $KMnO_4$; E. $Mn(OH)_4$; F. MnO .

8. Quyidagi birikmalarning qaysi birida konsentrlangan sulfat kislotasi ta'sirida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sodir bo'lmaydi.

A. KJ ; B. NaJ ; D. $NaBr$; E. $NaCl_4$; F. KBr .

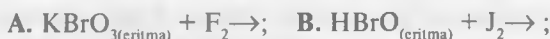
9. Mis (I) xlorid eritmasidan is gazini o'tkazganda quyidagi moddalarning qaysi biri hosil bo'ladi?

A. $CuClCO$; B. Cu ; D. Cu_2O ; E. CO_2 ; F. $Cu(OH)_2$.

10. Vodorod sulfid olish uchun quyidagi reaksiyalarning qaysi biridan foydalanish kerak?

A. $FeS + HCl_{(kons)} \rightarrow$; B. $PbS + HCl_{(suyult)} \rightarrow$; D. $CuS + H_2SO_{2(sulyut)} \rightarrow$; E. $HgS + H_2SO_{4(suyult)} \rightarrow$; F. $FeS_2 + O_2 + H_2O \rightarrow$.

11. Erkin brom olish uchun quyidagi reaksiyalarning qaysi biridan foydalanish kerak?



12. Titanning qaysi birikmasi termik barqaror?



13. Metastannat kislota qaysi moddada eriydi?



14. Xrom sanoatda qaysi birikmadan olinadi?



15. Laboratoriyada sulfat angidridni olish uchun qaysi reaksiyadan foydalaniladi?



16. Natriy metaliga sulfit angidrid ta'sir ettirilishi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?



17. Hidrozinga kalsiy metali ta'sir ettirish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?



18. Fosfat kislota necha asosli?

A. 2. B. 3. D. 4. E. 5. F. 1.

19. Fosfat angidridiga ikki mol suv ta'sir ettirish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?



20. Sianid kislolaning nechta izomerini bilasiz?

A. 1. B. 2. D. 3. E. 4. F. 5.

21. Qo'rg'oshin (II) yodid cho'kmasi qaysi eritmada yaxshi eriydi?



22. Rux metalini ishqoriy muhitda nitratlar bilan aralastirib, kuydirish natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. NH_3 ; B. ZnO ; D. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$; E. NH_4NO_3 ; F. $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

23. Rux metalini ammiak eritmasida erishi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. $\text{Zn}(\text{OH})_2$; B. ZnO ; D. H_2 ; E. NH_3 ; F. Reaksiya ketmaydi.

24. Nikel (III) gidroksidni xlorid kislota bilan reaksiyasi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. NiCl_3 ; B. Ni_2O ; D. Cl_2 ; E. $\text{Ni}(\text{OH})_2$; F. Reaksiya ketmaydi.

25. Kobalt (III) gidroksidning sulfat kislota bilan reaksiyasi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$; B. O_2 ; D. SO_2 ; E. SO_3 ; F. Cr_2O_3 .

26. Ushbu galogenlarning qaysi birining elektromanfiyligi katta qiymatga ega?

A — fluor; B — xlor; D — brom; E — yod; F — yod va brom.

27. Quyidagi galogenovodorodlarning qaysi biri termik barqaror?

A. HF; B. HCl; D. HBr; E. HI va HBr.

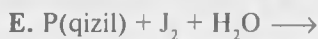
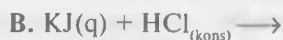
28. Ortiqcha miqdorda olingan xlorli suv bilan kaliy yodidning ta'sirlanishi natijasida qanday modda hosil bo'ladi?

A. J_2 ; B. HI; D. HJO; E. HJO₃; F. HJO₄.

29. Ftor tabiatda qanday birikma holida uchraydi?

A. KHF_2 ; B. CaF_2 ; D. 3NaF_3 ; E. AlF_3 ; F. SiF_4 .

30. Toza vodorod yodid olish uchun qaysi reaksiyadan foydalanish mumkin?



31. Ushbu $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{HBr} + \text{HBrO}$ muvozanatni o'ngga siljitish uchun quyidagi qaysi moddani qo'shish kerak?

A. H_2SO_4 ; B. NaOH; D. $AgNO_3$; E. $CaCO_3$; F. NaBr.

32. Kristall holatdagi yod quyidagi qaysi moddaning suvli eritmasi bilan reaksiyaga kirishadi?

A. NaCl; B. $KClO_3$; D. KJ; E. KF; F. NaF.

33. Yodli kislorodli birikmalarning qaysi biri eng barqaror?

A. +1; B. +3; D. +5; E. +7; F. -1.

34. BG_4^- ionining fazadagi konfiguratsiyasi qanday ko‘rinishga ega?

A. Kvadrat; B. To‘rtburchak piramida; D. Tetraedr;
E. Oltiburchak, F. Konussimon.

35. Alyuminiy gidroksidini cho‘ktirish uchun qaysi modda eritmasidan ortiqcha miqdorda olish kerak?

A. Na_2CO_3 ; B. NaOH; D. NH_3 ; E. NH_4OH ; F. KOH.

XXIV BOB

f-ELEMENTLAR

XXIV. 1. LANTANOIDLAR (LANTANIDLAR)

Davriy sistemaning oltinchi davriga kiruvchi 14 ta element oilasi shunday nom bilan ataladi. Bularga seriy (atom raqami 58), prazeodim (59), neodim (60), prometiyl (61), samariyl (62), yevropiy (63), gadoliniyl (64), terbiyl (65), disproziyl (66), golmiyl (67), erbiyl (68), tuliy (69), itterbiyl (70) va lyutetsiyl (71) kiradi. Ittriyl bilan lantanoidlar birgalikda siyrakyer elementlari gruppasini tashkil etib, **seriy** va **ittriyl** gruppachalariga bo‘linadi. Seriydan gadoliniygacha bo‘lgan elementlar yengil lantanoidlar, terbiydan lyutetsiygacha bo‘lganlari *og‘ir lantanoidlar* deyiladi. Yengil lantanoidlar gruppachasida bir elementdan ikkinchi elementga o‘tilganida 4f-orbitalga bittadan elektron qo‘shiladi. Og‘ir lantanoidlar gruppachasi elementlari atomlarida 4f-orbitallarga avvalgi yettitadan tashqari yana bittadan elektron qo‘shila boradi.

Lantanoidlar atomlarida 4f-pog‘onachalar elektronlar bilan to‘lib boradi. Ular atomlarining tashqi oltinchi qa-

vatida ikkitadan *s*-elektron bo'ladi. Gadolinii bilan lyutesiy atomlarining beshinchi qavatida ikkita *s*-, oltita *p*- va bittadan *d*-elektron bor bo'lib, bular bu borada lantanga o'xshaydi. Seriydan gadoliniiyga o'tilganda 4 *f*-pog'onadagi elektronlar soni ikkidan yettitaga qadar ortadi. Lantanoidlar turkumi lyutetsiy bilan yakunlanadi, uning 4*f*-pog'onachasidagi elektronlar soni 14 tadir: Lu — $5s^2 \cdot 5p^6 \cdot 5d^1 6s^2$.

Lantanoidlarga xos bo'lgan oksidlanish darajasi +3. Lantanoid atomining valentlik holati ko'pincha uning tarkibidagi $5d 6s^2$ elektronlarga bog'liqligi bilan aniqlanadi. Shu sababdan lantanoidlar ko'pincha uch valentli holatni namoyon qiladi. Lantan, gadoliniiy hamda lyutetsiyga yaqin elementlarda o'zgaruvchan valentlik seziladi. Seriyning uch va to'rt valentlik holat namoyon qilishi 4*f*-holatdagi bir elektronining *s* dan *d* ga o'tishi bilan tushuntiriladi.

Lantanoidlardan samariy, yevropiy va itterbiy ikki valentli holatni ham namoyon qilishi mumkinligi aniqlangan.

Lantanoidlar qatorida atom soni orta borgan sari (Gedan Lu ga qarab) ion radiusi kamayib boradi. Bu hodisa *lantanooidlar kirishimi (siqilishi)* deyiladi.

f-elementlar oraliq elementlar jumlasiga kiradi. Ularning ikki turkumi ma'lum. Birinchisi 4*f*-elementlar, ya'ni lantanoidlar bo'lib, ular VI davrda lantandan keyingi 14 ta o'rinni egallaydi. Ikkinchi turkumga 5*f*-elementlar, ya'ni aktinoidlar kiradi. Bular VII davrda aktiniydan keyingi 14-o'rinni egallaydi. Jami 28 ta aktinoid elementlari ma'lum bo'lib, ular metallar jumlasiga kiradi. Yer qobig'ida massa bo'yicha miqdori $1,6 \cdot 102\%$ ga teng.

Tabiatda uchraydigan bastnezit ($Gd, La...$) $\cdot CO_3F$ loparit ($Na, Ca, Ce...$)₂ ($Ti, NbTa_2O_6$) va monatsit $Gd, La...$ PO₄ bo'lib, ular apatitlarda, shuningdek, tantal, titan va uran minerallari tarkibida ham uchraydi.

Lantanoidlar o'zlarining rudali konsentratlariga anorganik kislotalar (H_2SO_4, HNO_3) yoki ishqorlar ta'sir ettirib ajratib olinadi. Hidroksidlaridan ham xomashyo sifatida foydalansa bo'ladi. Kimyoviy xossalari juda o'xshashligi tufayli lantanoidlarni birikmalaridan tozalab ajratib olish ancha mush-

kul. Ammo keyingi yillarda ularni bir-biridan ajratuvchi samarali usullar ishlab chiqilganki, bunda har bir metall toza holda olinmoqda.

Lantanoidlar oq-kumushrang tipik metallar, kimyoviy xossalari jihatidan ishqoriy-yer elementlariga yaqin turadi. Ular anorganik kislotalarda eriydi, suv bilan o'zaro ta'sirlashib, vodorod ajratadi va erimaydigan gidroksidlar hosil qiladi. Lantanoidlar odatdagi sharoitda kislorod bilan, 200°C dan yuqorida galogenlar, galogen-vodorod, uglevodorod, bor va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Lantanoidlar oksidlari, ftoridlari, oksiftoridlari, sulfid va oksisulfidlari suvda erimaydigan qiyin suyuqlanuvchi moddalardir. Galogenidlari (ftoridlar bundan mustasno), nitratlari va perxloratlari suvda yaxshi eriydi, sulfatlari kamroq, fosfatlari, karbonat va oksalatlari esa erimaydi. Oksalatlari bilan karbonatlari 800—900°C da oksidlarigacha parchalanadi.

Yevropiy, itterbiy, samariy, tuliy va neodimning vanadatlarini, volframat, geksaborid, metafosfat, ortofosfat, ultrafosfat, molibdat va niobatlarini, oksalat, sulfid, sulfat, tantadat, ftorid va xloridlari ma'lum bo'lib, ular turli sohalarda ishlatiladi. Bu birikmalar tegishli sintez qilib olinadi. Lyuminissensiyalanuvchi shishalar tayyorlashda aktivatorlar sifatida, lazer materiallari, o'tga chidamli buyumlar, atom reaktorlari sterjenlari tayyorlashda, komponentlar, cho'yan modifikatorlari, yarim o'tkazgich, qotishma va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Seriy, prazeodim, terbiy, neodim va disproziy ftoridlari va boshqa birikmalaridan kalsiy yordamida termik qaytarish, xloridlarini elektroliz qilish kabi boshqa yo'llar bilan olinadi. Ular mishmetall (qotishma)larda komponent, alyuminiy va magniy qotishmalarida legirlovchi qo'shimcha, lazer materiallari va plyonkalarni tayyorlashda ishlatiladi.

Lantanoidlar rangli metallar sanoatida, elektron asboblarda getterlar, magnit materiallari tayyorlashda komponentlar, yondiruvchi tarkibli moddalar vodorod akkumulyatori, boshqa metallarni qaytarishda va po'lat tayyorlash sanoatida qo'llanilmoqda.

XXIV 2. AKTINOIDLAR (AKTINIDLAR)

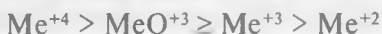
Davriy sistemaning yettinchi davriga mansub 14 ta element oilasi aktinoidlar nomi bilan ataladi. Bularga toriydan — lourensiygacha bo'lgan (atom raqami 90—103) elementlar kiradi. Toriy bilan uran izotoplari uzoq yashaydi. Bu elementlar tabiiy minerallar tarkibida uchraydi. Protaktiniy, neptuniy va plutoniy izotoplari ham tabiatda ozroq miqdorda bo'lsada, uchraydi. O'zga aktinoidlar tabiatda uchramaydi, ular uran va ba'zi transuran elementlarni yadro reaktorlarida neytronlar bilan nurlantirib yoki yengil elementlar yadrolari tezlatkichlarida olinadi.

Aktinoidlar kimyoviy xossalari va boshqa jihatlari bilan lantanoidlarga yaqinligi bu ikki oila elementlarining tashqi qobiqlarining bir xilligi sabablidir. Bu oilalarga mansub elementlarning tashqi uchinchi qobiqlarini to'ldirish — aktinoidlarda *5f*-qobiqlarda va lantanoidlarda *4f*-qobiqlarda boradi. Aktinoidlar lantanoidlardan oksidlanish darajasining har xilligi bilan farqlanadi. Masalan, ameritsiyniki +2 dan +7 gacha boradi. Toriydan urangacha oksidlanish darajasi +4 dan +6 gacha barqaror o'sib boradi, keyin U—Np—Pu—Am qatorida bir xil ravishda +3 gacha kamayadi va qolgan elementlar uchun shunday saqlanib qoladi. Bundan faqat barqaror-oksidlanish darajasi +2 bo'lgan nobeliy mustasnodir. Oksidlanish darajasi +2, +3 va +4 bo'lgan aktinoidlar suvli eritmaları gidratlangan kation holda bo'ladi. Oksidlanish darajasi +5 va +6 bo'lgan aktinoidlar uchun MeO_2^+ va MeO_2^{2+} ion shakllari xosdir.

Atom raqamlari orta borishi bilan aktinoidlarning bir turidagi ion radiuslarining kamayishi hodisasi *aktinoid kirishimi* deyiladi. Ularning atom radiuslari lantanoidlarni atom radiuslariga qaraganda kattaroq bo'ladi. Mana shu sababli aktinoidlarning tashqi elektronlari yadro bilan kuchsiz bog'lanadi. Shu sababli ba'zi aktinoidlarning valentligi oltiga teng bo'ladi. Aktinoidlarning barcha kationlari NO_3^- , Cl^- va ClO_4^- kabi anionlar bilan suvda yaxshi eriydigan tuzlar hosil qiladi.

Oksidlanish darajasi +4 va +6 bo'lgan aktinoidlar rudalarning nitrat kislotali eritmalaridan 3-butil fosfat va shu kabi boshqa organik ekstragentlar yordamida tanlab olinadi.

Aktinoidlar kompleks birikmalar hosil qilishga moyil bo'lib, ayniqsa, kislorodli adsendlar bilan yaxshi birikadi. Kompleks hosil qilish xususiyati quyidagi qator bo'yicha kamayib boradi:



Aktinoidlarning koordinatsion sonlari 4—12 oralig'ida bo'ladi.

Toriy (Thorium) — *Th* davriy jadvalning III gruppasidagi radioaktiv kimyoviy element aktinoid hisoblanadi. Tabiatda asosan ^{232}Th izotopi ma'lum. Yarim yemirilish davri $1,389 \cdot 10^{10}$ yilga teng. 1828-yilda I. Berselius tomonidan ochilgan. Yer qobig'idagi massa bo'yicha miqdori $8,0 \cdot 10^{-4}\%$ ga teng. 120 ga yaqin minerali bo'lib, bulardan asosiylari torit ThSiO_4 va torianit $(\text{Th}, \text{U})\text{O}_2$ dir. Toritning asosiy olinadigan manbai monatsit $[(\text{Ce}, \text{La} \dots)\text{PO}_4]$ bo'lib, tarkibida 10% cha ThO_2 bo'ladi.

Toriy, oq-kumushrang plastik metall, unga xos oksidlanish darajasi +4, ba'zan +2 va +3. Kukun holdagisi pirofor bo'ladi. Issiq suvda dioksid pardasi bilan qoplanadi.

Toriy kalsiytermik va elektroliz usullarida birikmalaridan olinadi.

Toriy odatdagi sharoitda ftor, qizdirilganda H_2 , Cl_2 , Br_2 , S, P, N_2 , H_2S bilan reaksiyaga kirishadi, anorganik kislotalar bilan asta-sekin reaksiyaga kirishadi.

Toriy magniyli qotishmalarni legirlashda, elektrolampalar tayyorlashda getter sifatida ishlatiladi, urantoriy reaktorlarida muhim yoqilg'i hisoblanadi.

Toriy gidridi ThH_2 , gidroksidi $\text{Th}(\text{OH})_4$, dioksidi ThO_2 , monokarbidi ThC , dikarbidi ThC_2 , nitrati $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, sulfati $\text{Th}(\text{SO}_4)_2$, tetraftoridi ThF_4 , tetrayodidi ThJ_4 , tetra-xloridi ThCl_4 va boshqa birikmalar ma'lum. Bular torimetriyada, yoqilg'i sifatida va toriy olishda yarim xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

Uran (Uranium) *U* — davriy sistemaning III gruppasidagi radioaktiv kimyoviy element. Tabiatda uning 3 ta izotopi ma'lum: ^{238}U , ^{235}U va ^{234}U . Birinchi miqdori 99,282%, yarim yemirilish davri $4,51 \cdot 10^9$ yil. 1789-yilda M.G. Klaprot

tomonidan UO_2 sifatida ochilgan. Metall holdagi uran esa 1841-yilda E. Peligo tomonidan olingan. Yer qobig'ida uranning massa bo'yicha miqdori taxminan $2,5 \cdot 10^{-4}\%$. Uranning muhim minerallari *uranit* $(\text{U,Th})\text{O}_2$, *nasturan* U_3O_8 , *karnotit* $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{U}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, *tuyamunit* $\text{CaO}_2 \cdot \text{UO}_2 \cdot \text{U}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ va *uran qorasi* deb ataluvchi oksidlari ($\text{UO}_2 : \text{UO}_3$) aralashmalaridan iborat. Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan boshqa minerallari (titanatlar, brannerit, koffinit, tantaloniobatlar va boshqalar) ham ma'lum.

Uran oq-kumushrang, yaltiroq metall. U rudalaridan turli yo'llar bilan ajratib olinadi. Uranning oksidlanish darajasi +3 dan +6 gacha boradi, ba'zan +2 bo'ladi. Kukun holdagi uran pirofordir, u suv bilan reaksiyaga kirishadi. HCl va HNO_3 da tez H_3PO_4 va HF da esa sekin eriydi, ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Barcha galogenlar, azot va fosfor bilan birikadi.

Uranning ko'pgina birikmalari, shu jumladan, *ftoridlari*, *karbidlari*, *silitidlari*, *sulfat*, *sulfid*, *nitrid*, *fosfid* va *oksalatlari* ma'lum.

Uran oksidi U_3O_8 kristall modda bo'lib, uran birikmalarini termik parchalab yoki U_3O_8 ni oksidlab olinadi.

U_3O_8 — uran kimyoviy konsentratlarining asosiy komponentidir.

$\text{U}(\text{OH})_3$ — asos tabiatiga ega. Bunga oid tuzlar o'zining erishi bo'yicha lantanoidlarning tegishli tuzlariga o'xshaydi.

Uran uch oksid yoki uran angidrid UO_3 kislotalarda eritilganda tuzlar (masalan, HCl da UO_3Cl_2) hosil bo'ladi. Bular da kationlik rolini uranil deb ataluvchi ion — UO_2^{2+} bajaradi. Uranil tuzlari sariq-yashil rangga ega bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Uranil tuzlari eritmalariga ishqor ta'sir ettirilganda uranat kislota H_2UO_4 tuzlari — uranatlari va diuranat kislota $\text{H}_2\text{U}_2\text{O}_7$ tuzlari diuranatlar hosil bo'ladi. Bular ga natriy uranat Na_2UO_4 va natriy diuranat $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$, misol bo'la oladi. Keyingi tuz sariq-yashil rangda tovlanuvchi uran shishasini olishda ishlatiladi.

Plutoniy (Plutonium) **Pu** — sun'iy radioaktiv kimyoviy element. Massa soni 232—246 bo'lgan o'n beshta izotopi ma'lum. G. Ciborg boshliq olimlar tomonidan 1940-yilda uran yadro reaksiyasi o'rganilayotganda ochilgan.

Plutoniý oq-kumushrang mo'rt metall. Oksidlanish darajasi +3 dan +7 gacha, barqarori +4 ga teng. Havoda sekin oksidlanadi, kukuni va qirindisi pirofor bo'ladi.

Qizitilganda galogenlar H_2 , N_2 , S , NH_3 , H_2O va boshqalar bilan reaksiyaga kirishadi, kislotalar (HCl , $HClO_4$, H_3PO_4) da eriydi, konsentrlangan HNO_3 va H_2SO_4 da passivlanadi. Ko'pgina metallar bilan intermetall birikmalar hosil qiladi.

Plutoniý yadro energetikasida yoqilg'i, transpluton elementlar olishda xomashyo, yadro quroli ishlab chiqarishda va kosmik apparatlar bortlarida elektr toki manbai sifatida qo'llaniladi.

Plutoniý karbidi, ftoridlari, xloridlari, sulfidi, nitridi, gidridi, dioksidi va gidratlari turli sohalarda qo'llaniladi. Bularning ayrimlari plutoniý olishda xomashyo va perspektiv yadro yonilg'ilari hisoblanadi.

XXV BOB

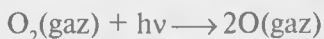
ANORGANIK KIMYO VA EKOLOGIYA

Ilgarigi boblarda moddaning fizik va kimyoviy xossalarini izohlovchi qonunlar bilan tanishdik. Atrof muhitni yaxshiroq o'rganish maqsadida ana shu qonun va qonuniyatlarni amalda qo'llash kerak bo'ladi. Nima sababdan atrof muhit ifloslanadi, uni qanday qilib toza tutishimiz va kelajak avlodlarga musaffo holda yetkazishimiz uchun nimalar qilishimiz kerak, degan muammo kelib chiqayapti.

Atmosfera va atrof muhitga tarqalayotgan moddalar avvaliga oddiy bo'lib ko'rinsada, aslida ular bir-biriga qo'shilib, quyosh nuri, bosim, temperatura, suv va shu kabi boshqa omillar ta'sirida katta o'zgarishlarga sabab bo'layotgani ma'lum. Korxonalardan ajralib, suvga yoki tuproqqa qo'shilib atrof muhitni turli chiqindilar bilan «boyitayotgan» mahsulotlar endilikda atmosferani ifloslantirib bormoqda. Buning oldini olish tez orada hal etilishi lozim bo'lgan muhim masalalardan bo'lib qoldi. Ushbu bobda ana shular haqida fikr yuritiladi.

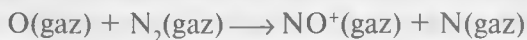
Atmosfera murakkab sistema bo'lib, dengiz sathida havoning 99% i azot bilan kislorodga to'g'ri keladi (qolganlari CO₂ va asl gazlardan iborat).

Atmosferaning tarkibiy nisbiy molekulyar massasi 90 km balandlikkacha o'zgarmaydi, undan yuqorida esa tez o'zgaradi. Masalan, dengiz sathidagi miqdori juda kam bo'lgan geliy 500—1000 km balandlikda atmosferaning asosiy komponentiga aylanadi. Atmosfera tarkibining balandlik bo'yicha o'zgarishi kimyoviy o'zgarishlar bilan bog'liq bo'ladi. Quyoshning elektromagnit nurlanishi natijasida vujudga keladigan energiya-ning yutilishi orqasida atom va molekularlar ionlanadi hamda dissotsilanadi. Bunda kislorod molekulari quyidagi holda atomlarga dissotsilanadi:



Bunday jarayonning davom etishi natijasida atmosfera tarkibining o'rtacha nisbiy molekulyar massasi pasayadi. Chunonchi molekulyar kislorodniki 32 ga, atomar kislorodniki 16 ga teng. Tarkibida atomar va molekulyar holdagi kislorodi bo'lgan gaz aralashmasining molekulyar massasi 16—32 orasida bo'lishi tabiiy. Atmosferada suvning fotodissotsilanishi ham qiziqish tug'diradi. Yer yuzasidan atmosferaning yuqori qavatlariga ko'tariluvchi suv miqdori unchalik ko'p emas. Ammo suvning atmosferadagi fotodissotsilanishi yerda kislorodli atmosferaning vujudga kelishiga sabab bo'lgan, degan fikrlar mavjud.

Atmosferada juda ko'p kimyoviy reaksiyalar amalga oshadi. Bulardan elektron ko'chishi bilan boradigan reaksiyalar kimyoning barcha tarmoqlari bilan bir qatorda biokimyoda uchun ham muhimdir. Turli xil birikmalarning hosil bo'lishi, parchalanishi, almashinuv reaksiyalari, momaqaldiraq paytida amalga oshadigan ozon O₃ hosil bo'lishi reaksiyalari inson va jonivorlar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Almashinuv reaksiyalariga misol qilib quyidagi jarayonlarni ko'rsatish mumkin.



Yuqoridagi reaksiyalar ekzotermik reaksiyalar bo'lganligi tufayli osonlik bilan amalga oshadi. Atmosferaning yuqori qismida NO ning konsentratsiyasi milliondan bir qismni tashkil qilishiga qaramay NO⁺ atmosferaning o'sha qismida eng ko'p tarqalgan ion hisoblanadi.

Mezosfera bilan stratosferada hosil bo'luvchi atomar kislorod, kislorod molekulasini bilan birikib, ozon (O₃) ni hosil qiladi:



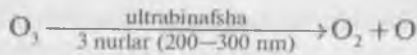
Ozon molekulasini qo'shimcha energiyaga ega. Uning atomar va molekulyar kisloroddan hosil bo'lishi energiyani ajralishi bilan boradi (105 kJ/mol). Ozon o'zidagi ortiqcha energiyani yo'qotishga intiladi. U quyosh nurini yuvib, atomar va molekulyar kislorodga parchalana oladi. Buning uchun zarur bo'lgan energiyani to'liq uzunligi 1140 nm dan ortiq bo'lmagan fotonlar yetkazib beradi. Ozon molekulasini to'liq uzunligi 200—300 nm fotonlarni yutishi insoniyat uchun katta ahamiyatga ega. Agar stratosferada ozon qavati bo'lmaganda, qisqa to'liqli katta energiya — fotonlar yerga o'tib ketar edi. «Ozon» qalqoni bo'lmaganida edi, ana shu katta energiyali fotonlar o'simlik, hayvonot dunyosi va insoniyatni, ya'ni Yerda hayotni yo'q qilgan bo'lur edi.

Ozonning fotoparchalanishi uning hosil bo'lish reaksiyasining aksidir. Bu ozonning hosil bo'lishi va parchalanishini siklik jarayonga aylantirib turadi. Mana shu sikl orqasida quyoshning ultrabinafsha nurlanishi issiqlik energiyasiga aylanadi.

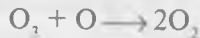
Ozon qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlarni (λ=200—280 nm) to'la ravishda, to'liq uzunligi 280—320 nm bo'lgan ultrabinafsha nurlarning esa 90 foizini yutadi. Ozon miqdori stratosferada ancha ko'p bo'lishiga qaramay, uning ultrabinafsha nurlarni yutish qobiliyati juda yuqoridir. Stratosferada o'zga gazlar bo'lmagan holda ozonning hosil bo'lishi va parchalanish mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:



Yuqoridagi
 pyxear o'zgarish
 H. H. Uspov



Stratosferada ushbu reaksiyalar muvozanatda bo'ladi. Lekin o'zga gazlar yoki radikallar mavjud bo'lganda ozon parchalanadi:

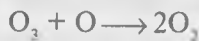
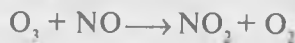


bu yerda: X = H, OH, NO_x, Cl, Br.

Atmosferada ko'rsatilgan radikallar oddiy sharoitda o'zga komponentlar bilan birikadi va stratosferagacha yetib bormaydi.

Ozon siklida qator reaksiyalar amalga oshadi. Bulardan biri azot oksidlari qatnashuvi bilan boradigan reaksiyalardir.

Atmosferada azot monoksidi NO bilan azot dioksidi NO₂ kam konsentratsiyada bo'ladi. Ozon NO bilan birikib, NO₂ va O₂ ni hosil qiladi. Keyin NO₂ atomar kislorod bilan reaksiyaga kirishadi, natijada qaytadan NO bilan O₂ hosil bo'ladi. Bundan so'ng NO yana ozon bilan uchrashadi. NO ishtirokida boruvchi gaz fazasidagi reaksiyalar natijasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Yuqoridagi reaksiyalardan NO gazi O₃ ning parchalanishini tezlatishi, ya'ni u bu reaksiyaning katalizatori bo'lib xizmat qilishi ko'rinib turibdi.

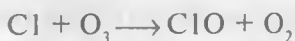
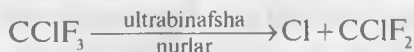
Tovushdan tez uchuvchi samolyotlardan ajraluvchi azot monoksidi ozon qavatiga salbiy ta'sir etishi mumkinligi olimlar tomonidan tekshirilmoqda. Bu borada ba'zi ilg'or fikrlarning amaliyotga yo'l olayotganligi ma'lum.

Xladonlar (freonlar) ni ozon qavatiga salbiy ta'sir etishi aniqlangan. Juda barqaror bo'lgan bu birikmalar gidrolizlanmaydi va metallarni korroziyaga uchratmaydi. Shu sababdan ular muzlatish moslamalarida, aerosol hosil qilish uchun insektofungitsid birikmalari va ftorli birikmalar sintezida keng ravishda qo'llaniladi. Ana shu ishlar amalga oshirilayotganda xlor-ftormetanlarning ma'lum qismi atmosferaga chiqadi. Ular asta-sekin yuqoriga ko'tariladi. Yerda zararsiz bo'lgan bu moddalar stratosferaga ko'tarilganda qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlar ta'siriga beriladi. 190—225 nm to'liqli uzunligidagi diapazonda yuqori energiyali nur xlor-ftormetanlarni fotolizga uchratadi. Bunda metandagi C—Cl bog'i nur ta'sirida uziladi:

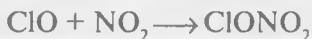


Ushbu reaksiya yana davom etishi mumkin. Hisoblar xlor atomi hosil bo'lishi 30 km balandlikda maksimal tezlikka ega bo'lishini ko'rsatdi. Ana shu fotoliz orqasida hosil bo'lgan atomar holdagi xlor kislorod bilan tez reaksiyaga kirishib, xloroksid va atomar kislorod hosil qiladi. Xlor oksidi o'z navbatida atomar kislorod bilan reaksiyaga kirisha oladi, natijada yana atomar holdagi xlor vujudga keladi. Ushbu jarayon ilgari ko'rib o'tilgan azot oksidining atmosferadagi reaksiyasiga o'xshaydi. Har ikki reaksiya ham ozonning atomar kislorod bilan reaksiyasiga, ya'ni molekulyar kislorodning hosil bo'lishiga olib keladi. Shu sababli xlor-ftormetandan foydalanishni cheklash choralari ko'rilmogda.

Tarkibida xlor bo'lgan eng barqaror birikmalarga azot dioksidi bilan freon (galoiduglerod) lar kiradi. Masalan, freon — 115 380 yil, freon — 12 esa 110 yil davomida barqaror bo'lishligi bilan tavsiflanadi. Xuddi mana shu reagentlar stratosferaga yetib boradi va ultrabinafsha nurlar ta'sirida parchalanadi. Buni freon — 12 misolida ko'ramiz:



Hosil bo'luvchi xlor yana ozon bilan birikadi. Zanjir reaksiyasi bo'yicha xlor o'zga birikmalar bilan birikadi. Birikishdan hosil bo'luvchi moddalar, masalan, NO_x bo'lishi mumkin:



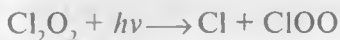
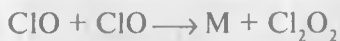
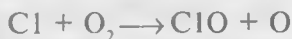
Stratosferada hosil bo'luvchi xlor nitrati ham xlor, ham NO_2 ning manbai hisoblanib, ozonning parchalanishini katalizlaydi, boshqacha qilib aytganda, ozon molekulasining parchalanishini tezlatadi. Odatda kun chiqqan paytda ultrabinafsha nurlari ta'sirida xlor nitrati parchalanishidan hosil bo'lgan xlor bilan azot dioksidi yana ozon bilan zanjir reaksiyasiga kirishadi. Xlorning ortiqcha molekulalari reaksiya mahsuloti bo'lgan ClONO_2 ning vodorod bilan birikib, vodorod xlorid hosil qilishi va atmosferaning pastki qismiga yomg'ir yoki qor bilan yuvilishi tufayligina tamom bo'lishi mumkin. Demak, osmondagi xlor boshimizga kislota (HCl) bo'lib yog'ilmoqda, uning ta'sirida dov-daraxtlar qurimoqda, mevalar hosili kamaymoqda, kasallik ko'paymoqda, ekologik vaziyat faqat stratosferadagina emas, yerda ham baravariga buzilmoqda.

Ozonni buzuvchi azot dioksidining manbai bo'lib tuproq, tropik o'rmonlar, okean yoki dengizlarda ro'y beruvchi tabiiy jarayonlar natijasida vujudga keluvchi azot monoksidi (N_2O) ham xizmat qilishi mumkin. Azot dioksidining antropogen manbaiga o'g'itlar nitrifikatsiyasi hamda biologik massalarni yoqish mahsulotlari kiradi.

Troposferaning ifloslangan qatlamlarida azot oksidlari organik va anorganik tabiatdagi turli moddalar bilan reaksiyaga kirishib ozon hosil bo'lishida katalizator vazifasini o'tashi ham aniqlangan. Troposferada NO_x hammasi bo'lib bir kundan yetti kungacha mavjud bo'la olishi hamda barqarorligi ham shu vaqtdan oshmasligi tajribalarda ko'rildi. Bu oksidlar fotokimyoviy reaksiyalarda qisman parchalanadi yoki yog'insochinlar bilan pastga tushadi. Stratosferada, o'zga gazlar nisbatan kam bo'lgan joyda, NO_2 ham ozon, ham xlor bilan reaksiyaga kirishib, NO_2 va ClONO_2 ni hosil qiladi deyiladi. Stratosfera quyi qatlamlaridagi NO ning manbai bo'lib, azotli

birikmalardan tashkil topgan tez uchuvchi samolyot va raketalar yoqilg'ilaridan ajraluvchi gazlar ham xizmat qiladi. Gidrazin (N_2H_4) va suyuq holdagi azot to'rt oksidi (N_2O_4) shunday moddalardan hisoblanib, uchish apparatlarida oksidlovchi vazifasini o'taydi. Bundan tashqari yuqori temperaturali chiqindi gazlar stratosferaning quyi qatlamlaridagi molekulyar azot oksidlari (NO_x) gacha oksidlashga ko'maklashadi. Stratosferaning quyi qatlamlari tarkibi atmosferanikidan ancha farqlanganligi (komponentlar kam va bulutlar yo'qligi) tufayli u yerda hosil bo'luvchi azot oksidlari uzoq vaqt davomida saqlangani holda ozon bilan ham, xlor birikmalari bilan ham yuqorida ko'rsatilganidek reaksiyaga kirishadi. Ammo bu yerda qaysi reaksiya ko'proq ahamiyat kasb etgan mexanizmning aniq ifodasi haqida va boshqa muhim masalalarga oid aniq bir ma'lumotlarga ega emasmiz. Ilgarigi ma'lumotlarga va o'tkazilgan matematik modellashlarga ko'ra, ifloslangan stratosferada azot oksidlari ozon hosil bo'lishida muhimdir, deyilganligi endilikda tekshiruvlarni talab qilmoqda. Galogen uglerodlarning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan xlorli bog'lovchi metan ustida ham ayrim fikrlar mavjud. Keyingi yillarda laboratoriyalarda o'tkazilgan tajribalar bulutlardagi muz bo'lakchalarida o'tadigan geterogen reaksiyalarda azot oksidlarining faol o'rni borligini tasdiqladi.

Barrat, Solomon va boshqalar tomonidan «Nature» jurnalida (1988) e'lon qilingan maqolalarda ozon o'pqqonining paydo bo'lishi mexanizmida xlor oksidi (ClO) ning dimerlanishi reaksiyasining ahamiyati ko'rsatilgan. Quyida Arktika tajribalariga asoslanib o'pqqon hosil bo'lishida stratosferada qanday reaksiyalar sodir bo'lishi ifodalab berilgan;

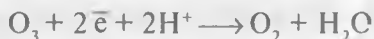




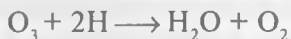
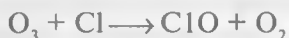
Reaksiya zanjir mexanizmida borganligi uchun ham juda ko'p bosqichda boradi va to'liq o'rganishni talab qiladi.

Gidrat kislotalarida ozonning parchalanishi radikal va fotokimyoviy reaksiyalar mexanizmi bilan bog'liqligi haqida ham ma'lumotlar bor. Suvning fazoviy o'tishi bilan bog'liq elektr kimyoviy reaksiyalar ham o'z rolini o'ynaydi. Muz yoki gidrat kristallchalarining vujudga kelishida qattiq yuzalarda elektr zaryadlari yig'iladi, buning natijasida vujudga kelgan potentsiallar farqi 300 V gacha boradi. Ozonni parchalash uchun hammasi bo'lib 2—2,5 V ga teng potentsiallar farqi yetarlidir. Fotokimyoviy reaksiyalarda ham, elektr kimyoviy reaksiyalarda ham suvning faza o'zgarishlari tufayli o'ta faol reagentlar hisoblangan erkin elektronlar, erkin radikallar, ion radikallar vujudga keladi. Ular faqat yuqori haroratdagina amalga oshishi mumkin bo'lgan termodinamik qarshilikni yengib, qattiq sovuq sharoitda ham reaksiyani amalga oshiradi. Gidratlarni saqlovchi sistemalarda suvning faza o'zgarishlarida reaksiyaning tez o'zgarishi tajribada isbotlandi.

Gaz gidratlarida fotokimyoviy reaksiyalar samarali o'tadi. Qattiq fazalar nurlantirilganda fotoko'chish hodisasi, juda yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lgan erkin elektron va radikallar vujudga keladi. Ozon bo'lgan sharoitda termodinamik qarshilik kamayib, reaksiya tezligi oshadi va bu boshqa xil birikishlarga ham ta'sir etadi. Gidratlarning hosil bo'lishida xomashyo, shu jumladan, ozon ham konsentrlanadi keyin fotoliz jarayonida yangi yuqori faollikka ega bo'lgan reagentlar erkin elektron va radikallar, elektronlar manbai bo'lgan ion-radikallar hosil bo'ladi. Ularning ozon bilan reaksiyaga kirishishi quyidagi oddiy sxema bo'yicha o'tadi:



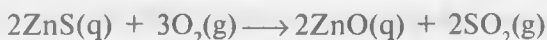
Bu reaksiyalar kislotali muhitda o'tadi. Bundan tashqari, quyidagi reaksiyalar ham amalga oshishi mumkin:



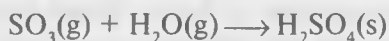
Atomar holdagi xlor bilan vodorod (HCl) freonlari suvning fotolizi natijasida vujudga keladi. Bu reaksiyalar laboratoriyada sinovdan o'tkazildi. Bundan «gaz gidratlari ozon kushandasi» degan xulosani chiqarish mumkin.

Agar V.P. Sarev bilan R.P. Povileykolarning taxmini amalda tasdiqlansa, ozonni saqlab qolishning muhim yo'llarini ishlab chiqish mumkin bo'ladi. Bugungi kunda atmosferaga chiqarib yuborilayotgan ozon kushandalari bo'lmish freonlar, azot-oltingugurt aralashmalari va boshqa gidrat hosil qiluvchilarni tezlikda kamaytirish kerak. Stratosferada gidratlar hosil bo'lishini oldini olishning birdan-bir yo'li ko'p valentli metallarning tuzlari — elektrolitlar, shu jumladan, gaz gidratlarini parchalovchi ftoridlarni sochib yuborishdir. Ta'sir doirasi yuzlab kilometrga yetuvchi sistemadan foydalanish ham gaz gidratlarini parchalashda muhim ahamiyatga ega. Tezlikda ozon o'p'qonining Arktika bilan Antarktidadan boshqa yerlarga tarqalishining oldini olish darkor. Butun biosferani o'zgartirib yuborishi mumkin bo'lgan jarayonning oldi olinmasa, u yomon oqibatlariga olib kelishi mumkin.

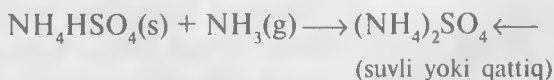
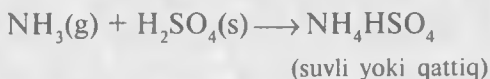
Atmosferada oltingugurt birikmalari ham uchraydi. Ular vulqon gazlaridan ajraladi, shuningdek, organik birikmalarning bakteriyalar ta'sirida chirishidan hosil bo'ladi. Okeanlarda ham oltingugurt dioksidi hosil bo'ladi. Atmosferada tabiiy ravishda hosil bo'luvchi oltingugurt birikmalari miqdori juda oz, shu sababli ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. Ammo katta shahar va sanoat rayonlarida oltingugurt birikmalari miqdorining ko'payib ketishi xavfli vaziyat tug'dirishi mumkin. Havoni zaharlovchi gaz-oltingugurt dioksidi (SO₂) o'tkir xidli, sassiqlik va zararli moddalardan biridir. Oltingugurtli rudalar kuydirilganda (metall sulfidi oksidlanadi) SO₂ miqdori ko'payib ketadi:



AQSh da oltingugurtli rudalar eritilganda ajralib chiqayotgan SO_2 ning 8% i havoga ajraladi. Ajralayotgan SO_2 ning 80% i ko'mir bilan neftning yonishi hisobiga chiqadi. AQSh da qazib olinadigan ko'mir tarkibida 8% gacha (massasi bo'yicha) oltingugurt borligi ishni murakkablashtiradi. Shu sababli AQSh da atmosferaga yiliga 30 mln t SO_2 chiqarib tashlanmoqda. Bu modda katta moddiy zarar keltirishi bilan bir qatorda inson sog'ligiga ham zarar yetkazmoqda. SO_2 gazi SO_3 gacha oksidlanganda uning zarari yanada ortadi. Atmosferadagi mayda zarrachalar katalizator vazifasini o'taganida bu jarayon yanada tezlashadi. Hosil bo'lgan SO_3 gazi suv tomchilari bilan birikib, sulfat kislota hosil qiladi:



Skandinaviya va Shimoliy Yevropa mamlakatlarida «nordon yomg'ir»ning ko'p yog'ishi mal'um. Yomg'ir suvlarida sulfat kislotaning bo'lishi ko'llarda baliqlarning kamayib ketishiga va umuman, ekologik zanjirning buzilishiga olib keldi. AQSh da yog'uvchi «nordon yomg'irlar» ko'llar suvining tarkibini buzmoqda, inshootlar metallni korroziyaga uchratayapti, xiyyon va maydonlardagi san'at asarlarini (hatto marmardan yasalgan haykallarni ham) ishdan chiqarmoqda. Ammiak bor yerlarda kislota-asos reaksiyasi amalga oshib, ammoniy gidrosulfat $\text{NH}_4(\text{HSO}_4)$ yoki ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hosil bo'ladi:

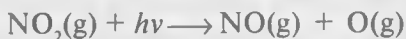


Ko'pgina sanoat rayonlari osmonini qoplab oluvchi quyuk tutun yuqorida qayd etilgan tarzda havoda tarqalgan ammoniy sulfatdir.

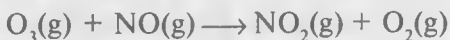
Atmosferadagi SO_2 ni yo'qotishga doir jarayonlarning yo'qligi achinarli bir holdir. Lekin bu muammo hozirgi davr-

ning kechiktirib bo'lmaydigan vazifalaridan biri ekanligini esdan chiqarmasligimiz lozim.

Azot oksidlarining fotokimyoviy smog (tabiiy tumaning sanoat chiqindi gazlari, isitish qurilmalari va boshqalardan chiquvchi aralashmalarining qo'shiluvidan hosil bo'lgan sistema) bilan bog'liqligi o'rganilgan. Bu terminga AQSh dagi Los-Anjelos shahri holati sabab bo'ldi. Hozir bunday yoqimsiz havo massalariga ega katta shaharlar soni tobora ko'payib borayotganligi mal'um. Avtomobillar azot monoksidi ajratib, atmosferani buzadi. Hozir AQSh da avtomobil 1 mil yurganda atmosferaga 1 grammga yaqin NO yoki NO₂ gazi chiqarishi aniqlangan. 393 nm ga teng to'liqlik fotonlar ta'sirida NO₂, NO va O ga parchalanadi:



Hosil bo'lgan atomar kislorod turli reaksiyalarga, shu jumladan, O₂ bilan reaksiyaga kirishib, ozon hosil qiladi. Ozon O₃ ni NO₂ gacha oksidlaydi:



Hosil bo'lgan NO₂ va O₂ lar avtomobil dvigatelining yonishidan hosil bo'luvchi ammiak CO, CH₄, C₂H₄ olefinlar, atsetilen, aldegidlar va SO₂ lar bilan reaksiyaga kirishib turli moddalarni hosil qiladi. Bular smogning kuchayishiga olib keladi. Uning miqdori shaharlarda kunning ikkinchi yarmida, ayniqsa, kechqurun ko'payishi tajribada aniqlangan, bu inson ko'ziga kunda ko'rinib turgan xavfli hodisadir.

Avtomobillardan ajralayotgan gazlar tarkibida uglerod monoksidi ham bor. U papiros tutunida ham anchagina miqdorda uchraydi. Bu modda inson qonidagi gemoglobin bilan barqaror kompleks hosil qilganligi sababli xavf tug'diradi. Atmosferada CO miqdori ko'paygan sari qonning organizmga kislorod yetkazib berish xususiyati kamayib boradi. Bu insonning faol mehnat faoliyatini susaytiradi, uni lanj qiladi, mehnat unumdorligini pasaytiradi va shu kabi boshqa qator afsuslanarli hodisalarni keltirib chiqaradi.

Uglerod dioksidi bilan suv bug'i infraqizil nurlarni yutuvchi atmosfera komponentlari hisoblanadi. Shu sababli atmosferadagi uglerod dioksidning miqdori planetamizning ob-havo sharoitiga ta'sir etadi. Keyingi o'n yilliklarda ko'mir, neft, tabiiy gaz va boshqa mineral qazilma boyliklarining ko'plab yondirilishi hisobiga atmosferada CO₂ ning miqdori birmuncha ortib ketganligi sezilmoqda. Yoqilg'ilarning bunday tezlikda yondirilishida qisqa vaqt ichida planetamiz ob-havosida o'zgarishlar ro'y berishi turgan gap, degan fikrlar o'rtaga tashlanmoqda.

Dunyodagi millionlab avtomobillardan ajralayotgan gazlar miqdorini kamaytirish bilan bu muammolarni birmuncha hal qilish mumkin, degan fikrlar o'rtaga tashlanmoqda. Ammo bu choralarning ko'rilishi juda sekinlik bilan borayotganligi kishilarni tashvishga solmog'i lozimligi ko'rinib turibdi.

XXV 1. OZON QATLAMINI SAQLASH BO'YICHA XALQARO HAMKORLIK

Ozon qatlamini saqlashda Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT)ning atrof muhitni muhofaza qilish programmasi (YuNEP) katta o'rin tutadi.

Ozon qatlamini muhofaza qilish bo'yicha xalqaro miqyosdagi ishlar 1974-yilda boshlandi. Shu yil mazkur masala bo'yicha konvensiyaga tayyorgarlik ko'rila boshlandi. Konvensiyani tayyorlash va ularni qabul qilish uchun o'n bir yil vaqt ketdi, nihoyat, 1985-yilda qabul qilindi. «Ozon qatlamini muhofaza qilish bo'yicha Vena konvensiyasi» bu borada dastlabki qadam bo'ldi. 1988-yilning o'rtalariga qadar konvensiyani dunyoning 27 mamlakati va Yevropa Iqtisodiy uyushmasi imzoladi. 18 mamlakat, shu jumladan, MDH bilan Ukraina ham uni tasdiqladi. Konvensiya dunyo bo'yicha xlorftoruglerodlar ishlab chiqarish, qo'llash va chiqarib yuborishni tekshirib turish haqidagi protokol rezolyutsiyasini qabul qildi. Xlorftoruglerodlar bo'yicha ekspertlar ishchi guruhi (Vena guruhi) tuzildi. 1987-yilning sentabrida Monrealda 56 mamlakatning vakillari ishtirokida Xalqaro konferensiya

o'tkazildi. Konferensiya aerozollar, sovutgich qurilmalari va boshqa maqsadlarda qo'llanilayotgan xlorfloruglerodlarning yarmisini qisqartirish haqida qaror qabul qildi va protokol tayyorladi. Ozon qatlamiga ta'sir etadigan mahsulotlarning uchdan ikki qismini ishlab chiqaradigan mamlakatlar protokolni tasdiqladilar. Shunga asosan I-jadvaldagi I gruppaga kiruvchi mahsulotlar ishlab chiqarish va uni qo'llash 1986-yildagidan oshib ketmasligi ta'kidlandi. I gruppaga kiruvchi mahsulotlar ishlab chiqarish 1993-yilga kelib 20 foizga kamaytirilishi talab qilindi. Monreal va Venada qabul qilingan xalqaro muhim qarorlarni dunyo olimlari sidqidildan kutib oldilar. Italiya, Yaponiya, MDH va boshqa mamlakat vakillari ozon qatlamini buzuvchi moddalarni ishlab chiqarishni kamaytirish va ularni zararsizlari bilan almashtirish haqida fikr yuritdilar hamda bu masalani hal qilishda xalqaro kuchlarni birlashtirish zarurligini uqtirdilar. Germaniya, AQSh, Fransiya va Shvetsiyaning hamkorlikda yaratgan CHEOPS loyihasi ham bu borada ilk qadam bo'ldi. Ushbu loyihaning asosiy maqsadi Arktikaning Shpisbergen atrofidagi ozon qatlamini tekshirish va nazorat qilib turishdir. Tajribalar AQSh ning 1987-yili Chilining Punta arenasida olib borgan ilmiy kuzatuvlari asosida o'tkazildi. Tajribalarda NASAning stratosferada ucha oladigan va zarrachalarni aniqlashga moslangan lazerli qurilma hamda masspektrometr bilan jihozlangan tezuchar tayyoralaridan foydalanildi. Fransiya bilan Germaniya laboratoriyalari hajmi 35—100 ming kub metrli 5 ta aerostat ajratdi. Bularning har birida 28 kilometr balandlikda tahlil uchun namuna oluvchi jihozlar o'rnatilgan bo'lib, keyin parashutlar yordamida yerga olib tushiladi. Olimlar Arktika ustidagi ozon o'pqnining paydo bo'lishi Antarktidaniki singarimi yoki o'zgachami degan savolga javob izlash maqsadida mana shunday ishlarni boshlab yubordilar.

1987-yilning oktyabrida Buyuk Britaniyaning Antarktidadagi Xolli Bey stansiyasida stratosferaning ozon miqdori o'lchanib, Dobson birligi 125 ga tengligi aniqlandi. Bu birlik 1985-yili 150, 1984-yili 190, 1979-yili esa 273 ga teng deb qayd etildi. O'tgan yillar ichida ozon miqdori ikki baravar kamayganligi tajribalarda aniqlandi. Ozon teshigi

paydo bo'lganligi mal'um bo'ldi. Ozon teshigi 10 million km² maydonni egallagan edi. Bunday teshik 1988-yilning dastlabki ikki oyi davomida Shimoliy qutbda ham kuzatilgan. Saksoninchi yillar o'rtalarida MDH olimlari ozon qatlamini o'lchab turgan stansiyalar ma'lumotlarini kompyuterlarda analiz qilib Moskva, Kiyev, sobiq Leningrad (hozirgi Sankt-Peterburg), Yaroslavl kabi yirik shaharlar ustida ham 50 ga yaqin mayda hamda qisqa davrli ozon teshiklari paydo bo'lib o'tganligini qayd qildilar. Ultrabinafsha nurlar ko'payganda yerdagi eng mayda jonzotlar ham zarar ko'rishi mumkinligi isbotlangan. Ozon hujayra yadrosi-xromatinni parchalaydi, oqsilning bo'linishi va ko'payishini to'xtatadi.

Qisqa to'liqinli ultrabinafsha nurlanish odamlarda dezoksiri-bonuklein kislota (DNK) ni — nasliy kodni buzadi, hatto o'limga ham olib borishi mumkin. To'liqin uzunligi 255—265 nm atrofidagi nurlanishda xavfli vaziyat tug'iladi.

Ozon qatlami kamaygan sari, stratosfera soviy boshlaydi. Yer yuzasi va havo isib ketadi. Bu holatni karbonat angidridi (CO₂) tufayli vujudga keluvchi «parnik samarasi»ning zararli ta'siriga solishtirish mumkin.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2000-yil 24 yanvarda qabul qilgan «Ozon qavatini himoya qilish sohasidagi shartnomalar bo'yicha O'zbekiston Respublikasining xalqaro majburiyatlarini bajarish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori Vena konvensiyasi va Monreal protokolini qo'llab-quvvatlovchi davlat hujjati bo'lib mamlakatimiz ekologiyasini yaxshilashga qaratilgan muhim hujjatlardan biri bo'lib xizmat qiladi.

1989-yilning 1 yanvarida ozonni himoya qilish bo'yicha qabul qilingan Xalqaro Monreal protokoli kuchga kirib, ozonni buzuvchi moddalar ishlab chiqarishni 10 yil ichida kamida 50 foizga kamaytirish ko'zda tutildi. AQSh, Kanada, Norvegiya, Yangi Zelandiya, Meksika, Shvetsiya, Misr singari mamlakatlar bu xalqaro shartnomani tasdiqladilar.

1990-yilning iyunida Londonda o'tkazilgan bir haftalik yig'ilishda dunyoning 70 mamlakatidan kelgan olimlar ozon qatlamini kemiruvchi kimyoviy moddalarni kamaytirish bo'yicha xalqaro miqyosda kelishib oldilar. Tuzilgan protokol shartnomasiga ko'ra qabul qilingan qarorlarni bajarish qat'iy

talab qilinadi. Shunga ko‘ra 2000-yilgacha xlorfloroglerodlar (freonlar, xladagentlar) ishlab chiqarishni kamida 50 foizga kamaytirish va ulardan foydalanishni ham shuncha miqdorda ozaytirish ko‘zda tutildi.

Ekologik vaziyatni yaxshilash maqsadida Nyu-Yorkda 1984-yili munitsipalitet (mahalliy o‘z-o‘zini idora qilish organi) tomonidan ekologik politsiya tashkil qilindi. Bunday xayrli ish zero boshqa mamlakatlarda, shu jumladan, bizning mamlakatimizda ham tashkil qilinsa yaxshi bo‘lur edi. Ekologik politsiya shaharni har xil zararli chiqindilar bilan ifloslantiruvchi shaxslarni, zavod va korxonalarni izlab topadi, aybdorlarni jazolaydi hamda jarima soladi. Ob-havoning buzilishini nazorat qilish, suvlarni ifloslantirmaslik va tozalikni normada saqlab turish ham politsiya xodimi zimmasiga yuklangan. Ekologik politsiya xodimlari maxsus kiyim-kechak, respirator, qo‘lqop, to‘pponcha va boshqa zarur anjomlar bilan ta‘minlangan bo‘ladi.

Oqava suvlarni tozalash yo‘llari. Akademik I.V. Petryanov tabiatning buyuk in‘omlaridan biri bo‘lgan suvni ulug‘lab, o‘zining unga bag‘ishlangan maxsus kitobini «Dunyodagi eng ajoyib modda» deb atagani bejiz emas, albatta. Bu olim suv va tabiat boyliklarini toza tutish, ulardan ratsional foydalanish va kelajak avlod uchun saqlash sohasida katta ishlar qilayotgan yirik mutaxassisdir. I.V. Petryanov suvni e‘zozlash zarur deydi, insoniyat va jonzo‘tlar suv bilan hayot ekanligini ta‘kidlaydi. Ammo dunyoning hamma yerida suvga e‘tibor bilan qaralyaptimi, u e‘zozlanyaptimi? Afsuski, unday emas.

Hozirgi vaqtda «oqova suvlar» atamasi ko‘p korxonalar va sanoat birlashmalarida tez-tez tilga olinadigan bo‘lib qoldi. Buning boisi korxonalardan oqib chiqayotgan suvlar ifloslanishi bilan bir qatorda o‘zida ko‘pgina qimmatli komponentlarni ham oqizib ketmoqda. Oqava suvlar tarkibidagi zaxarli va zararli moddalar dunyo okeanini bulg‘ayapti. Suvlardagi kislota, ishqor, qo‘rg‘oshin, mis, simob, molibden, rux va shu kabi boshqa metallarchi? Yiliga korxonalar hisobidan suvga oqib ketayotgan ming-ming tonnalab qimmatli metallar bilan bir qatorda tabiat inomi — suv tarkibining ham o‘zgarib borayotganligini hisobga olmoq zarur.

Mamlakatimizda bu masalalarga katta ahamiyat berilmoqda. Jumladan, yirik kimyo korxonalarida oqova suvlardan tuz,

metall, kislota, ishqor va boshqa moddalarni tutib qoluvchi filtrlar, katalitik moslamalar, apparat, yondirish pechlari ishga tushirildi. Metanol va glikollarni ushlab qoluvchi qurilmalar ishga tushishi bilan suv havzalari zararli moddalar ta'siridan xalos bo'ldi.

Kimyo sanoatida suv ko'p ishlatilishi ma'lum. Shu sababli keyingi yillarda kam suv ishlatuvchi texnologik jarayonlarni ishga solish, oqova suvlarni toza saqlagan holda ulardan ko'p sikllarda foydalanish yo'llari ishlab chiqildi. Oqova suvlar alohida mexanik va kimyoviy tozalashdan o'tib, biologik inshootlarga va so'ngra adsorbsion tozalash kolonnalariga yuboriladi. Oqova suvlardan osh tuzi, sement shixtasi komponentlari va boshqa maxsulotlar olinmoqda. Bu ishlar korxonaga yiliga uch mln so'm iqtisodiy samara berayapti.

Oqova suvlarni kalsiy va magniy karbonatlar, alyuminiy va temir gidroksidlar yordamida tozalash yo'llaridan sanoat miqyosida foydalanilmoqda. Bu borada kremniy (IV) oksid, alyuminiy oksid va sementlar ham keng ishlatilmoqda. Sho'r suvlardan chuchuk suv olishda oqova suvlardan turli metallarni ajratib olishda va boshqa maqsadlarda ionitlar ham qo'llanilmoqda. Dengiz va daryo suvlarini neftdan, moy va shu kabi boshqa mahsulotlardan tozalashda ham yuqorida aytilgan usullardan foydalaniladi.

Kimyo korxonalaridan osmonga ko'tariladigan gazlar tarkibidagi CO, CO₂, SO₂, qo'rg'oshin — rux hamda mishyak changi va boshqalar atmosferani ifloslantiradi. Hozirgi zamon texnikasi ana shu zararli aralashma va changlarni to'liq tutib qolib, ularni foydali ishlar uchun qo'llashga qurbi yetadi. Yaratilgan adsorbsion kolonnalar, filtr va turli yutgichlar havoni toza saqlash imkonini yaratadi. Hozirgi kunda atmosferaga ko'tarilayotgan gazlarning 70% dan ko'pi ushlab qolinmoqda. Bundan buyon atmosferani ifloslantiruvchi chiqindi gazlar miqdori yil sayin kamayib boraveradi. Tashkil etilgan yangi boshqarma, laboratoriya va bo'limlar atrof muhitni muhofaza qilish bo'yicha ilmiy-koordinastiya ishlari, loyiha va shu kabi boshqa muhim vazifalarni amalga oshirish bilan shug'ullanadilar. Har bir korxonaga va birlashma o'zida shunday ishlar bilan shug'ullanuvchi bo'lim yoki gruppaga ega bo'lishi kerak.

Respublikamizda atrof muhitni muhofaza qilish borasida diqqatga sazovor ishlar qilinyapti. Tabiatni muhofaza qilish viloyat bo'limlari ko'p sohalar bo'yicha nazorat ishlarini olib bormoqda. Oqova suvlardan metallarni ajratib oluvchi yangi ionitlar sintez qilinmoqda, sorbentlar sinovdan o'tayapti, yangi moslamalar ishga solinayapti. Oqova suvlardan xrom va ruxni ajratib olish sxemasi ishlab chiqildi. «Navoiyazot» ishlab chiqarish birlashmasida kelajakda oqova suvlar hajmi sutkasiga 4000 m³ ga yetadi. Bunday katta miqdordagi suvni tozalab, undan qayta foydalanish va ajratib olinuvchi mahsulotlardan foydalanish ko'zda tutiladi. Bu yangilik hozirgi kunlarda amalga oshirilmoqda.

Sement, ohaktosh, g'isht va boshqa qurilish materiallari korxonalarida ham pechlardan ajralib chiqadigan gaz hamda changlarni atmosferaga chiqarmaslik bo'yicha diqqatga sazovor ishlar qilinmoqda.

Chiqitsiz texnologiya — korxonada ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning hammasi xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llaniladi, degan ma'noni anglamoq kerak. Reaktorlardan ajralgan chiqindi qayta ishlanib, kerakli mahsulotga aylantiradigan texnologiya chiqindisiz hisoblanadi. Qo'qon Moy kombinatida ilgari chiqindi hisoblangan danak, uzum va pomidor urug'laridan endi kosmetika hamda farmasevtika uchun qimmatli mahsulotlar olinayotganligini qayd etish kerak. Danak po'stloqlaridan motorlarni tozalashda foydalanilmoqda.

Neftni qayta ishlash korxonalarida ham chiqitsiz texnologiya amalga oshirilgan. Neftdan olinuvchi barcha mahsulotlar xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llanilayotganligi hammamizga mal'um. Neftning chiqindisi bo'lgan asfalt va bitumlar ham hozir o'ta zarur mahsulotga aylandi.

Olmalik, Navoiy va Chirchiqdagi kimyo korxonalarida ekologiya masalalariga katta ahamiyat berilmoqda. Kelajakda nafaqat mazkur korxonalar, balki respublikamizdagi barcha zavodlar, ishlab chiqarish birlashmalari, kattayu kichik firmalar chiqindisiz texnologiyaga o'tkazilmoqda, ishlab chiqarilayotgan mahsulot va buyumlar ham jahon andozalari darajasiga keltirilmoqda.

ADABIYOTLAR

1. *H.C. Ахметов*. Общая и неорганическая химия. «Высшая школа». М., 2002.
2. *K.M. Ahmerov, A. Jalilov, R.S. Saefutdinov*, Umumiy va anorganik kimyo. «O'zbekiston», 2003.
3. *K. Хаускрафт, Э. Констбел*. Современный курс общей химии (т. 1, 2). Москва, «Мир», 2002 (перевод с английского).
4. *A.И. Горбунов*. Теоретические основы общей химии. М., 2001.
5. *Н.Л. Глинка*. Задачи и упражнения по общей химии. Интеграл-Пресс. М., 2002.
6. *Н.И. Павлов*. Общая и неорганическая химия. Дрофа, 2002.
7. *N.A. Parpiyev, H. Rahimov, A.G'. Muftaxov*. Anorganik kimyoning nazariy asoslari. T., «O'zbekiston», 2002.
8. *N.A. Parpiev, A.G'. Muftaxov, H.R. Rahimov*, Anorganik kimyo. «O'zbekiston», 2003.

MUNDARIJA

So'zboshi.....	3
Kirish.....	5
I bob. Umumiy kimyo.....	16
1.1. O'lchovlar va birliklarning metrik sistemasi.....	16
1.2. Atom-molekulyar ta'limot.....	20
1.3. Kimyoviy element.....	22
1.4. Toza modda va aralashmalar.....	23
1.5. Anorganik birikmalar nomenklaturasi.....	25
II bob. Atom tuzilishi	28
II.1. Atomlar	28
II.2. Avogadro soni	28
II.3. Atom massasi va uning o'lchami	32
II.4. Atomning tuzilishi	34
II.5. Atom spektrlari	36
II.6. Atom tuzilishi nazariyalarining rivojlantirilishi	44
II.7. Zarrachalarning to'liqin xususiyatlari	48
II.8. Massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniyatlari	50
II.9. Kvant mexanikasi. Shredinger tenglamasi	57
II.10. Vodород atomining tuzilishini kvant-mexanik nazariya asosida tushuntirish	61
II.11. Atom elektronlarining kvant soni	67
II.12. Ionlanish energiyasi va elektronga moyillik	79
III bob. D.I. Mendeleyevning davriy qonuni va elementlar davriy sistemasi	85
III.1. Davriy qonun va uning zamonaviy talqini	85
III.2. Davriy sistemaning tuzilishi	87
III.3. Atom tuzilishi va elementlarning davriy sistemasi	91
IV bob. Molekulalar tuzilishi va kimyoviy bog'lanish	98
IV.1. Molekulalar, ionlar, erkin radikallar	98
IV.2. Kimyoviy bog'lanish va valentlik haqidagi tasavvurlar	99
IV.3. Kimyoviy tuzilish nazariyasi	102
IV.4. Kimyoviy bog'lanish	105
IV.5. Kimyoviy bog'lanishning asosiy xususiyatlari	107
IV.6. Ion bog'lanish	120
IV.7. Kovalent bog'lanish	123
IV.8. Atomlarda valentlik holatlari va maksimal kovalentlik	128
IV.9. Kovalent bog'lanishning donor-akseptor mexanizmi	131
IV.10. Kovalent bog'lanish xususiyatlari	133
IV.11. Molekulyar orbitalar usuli	139
IV.12. Molekulalarning dipol momenti.....	147
IV.13. Molekulalararo ta'sir kuchlari.....	148
IV.14. Ionlarning qutblanishi	154
IV.15. Vodород bog'lanish	156

<i>V bob. Kimyoviy termodinamika</i>	161
V.1. Yonish reaksiyasining issiqlik effekti	170
<i>VI bob. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi va kimyoviy muvozanat</i>	180
VI.1. Formal kinetika	180
VI.2. Kimyoviy reaksiyalar tezligi	181
VI.3. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi	183
VI.4. Reaksiya tezligiga temperaturaning ta'siri	185
VI.5. Kimyoviy reaksiya tezligiga erituvchining ta'siri	187
VI.6. Oddiy va murakkab reaksiyalar	189
VI.7. Kimyoviy reaksiyalar tartibi	191
VI.8. Karajiro	193
VI.9. Kimyoviy muvozanat	194
<i>VII bob. Eritmalar</i>	208
VII.1. Eritmalarning umumiy xossalari. Konsentratsiyani ifodalash usullari	208
VII.2. Eruvchanlik	210
VII.3. Osmotik bosim	212
VII.4. To'yingan bug' bosimi	214
VII.5. Kislota va asos nazariyalari	215
VII.6. Hidroliz	221
<i>VIII bob. Elektrokimyoviy jarayonlar</i>	226
VIII.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	227
VIII.2. Oksidlanish darajasi	228
VIII.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari	231
VIII.4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish... ..	232
VIII.5. Galvanik elementlar	236
VIII. 6. Elektroliz jarayonlari.....	243
<i>IX bob. Koordinatsion birikmalar</i>	252
IX.1. Kompleks birikmalarning tuzilishi	252
IX.2. Xelatlar va ularning biologik sistemalardagi roli	254
IX.3. Kompleks birikmalar nomenklaturasi va izomeriyasi	257
IX.4. Kompleks birikmalarning barqarorligi va ulardagi bog'lanish tabiati.....	260
IX.5. Kristall maydon nazariyasi	264
<i>X bob. Elementlarning umumiy xossalari va ularning asosiy birikmalari. s-elementlar</i>	268
X.1. Birinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlarining umumiy xossalari	268
X.2. Ikkinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi..	276
X.3. Uchinchi gruppasi asosiy gruppacha elementlarining umumiy tavsifi	289

X. 4. Galliy gruppachasi elementlari	297
<i>XI bob. Uglarod kimyosi</i>	302
<i>XII bob. Kremniy va uning birikmalari</i>	318
<i>XIII bob. Germaniy, qalay, qo'rg'oshin</i>	330
<i>XIV bob. Azot gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	335
XIV.1. Azot	335
XIV.2. Fosfor	345
XIV.3. Mishyak, surma va vismut elementlarining umumiy xossalari	350
<i>XV bob. Davriy sistemaning VI gruppasi asosiy gruppachasi elementlari</i>	356
XV.1. Kislород	357
XV.2. Oltingugurt	368
XV.3. Selen, tellur, poloniy	378
<i>XVI bob. Vodorod va uning xossalari</i>	382
<i>XVII bob. Yettinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	386
XVII.1. Galogenlarning vodorodli birikmalari	390
XVII.2. Galogenlarning kislородli birikmalari	394
<i>XVIII bob. d-elementlar</i>	401
XVIII.1. Q'oshimcha gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi	401
XVIII.2. Skandiy gruppachasi	402
XVIII.3. Titan gruppachasi	404
XVIII.4. Vanadiy gruppachasi	406
<i>XIX bob. Xrom gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	410
<i>XX bob. Marganes gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	415
<i>XXI bob. Temir gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	421
XXI.1. Platina oilasi elementlarining umumiy tavsifi	425
<i>XXII bob. Mis gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	430
<i>XXIII bob. Rux gruppachasi elementlarining umumiy tavsifi</i>	435
<i>XXIV bob. f-elementlar</i>	445
XXIV.1. Lantanoidlar (Lantanidlar)	445
XXIV.2. Aktinoidlar (Aktinidlar)	448
<i>XXV bob. Anorganik kimyo va ekologiya</i>	451
<i>XXVI bob. Ozon qatlamini saqlash bo'yicha xalqaro hamkorlik</i>	462

D. Ahmerov, A. Jalilov, R. Sayfutdinov

UMUMIY VA ANORGANIK KIMYO

Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik

Badiiy muharrir *M. Kudryashova*

Texnik muharrir *T. Xaritonava*

Musahhihlar *Sh. Oripova, N. Umarova*

Kompyuterda harf teruvchi va sahifalovchi *L. Abkerimova*

Bosishga ruxsat etildi 6.06.2006.

Bichimi 84×108 1/32. Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma t.24,78. Nashr t.24,11. Nusxasi 1500.

Buyurtma № A-309.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining «O'zbekiston»
NMIU da chop etildi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.