

**H.R.TO‘XTAYEV, R.ARISTANBEKOV,  
K.A.CHO‘LPONOV, S.N.AMINOV**

# **ANORGANIK KIMYO**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan 5720500 — «Farmatsiya» bakalavriat talabalari  
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

«NOSHIR»  
Toshkent — 2011

**24.2**

**A67**

**Anorganik kimyo:** («Farmatsiya» — 5720500- bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun darslik) / H. R. To'xtayev (va boshq.); O'zR Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — T.: «Noshir», 2011. — 520-b.

I. To'xtayev, H. R.

**ББК 24.2я73**

**Taqrizchilar:** **A.G'. Maxsumov** — Tibbiyot Akademiyasi umumiy, bioorganik va biologik kimyo kafedrasining professori,

**O.A.Shabilolov** — Toshkent farmatsevtika institutining anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasining professori,

**A.S.Siddiqov** — Toshkent kimyo-texnologiya instituti-ning fizik va kolloid kimyo kafedrasining dotsenti.

Mazkur darslikda farmatsevtika instituti talabalari uchun anorganik kimyoning nazariy asoslari berilgan.

Talabalarga qulay bo'lishi maqsadida avval kimyoning qonunlari, reaksiyalarning energetikasi, tezligi, eritmalar to'g'risidagi ta'limot, atom va molekula tuzilishi hamda elementlar kimyosi yoritilib, bu ma'lumotlar talabalarga o'qiladigan ma'ruzalarga mos kelishi, mavzuga tegishli nazariy savollar va masalalarni mustaqil ishlash uchun kerakli nazariy asoslar ham keltirilgan.

Darslikdan tibbiyot oily yuqur yurtlarining talabalari, magistlar, aspirantlar va tibbiyot kollejarining iqtidorli o'quvchilari ham foydalanishlari mumkin.

---

## SO‘ZBOSHI

Umumiy va anorganik kimyo bo‘lajak dorishunoslar uchun juda zarur fan hisoblanib , keyingi bosqichlarda boshqa kimyoviy fan (analitik, fizik, kolloid, biologik, farmatsevtik, toksikologik kimyo va boshqa)larni o‘rganishda nazariy asos hisoblanadi. Ushbu darslikda bo‘lajak dorishunoslar uchun anorganik kimyodan nazariy bilimlar keltirilgan bo‘lib, ular asosida amaliy mashg‘ulotlar o‘tkazish uchun muhim xulosalar chiqarish imkoniyati yuzaga keladi. Darslik farmatsevtika institutlari farmatsiya, sanoat farmatsiyasi, biotexnologiya, kosmetsevtika va klinik farmatsiya mutaxassisligi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, anorganik kimyo fani dasturlariga mos keladi. Darslik, uni yozishda ishtirok etgan mualliflarning uzoq yillardan beri anorganik kimyodan olib borgan saboqlari va tajribalarining natijasidir.

O‘zbekiston Respublikasining «Ta’lim to‘g‘risida»gi qonuni va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi»dan kelib chiqqan holda o‘quv sifatini yangi bosqichga ko‘tarishda zamonaviy o‘quv adabiyotlari zarur bo‘ladi. Bu adabiyotlar ayniqsa talabalarning mustaqil bilim olish jarayonlarida juda qo‘l keladi.

Talabalarga yordam berish maqsadida har bir mavzuga oid nazariy bilimlar mukammalroq bo‘lishiga harakat qilindi. Barcha mavzularni uch qismga bo‘lib ko‘rsatish mumkin. Birinchi qismda umumiy kimyoning nazariy asoslari yoritildi. Bu bo‘limga anorganik moddalarning sinflari ham kiritilib oksidlar, kislotalar, asoslar va tuzlar to‘g‘risida ham ma’lumotlar berilgan. Ikkinchi qism anorganik kimyoga tegishli bo‘lib, bunda biogen elementlar to‘g‘risida ma’lumotlar, so‘ngra metallarning umumiy xossalariga e’tibor berildi. Darslikning uchunchi qismida metallmaslarning umumiy xossalari va metallmaslarga tegishli biogen elementlar tavsifi berilgan. Har bir mavzuga tegishli bo‘lgan nazariy savollar, masalalar va testlarni ham keltirishni lozim deb topgan holda bu talabalarning

mustaqil ta'lim olish jarayonlarini shakllantirishda kerak bo'ladi deb hisoblandi.

Barcha moddalarning xossalari va ahamiyatini farmatsiya bilan uzviy bog'lanishini ochiqroq yoritishga harakat qilindi. Imkoniyat darajasida ko'proq rasmiy farmakopeyaga murojaat qilinib, unga kiritilgan anorganik moddalarga asosiy e'tibor berildi. Inson hayoti va oziqlanishi uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan kimyoviy elementlar hamda ularning birikmalari to'g'risida ko'proq ma'lumot keltirildi.

Hozirgi paytda kimyo fani biologiya, biokimyo, tibbiyot bilan chambarchas bog'langan. Ana shu fanlar chegarasida yangi fan — bioanorganik kimyo ham paydo bo'ldiki, bu fanda tirik organizmda ketayotgan jarayonlarning kimyosi o'rganiladi.

Darslikda ba'zi anorganik moddalarning olinishida mahalliy xomashyolar zaxirasi va manbalariga ko'proq e'tibor berilgan. Mamlakatimizda mavjud kimyoviy korxonalar, ilmiy muassasalar to'g'risida ham ma'lumotlar berishni lozim deb topildi. Shuningdek, kimyoviy texnologiya va kimyo sanoatining istiqbolli yo'nalishlari ham darslikda o'z aksini topgan.

Tibbiyotda va dorishunoslikda ko'p ishlatiladigan ba'zi kimyoviy birikmalarning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari va xossalari ham yoritishni zarur deb hisobladik. Darslikda keltirilgan fizikaviy o'lchovlar qiymati, atamalar va belgilar IYuPAK tavsiyalariga mos kelishi e'tiborga olindi.

Birinchi marta hozirgi zamon uchun eng muhim hisoblangan nanotexnologiya elementlaridan tushuncha berishga harakat qildik. Darslikning oxirida mamlakatimizdagi kimyo fani va sanoati istiqbollari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. Darslikda yuqori bosqichlarda o'qitiladigan analitik, organik, fizik, farmatsevtik, biologik va toksikologik kimyo fanlarini o'zlashtirish uchun o'ziga xos zamin tayyorlandi deb o'ylaymiz. Ayniqsa ko'p tonnali ishlab chiqariladigan moddalarning bir necha olinish usullari ko'rsatilib, ularning ichida iqtisodiy samaraliroq usullarga e'tibor qaratildi.

Darslik yozilishida institutda anorganik kimyo bo'yicha o'rtirilgan ko'p yillik tajribalarga asoslangan holda va Jahon Sog'liqni saqlash tashkiloti Yevropa bo'limi ishlab chiqqan loyiha asosida



shuningdek, GPP talablariga mos keluvchi o'quv rejalari e'tiborga olingan.

Mualliflar darslikni tayyorlashda qimmatli maslahatlar bergan Toshkent farmatsevtika instituti anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasining xodimlari professor O.A.Shobilolov, dotsentlar: E.M.Mamatmusayev, S.J.Nasriddinov, O.S. Gafurova va boshqalarga o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

Ushbu darslik lotin grafikasida ilk marta chop etilganligi uchun kamchiliklardan xoli bo'lmasligi mumkin, shuning uchun mualliflar tavsiya va ko'rsatmalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

Toshkent farmatsevtika instituti anorganik,  
analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasining  
mudiri, kimyo fanlari doktori, professor,  
O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi

*S. N. Aminov*

---

## ZAMONAVIY MUAMMOLARNI HAL ETISHDA KIMYO FANINING O'RNI

O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoati keng rivojlangan mamlakatlar qatoridan o'rin olgan. Agar bizda oziq-ovqat, to'qimachilik, teri ishlab chiqarish, kimyoviy o'g'itlar, sintetik yuvish vositalari, neft, metallurgiya, gazni qayta ishlash sanoatlarining barchasi kimyoviy sanoat bilan chambarchas bog'liqligini hisobga olsak, kimyoviy moddalar ishlab chiqarish va ularni sanoat miqyosida turli sohalarga yetkazib berish qanchalik muhimligini his etish mumkin. Yuqoridagilarga yana bir juda muhim sohani qo'shish mumkin. Bu soha dori-darmonlar va ular asosidagi yordamchi moddalarni ishlab chiqarish va sanoat maqsadlari uchun foydalanishdir.

Dori-darmonlar ishlab chiqarishni zamonaviy talablar darajasida tashkil etish va amalga oshirish uchun kimyo fanini chuqur egallagan yosh mutaxassislar kerak bo'ladi. Ular kimyo fani va kimyoviy texnologiyani zamonaviy talab darajasida egallagan bo'lishlari kerak.

Fan va texnika taraqqiyoti davrida kimyo sanoati hamda dori-darmonlar ishlab chiqarish muammolari o'zaro bir-biriga bog'liq bo'lib, quyidagilarni e'tiborga olish zarur:

— yangi oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish va ularning samaradorligini oshirish. Oxirgi paytlarda mamlakatimizda qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlashga keng ko'lamda e'tibor berilmoqda. Yangi mahsulotlar ishlab chiqarishda konservantlar, bo'yoq moddalari, biologik faol qo'shimchalar, mikroelementlar va boshqalar kerak bo'ladi. Ishlab chiqariladigan mahsulotlarning yangi, tezkor va samarali sifat nazoratini tashkil etish esa yanada muhim vazifa hisoblanadi;

— dori-darmonlar ishlab chiqarishda yangi kimyoviy moddalar va materiallardan foydalanish hamda ularni imkoni boricha mahalliy

xomashyo zaxiralariga almashtirish. Dori-darmonlar olishda keng ko‘lamda kimyoviy moddalar ishlatiladi. Bu kimyoviy moddalarning ichidan bezararlarini, yuqori samaradorligini va mahalliy xomashyo zaxiralari borlarini izlab topish amaliy jihatdan juda dolzarb. Bu sohada respublikamizning boy tabiiy va mineral manbalari e‘tiborga olinsa, ishlar ko‘lami kengligi va zarurligi ko‘rinadi;

— yangi dorivor moddalar olishning tabiiy manbalaridan keng foydalanish. O‘zbekistonning juda katta hayvonot va o‘simliklar tabiiy zaxirasiga ega ekanligi bu sohada dorishunoslar va kimyogarlar hali juda katta ishlarni amalga oshirishi kerakligini ko‘rsatadi. O‘simlik va hayvonot dunyosidan biofaol moddalar ajratib olish, ulardan yangi sintezlarni amalga oshirish, turli tarkibiy qismlarga ajratish, ularning ichidan samaradorlarini izlab topish va faolligini baholash katta ahamiyatga ega;

— dori-darmonlar ishlab chiqarish va mahalliy kimyo sanoatining jadal rivojlanishi toza suv ishlab chiqarish, yer osti boyliklaridan to‘g‘ri foydalanish va eng muhimi ishlatilgan suvni tozalash muammolarini yuzaga keltiradi. Kimyo va farmatsevtika sanoatining kengayishi bilan mahalliy kichik korxonalarining soni borgan sari ortib bormoqda. Bu korxonalarining har biri toza suvdan foydalanadi va ma‘lum oqava suv chiqindilarini ishlab chiqaradi. Korxonalar chiqindi suvlarini tozalash va iloji boricha aylanma suvdan foydalanish juda muhim vazifalardandir. Keyingi paytlarda metallar, brom, yod, o‘gitlar olishda yer osti suvlaridan keng foydalanilmoqda. Shuning uchun ham toza suv ishlab chiqarish va oqava suvlardan oqilona foydalanish samarali yechimga ega bo‘lishi kerak bo‘lgan vazifalardan biri hisoblanadi;

— yangi texnologiyalarning ustivor usullaridan foydalanish. Hozirgi paytda kimyoviy o‘zgarishlarni amalga oshirish uchun kimyoga yangi texnologiyalar kirib kelmoqda. Bularga kimyoviy reaksiyalarni yuzaga keltirishning yangi usullari, nanotexnologiya usullaridan foydalanib, hayotiy zarur mahsulotlar yaratishning ustivor usullarini ishlab chiqish kiradi. Nanotexnologiya usullaridan foydalanib yaratilgan materiallar o‘zining xossalari bilan odatdagi kimyoviy moddalardan keskin farq qiladi. Dori-darmonlar

olishda ham zamonaviy usullardan foydalanib, samarali dori vositalari yaratilmoqda. Bu o'rinda nanotexnologiya usullaridan foydalanish o'ziga xos yangi ekologik muammolarni ham yuzaga keltirishini hisobga olmoq kerak;

— ilmiy texnik va axborot texnologiyalaridan unumli foydalanish. Kimyo fani juda qiziqarli fan hisoblanib, jamiyat hayotida muhim o'rin tutadi. Bu fanda yuzaga keladigan kashfiyotlar jamiyatda juda katta o'zgarishlarni yuzaga keltirgan. Kimyo sohasida ishlayotgan olimlar ilmiy yangiliklarni, nazariyalarni va olingan tajriba natijalarini bir-birlariga yetkazib turadilar. Buning uchun kimyogarlar orasida ma'lum fan sohasida anjumanlar o'tkaziladi. Turli-tuman kimyoviy jurnallarda ilmiy maqolalar, risolalar, ma'ruzalar, monografiyalar kimyoning turli sohalari bo'yicha chop etiladi. Turli mamlakatlardagi kimyogar olimlar orasida o'zaro ilmiy aloqalar o'rnatiladi, munozaralar va ilmiy yozishmalar amalga oshiriladi.

O'zbekistonda kimyo fanining yangiliklarini bayon etish uchun «O'zbekiston kimyo jurnali», «Tabiiy birikmalar kimyosi», «O'zbekiston fanlar akademiyasi ma'ruzalari», «Farmatsevtika jurnali», «Kimyo va texnologiya» kabi ilmiy jurnallar chop etiladi. Ayni paytda kimyo sohasida fundamental ilmiy tekshiruv ishlari qator institutlarda olib borilmoqda: O'zbekiston milliy universiteti kimyo fakulteti, O'zbekiston fanlar akademiyasi umumiy va anorganik kimyo instituti, o'simlik moddalari kimyosi va bioorganik kimyo instituti va boshqalar.

Toshkent farmatsevtika institutining anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasida ham uzoq yillardan beri biofaol moddalarning koordinatsion birikmalari olinishi, xossalari va ulardan dori vositalari yaratish bo'yicha ilmiy izlanishlar amalga oshirilmoqda. Dunyoda birinchi bor koordinatsion birikmalar sinfiga mansub bo'lgan feramid preparati ishlab chiqilib, tibbiyotda kamqonlik kasalligini davolashga tavsiya etilgan va sanoatda ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Bu sohadagi izlanishlar oqibatida amaliyotga kam qonlikda, qandli diabet, yurak qon tomirlari kasalliklarida, gepatitda hamda qishloq xo'jaligida chorva va qora

mollar mahsuldorligini oshirish uchun 20 ga yaqin preparatlar tavsiya etilgan. Bunday preparatlardan koamid, feramid, kupur, piratsin sanoatda ishlab chiqarildi, kobalt 30, feropir, kogistin, kobalt fitati kabilar tibbiyotga qo'llanishga ruxsat etilgan. Hozirda biofaol koordinatsion birikmalar sintezi professorlar **O.A.Shobolov** va **A.N.Yunusxo'jaevlar** hamda ularning shogirdlari tomonidan davom ettirilmoqda.

Farmatsevtika institutining anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasida professor **S.N. Aminov** rahbarligida mahalliy xomashyolardan dori vositalari yaratish, yangi sirt-faol moddalar sintezi va surtma dorilar uchun asoslar yaratish ustida qiziqarli izlanishlar olib borilmoqda. S.Aminov rahbarligida tabiiy mineral sorbentlar asosida ich surilishini to'xtatadigan va sorbsion hamda farmakalogik xossalari jihatidan farangistonda ishlab chiqariladigan «Smekta»preparatidan qolishmaydigan «Navbaxtit» deb nomlangan mahalliy dori turi ishlab chiqildi. Shuningdek, texnik oltingugurtni tozlashning yangi usuli qo'llanilib, tibbiyotda ishlatiladigan oltingugurt substansiyasi va kapsulasi yaratildi.

Talabalarni ham ilmiy ishga qiziqtirish hamda ilmiy ish bilan shug'illanishi mustaqil mamlakatimizning rivojlanishi va ilmiy salohiyatining yuksalishida muhim omillardan biri bo'lib hisoblanadi. Shu tufayli Toshkent farmatsevtika institutida talabalarning ilmiy ish olib borishiga katta e'tibor beriladi. Institutda Talabalarning ilmiy jamiyati (TIJ) tashkil etilgan bo'lib, u talabalarni ilmiy ishga jalb etadi. TIJning asosiy maqsadi iqtidorli yoshlarni qo'llash, ularning ilmiy maqolalarini chop etish, yoshlarning bilimi, zakovatini namoyon etish uchun sharoit yaratib berish, ularni ilm-fanga, izlanishlarga jalb qilish va qiziqtirishdan iboratdir.

## UMUMIY KIMYO

### *1-bob. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI.* **KIMYONING TARIXI**

Kimyo fani moddalarni va ular asosidagi o'zgarishlarni chuqur o'rganadi. Kimyoning mustaqil fan sifatida o'rganilayotganiga 200 yildan ortiq vaqt o'tdi. *Chymeia* — so'zi quyish, tindirish ma'nosini beradi. Bu so'z qadimgi sharq tabiblari — farmatsevtlarini o'simliklar asosida dori moddalari tayyorlash jarayonlarida al-kimyogarlar tomonidan tilga olingan.

Boshqacha fikrlarga ko'ra, alkimyo so'zining ildizi «*khem*» yoki «*chemi*» balki «*chima*» — «*qora tuproq*» yoki «*qora yurt*» ma'nosini anglatgan. Qadimgi Misrda kimyogarlar oltin oladigan ustalar deb yuritilgan. Ularni rudalardan turli metallar oladigan sehrgarlar deb ataganlar. Qadimda kimyogarlar o'z faoliyatlarini yer boyliklarini o'rganishga (lotincha *humus* — yer) bag'ishlaganlar. Shuning uchun ham kimyo yer to'g'risidagi san'at deb qaralgan. Kimyogar esa yerdan turli metallar oladigan san'atkor deb hisoblangan.

Insonlar juda qadimdan oltin, kumush, mis, temir kabi metallarni ajratib olishni bilganlar. Musallas, sirka, dori-darmon, teri oshlash, matolarni bo'yash, bo'yoqlar tayyorlash, kulolchilik asosida kimyo elementlari yotadi. Ammo nazariy kimyo avval grek filosoflari asarlarida, keyinchalik arablar asarlarida paydo bo'la boshladi. Arab olimlari va kimyogarlari amaliy kimyoni ancha boyitdilar. Jabr ibn Xayon, ar-Raziy, o'zbek olimlari al-Farobiy, Beruniy, al-Xorazmiy, ibn Sino butun dunyoga tanilgan olimlar hisoblanadi. Ular turli minerallar, kimyoviy moddalar, o'simliklar asosidagi turli ajratmalar va hayvonlar mahsulotini ajrata bilishgan va o'z asarlarida ana shunday moddalar olinishini bayon etganlar.

IV asrdan XVI asrning o'rtalarigacha bo'lgan davr alkimyo davriga kiritiladi. Bu davrda turli metallardan oltin va kumush olish asosiy maqsad qilib olingan. Simob va oltingugurt har qanday metallni olishga asos bo'ladi deb hisoblangan.

XVI asrdan boshlab *yatrokimyo* — *davolash kimyosi* paydo bo'ldi. Yatrokimyo so'zi grekcha *iatros* — vrach, ya'ni shifikor demakdir. Yatrokimyoning asoschisi nemis olimi T.Parasels (1493—1541) edi. Barcha hayotiy jarayonlar kimyo nuqtayi nazaridan tushuntirila boshlandi. Temir, mis, simob, mishyak, qo'rg'oshin, surma va boshqa elementlar birikmalarining dori sifatidagi ta'siri o'rganildi. Parasels birinchi marta kasallarni davolashda noorganik moddalarni qo'llay boshladi. Bu shifokorlarda kimyoga boshqacha qarashga olib keldi. Kimyo amaliyotga keng qo'llanila boshladi.

XVII asrdan boshlab kimyoda flogiston (flogiston — grekcha yonuvchanlik) nazariyasi hukm surgan. Nemis olimi G. Shtal yonish, oksidlanish, qaytarilish — jarayonlarini tushuntirish uchun bu nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra metall yonsa flogiston ajraladi, shu tufayli og'irlashadi. Ko'mirda flogiston ko'p bo'ladi va u zang bilan qizdirilsa uni metallga aylantiradi. Ammo keyinchalik bu nazariya noto'g'ri bo'lib chiqdi.

Shved farmatsevti K.Sheele (1742—1786 ) limon, olma, vino, sut va boshqa kislotalarni ochdi. Uning eng muhim kashfiyotlaridan biri kislorod va azotni ochganligidir.

XVIII boshlarida rus olimi M.V.Lomonosov moddalar massasining kimyoviy jarayonda o'zgarmasligini isbotlab, flogiston nazariyasi noto'g'riligini ko'rsatdi.

Nemis vrachi Yu.Mayer (1814—1878) va ingliz olimi J.Joul ish va energiyaning aylanish jarayonlarini tekshirdilar. Yu. Mayerning termodinamikaning I qonunini ochganligi olamshumul voqea bo'ldi. Keyinchalik fransuz olimi A.Lavuaze metall qizdirilganda havodagi kislorod bilan ta'sirlanishini isbotladi. U yonish, oksidlanish jarayonlarini to'g'ri ifodaladi. D. Dalton o'z tajribalariga asoslanib atomistik nazariyani yaratdi va birikmalarda kimyoviy elementlar qanday nisbatda bo'lishini to'g'ri ko'rsatdi.

Fransuz biolog L. Paster (1822—1895) biog'ish jarayonlarining samaradorligini oshiradigan usullarni ishlab chiqib, dori moddalarni va jarrohlik asboblarni zararsizlantirish usullarini ko'rsatib berdi.

1869-yilda D.I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasini yaratganligi kimyoning rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi.

Nemis bakteriologi P. Erlich kimyoviy terapiyaning ilmiy asoslarini ishlab chiqdi. Hozirgi kunda tibbiyotni kimyoning yangiliklarisiz tassavur qilish mumkin emas. Davolashning samarasi, bemorlarning tez tuzalishi dori turlariga, dorilar to'g'risidagi fan — farmatsiyaning rivojiga bog'liqdir. Kelajakda yangi va samarali kimyoviy moddalar juda zarur. Bu sohada antimikrob, kuyganga qarshi, shamollashning oldini olish uchun qon to'xtatuvchi, xavfli o'smalarga (saraton) qarshi qo'llash mumkin bo'lgan yangi kimyoviy moddalar olish ustida ilmiy ishlar jadal olib borilmoqda.

Keyinchalik O'rta Osiyoda kimyoning rivojlanishida o'zbek olimlari akademiklar S. Yu. Yunusov, O. S. Sodiqov, M. N. Nabiyev, H. U. Usmanov, K. S. Ahmedov, M. A. Asqarov, A. S. Sultonov, N. A. Parpiyev, B. M. Beglov, S. T. To'xtayev, A. A. Akbarov, T. Azizov, M. F. Obidova, S. Sh. Rashidova, Z. S. Salimov, S. I. Iskandarov, Yu. S. Toshpo'latov va boshqalarning xizmati katta bo'ldi.

O'zbekiston fanlar Akademiyasi umumiy va anorganik kimyosi instituti kimyo fani bo'yicha yirik tadqiqotlar olib borilayotgan fan o'choqlaridan biridir. Bu dargohda elektrokimyo, kataliz, silikatlar, siyrak-yer elementlari, mineral sorbentlar va qator yo'nalishlar bo'yicha anorganik kimyo sohasida ilmiy izlanishlar olib boriladi.

Toshkent farmatsevtika institutida ham uzoq yillar koordinatsion birikmalar kimyosi bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan (professor M. A. Azizov va professor H. H. Hakimov). Tibbiyotga feramid, kupfur, ferrozink kabi dori moddalari joriy etilgan. Koordinatsion birikmalar kimyosi bo'yicha hozirgi paytda ham ilmiy ishlar keng ko'lamda davom etmoqda (professorlar N. A. Parpiyev, O. A. Shobilalov, A. N. Yunusxo'jayev, O. O. Xojaev va boshqalar).



## 1.1. Kimyoning asosiy qonunlari

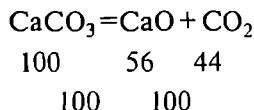
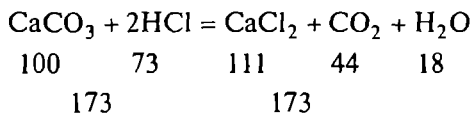
Kimyoning asosiy qonunlari kimyoviy reaksiya vaqtida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni miqdoriy jihatdan tekshirish natijasida kashf etilgan bo'lib, ular kimyo fanining asosiy negizini tashkil etadi.

Kimyo moddalar, ularning tarkibi, xossalari, tuzilishi va ular asosida bo'ladigan o'zgarishlar to'g'risidagi fandır.

**Moddalar massasining saqlanish qonuni.** Bu qonun dastlab 1748-yilda M.V.Lomonosov tomonidan va keyinchalik 1789-yilda A.Lavuaze tomonidan ta'riflangan:

«Kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasining yig'indisi reaksiya mahsulotlari massalarining yig'indisiga tengdir»

Misol:



Radioaktiv parchalanish, atom va vodorod bombalarining portlashi kabi katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan boradigan jarayonlar massalar saqlanish qonuniga emas, balki materiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Agar jarayon davomida  $E$  energiya ajralib chiqsa, bu jarayon davomida massaning o'zgarishi Eynshteyn tenglamasi bilan ifodalanadi:

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

bunda:  $c$  — vakuumdagi yorug'lik tezligi ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/sek);  $m$  — massa o'zgarishi;  $E$  — energiya.

Reaksiyalarda massa o'zgarishi nihoyatda kichik bo'ladi va uni odatdagi tarozi yordami bilan payqash qiyin. Agar kimyoviy jarayonda issiqlik ajralib chiqsa, mahsulotlar massasi kamayishi kerak. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektiga ko'ra mahsu-

lotlarning massasini ortishi yoki kamayishi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Aslida kimyoviy reaksiyalarda massa o'zgarishi juda kichik  $10^{-11} - 10^{-12}$  kg qiymatga ega bo'ladi.

Masalan:  $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + 241,8 \text{ kJ/mol}$ .

Reaksiyada massa o'zgarishi  $2,7 \cdot 10^{-9}$  g ni tashkil etadi.

Massaning o'zgarishi kimyoviy reaksiyalarda juda oz bo'lganligidan amalda uni o'zgarmaydi deb olinadi.

**Tarkibning doimiylik qonuni.** 1781-yilda A.Lavuaze karbonat angidridi gazini 10 xil usul bilan hosil qilib, gaz tarkibidagi uglerod va kislorod massalari orasidagi nisbat ( $\text{CO}_2$ ) 3:8 ekanligini aniqladi.

Bundan har qanday kimyoviy toza modda qaysi va qanday usulda olinishidan qat'i nazar o'zgarmas sifat va miqdoriy tarkibga ega degan xulosa chiqarildi.

1803-yilda fransuz olimi Bertole qaytar reaksiyalarga oid tekshirishlar asosida kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo'ladigan birikmalarning miqdoriy tarkibi reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning massa nisbatlariga bog'liq bo'ladi degan xulosa chiqardi.

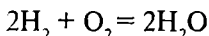
Fransuz olimi J.P.Prust Bertolening yuqoridagi xulosasiga qarshi chiqdi.

U kimyoviy toza birikmalarning miqdoriy tarkibi bir xil bo'lishini o'zining juda ko'p tajribalarida isbotlab berdi va 1809-yilda tarkibning doimiylik qonunini quyidagicha ta'rifladi:

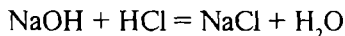
«Har qanday kimyoviy toza birikma, olinish usulidan qat'i nazar, o'zgarmas sifat va miqdoriy tarkibga ega».

Masalan, toza suvni bir necha xil usullar bilan olish mumkin:

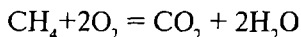
1) vodorod va kisloroddan sintez qilib:



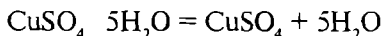
2) neytrallanish reaksiyasi asosida:



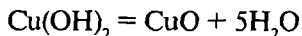
3) metanni yondirib:



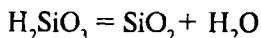
4) kristallogidratni parchalash:



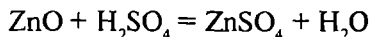
5) asoslarni qizdirish:



6) kislotalarni parchalash:



7) oksidlar bilan kislotalar reaksiyasi natijasida:



Hosil bo'lgan suvlarning tarkibida 11,11% vodorod va 88,89% kislorod bo'lib, xossalari bir xilligi: suv 0°C da muzlaydi, 100°C da qaynaydi, 4,5°C da zichligi 1 g/sm<sup>3</sup> ga teng, o'zgarmas elektr o'tkazuvchanlikka va qovushqoqlikka ega ekanligi aniqlandi. Bu qonunga molekular tuzilishli moddalar — gaz, suyuqlik va oson suyuqlanadigan qattiq moddalar bo'ysunadi.

Barcha noorganik moddalarning faqat 5% gina molekular tuzilishga ega. Molekular tuzilishli moddalar qatoriga inert gazlar (1 atomli), O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> va boshqalar (2 atomli), suv, ammiak, metan, uglerod oksidlari kiradi (ko'p atomli). Bunday moddalarning tarkibi doimiy bo'ladi.

Mavjud anorganik moddalarning 95% molekular tuzilishga ega emas. Bunday moddalarning kristall tugunlarida alohida atomlar yoki ionlar joylashgan bo'ladi. Zamonaviy tekshirishlar asosida ko'pdan ko'p moddalar o'zgaruvchan tarkibga ega ekanligi aniqlandi. Masalan, titan oksidi TiO<sub>1,8</sub> dan TiO<sub>1,2</sub> gacha, mis (I) oksidi tarkibi Cu<sub>1,8</sub>O dan Cu<sub>2</sub>O gacha, temir (II) oksidi Fe<sub>0,89</sub>O dan Fe<sub>0,95</sub>O gacha, TiO<sub>1,46</sub> dan TiO<sub>1,56</sub> gacha o'zgarishi aniqlangan. Bunday moddalar d-elementlarning oksidlari, gidridlari, karbidlari, nitridlari va sulfidlari orasida keng tarqalgan. Ular ko'pincha ravshan rangli, yarimo'tkazgich xossasiga ega, ularning reaksiya qobiliyati va katalitik aktivligi ancha yuqori. O'zgaruvchan tarkibli moddalar xossalari tekshirgan N.S.Kurnakov taklifiga ko'ra o'zgaruvchan tarkibli birikmalar bertolidlar deb, o'zgarmas, ya'ni molekular tarkibli birikmalar daltonidlar deb ataladigan bo'ldi.

Hozirgi paytda tarkibning doimiylik qonuni quyidagicha yangi ta'rifga ega: olinish usulidan qat'i nazar molekular tuzulishga ega bo'lgan moddalar o'zgarmas sifat va miqdoriy tarkibga ega.

**Karrali nisbatlar qonuni.** 1804-yilda ingliz olimi D.Dalton modda tuzilishi to'g'risidagi atomistik tasavvurlarga asoslanib, karrali nisbatlar qonunini ta'rifladi:

«Agar ikki element bir-biri bilan bir necha birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro kichik va butun sonlar kabi nisbatda bo'ladi».

Karrali nisbatlar qonuni juda ko'p misollar bilan isbotlandi. Masalan: azot bilan kislorod (1-jadval) bir-biri bilan bir necha quyidagi birikmalarni hosil qiladi. Bir qism azotga to'g'ri keladigan kislorod massasi kichik butun sonlar kabi bo'ladi.

*1-jadval*

**Azot oksidlaridagi azot va kislorodning massa nisbatlari**

| Formula  | Azot massasi | Kislorod massasi | 1 qism azotga to'g'ri kelgan kislorod | 1 qism azotga to'g'ri kelgan kislorod massasining nisbatlari |
|----------|--------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| $N_2O$   | 28           | 16               | 0,57                                  | 1                                                            |
| $NO$     | 14           | 16               | 1,14                                  | 2                                                            |
| $N_2O_3$ | 28           | 48               | 1,71                                  | 3                                                            |
| $NO_2$   | 14           | 32               | 2,28                                  | 4                                                            |
| $N_2O_5$ | 28           | 80               | 2,85                                  | 5                                                            |

**Ekvivalent. Ekvivalentlar qonuni.** Moddaning ekvivalenti deb uning 1 mol vodorod atomlari bilan birikadigan yoki kimyoviy reaksiyalarda shuncha vodorod atomlarining o'rnini oladigan miqdoriga aytiladi.

Bir ekvivalent moddaning massasi ekvivalent massa, normal sharoitdagi hajmi esa ekvivalent hajm deyiladi. Vodorodning ekvivalent massasi 1 g, ekvivalent hajmi 11,2 l. Kislorod uchun bu qiymatlar mos ravishda 8 g va 5,6 l bo'ladi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massalari ularning ekvivalent massalariga to'g'ri proporsionaldir:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

bunda:  $m_1$  va  $E_1$  — birinchi moddaning massasi va ekvivalent massasi;  
 $m_2$  va  $E_2$  — ikkinchi moddaning massasi va ekvivalent massasi.

Elementning ekvivalent massasini hisoblash uchun uning atom massasini valentligiga bo'lish kerak. Tabiiyki, o'zgaruvchan valentli elementlarning ekvivalenti massalari ham o'zgaruvchandir.

Murakkab moddalarning ekvivalentlarini quyidagi formulalar asosida hisoblasa bo'ladi:

$$E_{\text{oksid}} = \frac{M_{\text{oksid}}}{n \cdot \text{Val}},$$

bunda:  $M$  — molar massa;  $n$  — oksid hosil qiluvchi element atomining soni;  $\text{Val}$  — valentligi.

$$E_{\text{kislota}} = \frac{M_{\text{kislota}}}{n_{\text{kislota}}},$$

bunda:  $M_{\text{kislota}}$  — kislotaning molar massasi;  $n_{\text{kislota}}$  — kislotaning asosililigi;

$$E_{\text{asos}} = \frac{M_{\text{asos}}}{n_{\text{asos}}},$$

bunda:  $M_{\text{asos}}$  — asosning molar massasi;  $n_{\text{asos}}$  — asosning kislotaliligi;

$$E_{\text{tuz}} = \frac{M_{\text{tuz}}}{n_{\text{mc}} \cdot \text{Val}_{\text{mc}}}$$

bunda:  $M_{\text{tuz}}$  — tuzning molar massasi;  $n_{\text{Mc}}$  — metall atomining soni va  $\text{Val}_{\text{Mc}}$  — metallning valentligi.

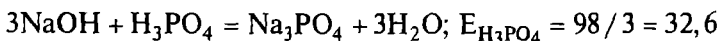
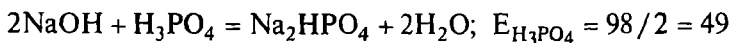
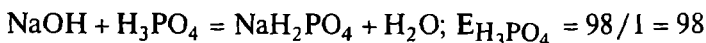
Berilgan kimyoviy reaksiyada qatnashayotgan moddalarning ekvivalentini hisoblash uchun ularning reaksiyada qatnashayotgan ionlari, atomlari yoki atomlar guruhi sonini e'tiborga olish kerak.

Masalan, 49 g sulfat kislota 32,5 g rux bilan reaksiyaga kirishganda 1 g vodorod ajralib chiqadi. Sulfat kislota o'miga 36,5 g xlorid kislota olinsa ham o'shancha vodorod ajralib chiqadi. Ruxning o'miga aluminiy olinsa, 1g vodorod ajralib chiqishi uchun 9 g aluminiy kerak bo'ladi.

Murakkab moddalarning ekvivalent massalari quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$E_{\text{MgO}} = 40/2 = 20; E_{\text{HCl}} = 36,5/1 = 36,5; E_{\text{AlCl}_3} = 133,5/3 = 44,5.$$

Quyidagi birinchi reaksiyada  $\text{H}_3\text{PO}_4$  faqat bitta vodorod ioni bilan reaksiyada qatnashadi, shuning uchun bu reaksiyada  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ning ekvivalent massasi 98 g ga teng. Ikkinchi reaksiyada  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ning har ikkala vodorod ioni almashgani uchun uning ekvivalent massasi 49 ga teng. Masalan:



## 1.2. Gazlar qonunlari

**Hajmiy nisbatlar qonuni.** Fransuz olimi Gey-Lyussak gaz moddalarning ta'sirlashuvini tekshirib, o'zining hajmiy nisbatlar qonunini kashf etdi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi:

«O'zgarmas haroratda va bosimda reaksiyaga kirishgan gazlar hajmlarining o'zaro nisbati hamda reaksiya natijasida hosil bo'lgan gazlar hajmlariga nisbati butun kichik sonlar kabi bo'ladi».

Masalan:



**Avogadro qonuni.** Harorat  $0^\circ\text{C}$ , bosim 101,325 kPa (760 mm simob ustuni, yoki 1 atmosfera) bo'lgan sharoit normal sharoit (n.sh.) deyiladi.

Hajmiy nisbatlar qonunini tushuntirish uchun italiya olimi Avogadro 1811-yilda quyidagi gipotezani oldinga surdi:

«Bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) va teng hajmda olingan gazlarning molekullari soni o'zaro teng bo'ladi»

Bundan ikkita xulosa kelib chiqadi:

1) normal sharoitda 1 mol har qanday gazning hajmi 22,4 l ga teng;

2) bir xil sharoitda teng hajmli gazlar massalarining nisbati ular molekular massalarining nisbatiga teng bo'lib, bu nisbat birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}; \quad \frac{m_1}{m_2} = D; \quad D = \frac{M_1}{M_2}.$$

Bu formuladan foydalanib gazlarning molar massalarini hisoblab topish mumkin. Zichlik, odatda, havoga yoki vodorodga nisbatan o'lchanadi:

$$M_{\text{gaz}} = 29 \cdot D_{\text{havo}},$$

$$M_{\text{gaz}} = 2 \cdot D_{\text{vodorod}}.$$

Agar gazlarning normal sharoitdagi hajmi ma'lum bo'lsa, ( $V_0$ ), uning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{V_0}{22,4}.$$

**Boyl—Mariot qonuni.** Doimiy haroratda ma'lum miqdor gazning bosimi uning hajmiga teskari proporsional:

$$T = \text{const}; \quad p_1 V_1 = p_2 V_2; \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}.$$

**Gey-Lyussak qonuni.** O'zgarmas bosimda gazning hajmi uning mutloq haroratiga to'g'ri proporsional:

$$p = \text{const}; \quad \frac{V}{T} = \text{const}; \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

**Sharl qonuni.** O'zgarmas hajmda gazning bosimi uning mutloq haroratiga to'g'ri proporsional:

$$V = \text{const}; \quad \frac{p}{T} = \text{const}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Bu uchala qonunni birlashtirilsa, gazlarning holat tenglamasi kelib chiqadi:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2},$$

bunda:  $p_1, V_1, T_1$  — ma'lum miqdor gazning bosimi, hajmi, harorati;  $p_2, V_2, T_2$  — shu gazning boshqa sharoitdagi bosimi, hajmi va harorati.

Agar shu gazning normal sharoitdagi bosimi, hajmi, harorati hisobga olinsa

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = R$$

bunda:  $R$  — nisbat ma'lum miqdor gaz uchun o'zgarmas qiymatdir.

Agar bu nisbat 1 mol modda uchun olinsa, uni gaz doimiysi deyiladi.

$p_0 = 101,325 \text{ kPa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ,  $V_0 = 22,4 \text{ l}$  bo'lsa, bu qiymat  $8,31 \text{ J/molga}$  teng.

**Gazlarning parsial bosimi.** Turli gazlar bir-biri bilan har qanday nisbatda aralashadi. Bunda har bir gaz o'zining parsial bosimi bilan tasiflanadi. Aralashmadagi alohida gazning parsial bosimi deb, shu gazning bir o'zi aralashma hajmiga teng hajmni egallaganda hosil qiladigan bosimiga aytiladi.

Aralashmaning bosimi ( $p$ ) shu aralashmani hosil qilgan alohida gazlarning parsial bosimlari yig'indisiga teng:

$$p_{\text{havo}} = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} + p_{\text{Ar}} + \dots$$

Agar biron gazni suv ostida yig'ilsa, umumiy bosim shu gaz va suv bug'i bosimlari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$p_{\text{umumiy}} = p_{\text{N}_2} + p_{\text{O}_2} + p_{\text{suv}} + \dots; \quad p_{\text{N}_2} = p_{\text{umumiy}} - (p_{\text{suv}} + p_{\text{O}_2} + \dots)$$

Kimyo qonunlarini yaxshi bilish kimyoviy hisoblashlarda juda asqotadi. Jarayonlarni oldindan bilish uning unumini hisoblash uchun zarur bo'lib fizik kimyo, analitik kimyo va mutaxassislik bo'yicha kimyoviy fanlarni chuqur o'zlashtirishga yordam beradi.

### 1.3. Asosiy tushunchalar

**Atom massasi.** Atomlarning massalari juda kichik bo'ladi. Bu o'lchamlar  $10^{-25} \text{ kg}$  dan  $10^{-27} \text{ kg}$  gacha boradi. Bunday kichik qiymatlar bilan ishlash qiyin. Shu sababli atomlarning absolut massasi o'rniga «nisbiy atom massa» tushunchasi qabul qilingan. Unung o'lchov birligi qilib «uglerod birligi» olingan.

1961-yilda atomning massa birligi qabul qilingan. Ba'zan bu tushuncha atomning uglerod birligi deyiladi (a.u.b.). Atomning uglerod birligida ifodalangan massasi atom massa deyiladi. Bunda barcha hisoblashlar uglerodning  $^{12}_6\text{C}$  izotopiga nisbatan olib boriladi.



Shunday o'lovga ko'ra kislorodning nisbiy atom massasi 15,9994 ga, vodorodning nisbiy atom massasi 1,0079 a.u.b. ga teng. Masalan, mis atomining massasi  $A_r = 64$  u.b. deyilsa, mis atomi  $^{12}_6\text{C}$  atomi massasining  $1/12$  qismidan 64 marta og'irligini ko'rsatadi. Elementlar nisbiy atom massasining qiymati davriy jadvalda berilgan. Bu qiymatlar hisoblashlarda qo'llaniladi.

**Molekular massa.** Modda molekular massasiga teng bo'lib uglerod birligida ifodalangan og'irligiga molekular massa deyiladi. Molekular massa ham uglerod birligida o'lchanadi. Shuning uchun «nisbiy molekular massa» deyiladi va  $M_r$  bilan belgilanadi.  $M_r(\text{Cl}_2) = 71$  u.b.,  $M_r(\text{HNO}_3) = 63$  u.b.

Ba'zan molekula tarkibi birgina atomdan tashkil topgan bo'lsa, masalan, He, Ar, Hg, Fe, Cu molekular massa atom massasiga teng bo'ladi:  $M_r(\text{Cu}) = 63,546$  u.b. yoki  $63,546$  g/mol.

**Mol modda miqdorining birligi.** 12 g uglerodning  $^{12}_6\text{C}$  izotopida qancha atom bo'lsa, shuncha molekularlar, atomlar, ionlar, elektronlar va boshqa struktura birliklari bo'lgan modda miqdori mol deyiladi.

Mol tushunchasi nimaga nisbatan qo'llanishiga qarab turli zarrachalarni anglatishi mumkin: mol atomlar (Cl), mol ionlar ( $\text{Cl}^-$ ), mol molekula ( $\text{Cl}_2$ ), ularning massalari mos ravishda 35,5 g; 35,5 g; 71 g.

1 mol modda tarkibidagi struktura birliklari soni yuqori aniqlikda hisoblangan. Bu son Avogadro soni deyiladi va uning qiymati  $6,02 \cdot 10^{23}$  ga teng.

1 mol moddaning massasi molar massa deyilib, son jihatdan u nisbiy molekular yoki nisbiy atom massaga teng bo'ladi, lekin g/mol da o'lchanadi.

Moddaning miqdorini ( $n$ ) topish uchun uning massasi ( $m$ )ni molar massaga bo'lish kerak. Molar massa  $M$  harfi bilan belgilanadi:

$$n = \frac{m}{M}.$$

Moddaning massasi uning miqdorini molar massaga ko'paytirish orqali topiladi:

$$m = n \cdot M.$$

Molar massa modda massasining miqdoriga nisbatiga teng:

$$M = \frac{m}{n},$$

bunda:  $M$  — molar massa, g/mol;  $m$  — modda massasi, g;  $n$  — modda miqdori, mol.

### 1.4. Gazlarning molekular massasini aniqlash

1. Gaz moddaning molekular massasini aniqlash Avogadro qonuniga asoslanadi. 1 mol gaz normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi. Agar biz ma'lum hajmdagi gazning ma'lum harorat va ma'lum bosimda massasini bilsak, uning molekular massasini hisoblab chiqara olamiz:

|             |              |                                             |
|-------------|--------------|---------------------------------------------|
| 1 l Cl gazi | 3,16 g kelsa |                                             |
| 22,4 l      | x g keladi   | $x = 70,78 \text{ g} \approx 71 \text{ g},$ |

bu  $\text{Cl}_2$  ni molekular massasini ko'rsatadi.

2. Gazning molekular massasi aniq bo'lgan boshqa gazga nisbatan zichligi ma'lum bo'lsa, uning molekular massasini quyidagi formula bo'yicha hisoblab topish mumkin. Bunda, odatda, gazning havo va vodorodga nisbatan zichliklari olinadi:

$$M_{\text{gaz}} = 29 \cdot D_{\text{havo}}.$$

3. Gazning ma'lum sharoitdagi massasi, hajmi, bosimi va harorati ma'lum bo'lsa, Mendeleyev — Klayperon tenglamasidan foydalanib, uning molar massasi hisoblab chiqariladi:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V},$$

bunda:  $M$  — gazlarning molar massasi, g/mol;  $p$  — gazning bosimi, kPa;  $V$  — gazning hajmi, l;  $T$  — gazning harorati, K,  $m$  — gazning massasi, g.  $R$  — universal gaz doimiysi (8,31 J/mol).

### 1.5. Atom massani aniqlash usullari

**Avogadro qonuni** oddiy gazlar tarkibiga kiradigan atomlarning massalarini topishga imkon beradi. Ko'p gazlar ikki atomli bo'lgani uchun, atom massani topishda molekular massa 2 ga bo'linadi.

**Atom massani** aniqlash italiyalik olim S.Kannitsaro tomonidan taklif etilgan bo'lib, molekular massasi aniqlanishi kerak bo'lgan moddaning imkon boricha ko'proq uchuvchan birikmasi yoki gaz holatda bo'lgan hosilasi olinadi. Masalan, uglerod birikmalari asosidagi uchuvchan birikmalardan uglerod atom massasini aniqlash ko'rsatilgan (2-jadval).

2-jadval

**Kannitsaro usuli bo'yicha uglerodning atom massasini aniqlash**

| Birikmalar                    | Molekular massasi | Uglerodning massa si, % | 1 ta molekuladagi uglerodning massasi, a.u.b. |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| CH <sub>4</sub>               | 16                | 75,00                   | 12                                            |
| CO                            | 28                | 42,85                   | 12                                            |
| CO <sub>2</sub>               | 44                | 27,27                   | 12                                            |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 26                | 92,31                   | 24                                            |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | 78                | 92,31                   | 72                                            |

Uglerodning atom massasi 12 a.m.b. ortiq bo'lishi mumkin emas.

Bu usulning kamchiligi shundaki, usul faqat gaz moddalarning yoki oson bug'lanuvchan moddalarnigina molekular massasini tajribada o'lchab, so'ngra elementning atom massasini topishga imkon beradi.

**Oddiy moddalarning qattiq holda solishtirma issiqlik sig'imini o'lchash orqali atom massani aniqlash** (P.L. Dyulong va A. Pti, 1819- y.). Juda ko'p har xil metallar uchun qattiq holatda molar issiqlik sig'imi deyarli bir xil ekanligi aniqlangan. O'rtacha bu qiymat 26 J / (mol·K ) ekanligi topilgan.

1 mol atom moddaning haroratini 1°C oshirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori atom issiqlik sig'imi ( $C_{\text{atom}}$ ) deyiladi:

$$A = \frac{26}{C_{atom}},$$

bunda:  $A$  — element atom massasi;  $C_{atom}$  — elementning atom issiqlik sig'imi.

4. Agar elementning ekvivalent massasi va valentligi ma'lum bo'lsa, uning atom massasini aniqlash mumkin:

$$E = \frac{A}{V}; A = E \cdot V,$$

bunda:  $A$  — elementning atom massasi;  $E$  — ayni elementning ekvivalent massasi;  $V$  — elementning valentligi.

Kimyoviy jarayonlar qonuniyatlarini bilish kasalliklarning paydo bo'lish sabablarini tushunishga hamda uni davolashning samarali usullarini topishga yordam beradi. Shifokorlar va dorishunoslar odam organizmidagi kimyoviy jarayonlarga doimo alohida e'tibor beradilar.

### 1-bobga oid savol va masalalar

1. Metallning ma'lum bir miqdori 0,4 g kislorod va 6,34 g galogen bilan birika oladi. Galogenni aniqlang. (Javob: yod)

2. Agar 6,48 g metall 6,96 g sulfid hosil qiladigan bo'lsa, metallning ekvivalentini aniqlang. (Javob: 108 g/mol)

3. 3,6 g metall oksididan metallni qaytarish uchun normal sharoitda 1666 ml vodorod sarflangan. Oksid va metallning ekvivalent masalarini hisoblang. (Javob: 24,2 g/mol; 16,2 g/mol)

4. 0,572 g aluminij kislota bilan reaksiyaga kirishganda 0,936 l vodorod (n.sh.) ajralib chiqqan. Agar aluminijning ekvivalent masasi 8,99 g/mol bo'lsa, vodorodning ekvivalent hajmini hisoblang.

5. Element gidridining tarkibida 8,87% vodorod bo'lsa, shu element ekvivalentini hisoblang. (Javob: 10,27)

6. Element oksidi tarkibida 31,58% kislorod bo'lsa, shu element ekvivalentini hisoblang. (Javob: 17,3)

7. 2,68 g metall oksidini vodorod bilan qaytarganda 0,648 g suv hosil bo'lgan. Metall ekvivalentini hisoblang. (Javob: 29,2)

8. 0,986 g metall xloridiga kumush nitrat ta'sir ettirilganda, 1,722 g kumush xlorid hosil bo'lgan. Metall ekvivalentini hisoblang. (Javob: 46,67)

9.  $\text{CO}_2$  ning  $\text{NaOH}$  bilan reaksiyaga kirishib: a)  $\text{NaHCO}_3$ ; b)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hosil qilish reaksiyalaridagi ekvivalentini hisoblang. (*Javob*: a) 44 g; b) 22 g)

10.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ning  $\text{KOH}$  bilan reaksiyaga kirishib: a)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; b)  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; c)  $\text{K}_3\text{PO}_4$  lar hosil qilish reaksiyalaridagi ekvivalentini hisoblang. (*Javob*: a) 98 g; b) 49 g; c) 32,7 g)

11. Fosfor xlor bilan ikki xil birikma hosil qiladi. Bu birikmalarda qaysi elementning ekvivalenti o'zgaras qiyamatga ega?

12. Metallning ekvivalent massasi kislorodnikidan 2 marta ko'p bo'lsa, oksidining massasi metallnikidan necha marta ko'p?

a) 1,5 marta; b) 2 marta; c) 3 marta.

13. Oltingugurt xlor bilan  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  va  $\text{SCl}_2$  kabi birikmalar hosil qiladi.  $\text{SCl}_2$  da oltingugurtning ekvivalenti 16 g/mol ekanligini hisobga olib,  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  da uning ekvivalenti qancha ekanligini ko'rsating.

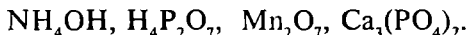
a) 8 g/mol; b) 16 g/mol; c) 32 g/mol.

14.  $\text{CrCl}_3$  va  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  birikmalarda xromning ekvivalenti bir xilmi?

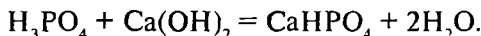
20.  $\text{FeCl}_2$  va  $\text{FeCl}_3$  birikmalarda temirning ekvivalent massasi bir xilmi?

15. a) Quyidagi birikmalarda oltingugurt atomining ekvivalent massasini hisoblang:  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ .

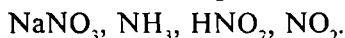
b) Birikmalarning ekvivalent massasini aniqlang:



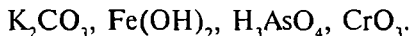
e) Quyidagi reaksiyada fosfat kislotaning ekvivalentini hisoblang:



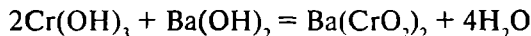
16. a) quyidagi birikmalarda azotning ekvivalenti atom mollarining qancha qismini tashkil etishini hisoblang:



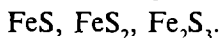
b) birikmalarning ekvivalent massalarini aniqlang:



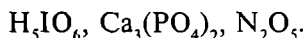
c) xrom (III) gidroksidining quyidagi reaksiyadagi ekvivalentini hisoblang:



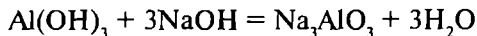
17. a) quyidagi birikmalarda oltingugurt ekvivalenti atom mollarining qancha qismini tashkil etishini hisoblang:



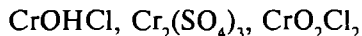
a) birikmalarning ekvivalent massalarini aniqlang:



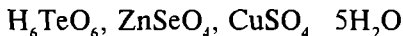
b) quyidagi reaksiyada aluminiiy gidroksidning ekvivalentini hisoblang:



18. a) xromning ekvivalenti atom mollarining qancha qismini tashkil etishini hisoblang:



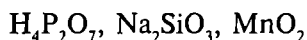
b) murakkab moddalarning ekvivalent massalarini aniqlang:



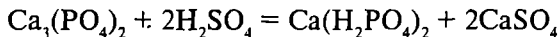
19. a) temirning ekvivalenti atom mollarining qancha qismini tashkil etishini hisoblang:



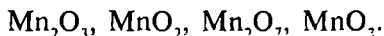
b) murakkab moddalarning ekvivalent massalarini aniqlang:



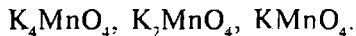
c) tuzning  $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$  reaksiyadagi ekvivalentini hisoblang:



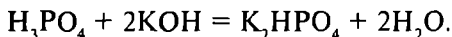
d) birikmalarda marganetsning ekvivalenti atom mollarining qancha qismini tashkil etishini hisoblang:



e) murakkab moddalarning ekvivalent massalarini aniqlang:



g) kislotaning reaksiyadagi ekvivalentini hisoblang:



20. a) oksidlovchining ekvivalentini hisoblang:



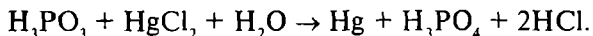
b) 0°C va 94,643 kPa bosimda 0,34 g metall kislotadan 59,94 ml vodorodni siqib chiqarsa, metallning ekvivalent massasini aniqlang. (Javob: 68,0 g/mol)

21. a) oksidlovchining ekvivalentini hisoblang:

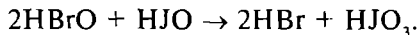


b) 20,06 g metall qizdirilganda, 21,66 g oksid hosil bo'lgan. Metallning ekvivalent massasini hisoblang. (Javob: 100,3 g/mol)

22. Qaytaruvchining reaksiyadagi ekvivalent massasini hisoblang:

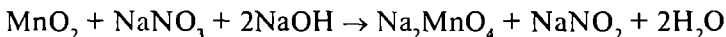


23. a) oksidlovchining reaksiyadagi ekvivalentini hisoblang:



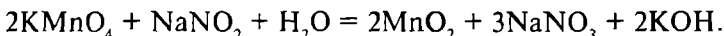
b) 0,05 g metall kislotadan 28 ml vodorodni siqib chiqarsa (n.sh.), metallning ekvivalent massasini aniqlang.

24. a) qaytaruvchining reaksiyadagi ekvivalent massasini hisoblang:

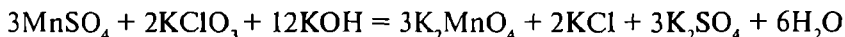


b) 2 g xlorda (n.sh.) qancha ekvivalent xlor bo'ladi?

25. a) Oksidlovchining reaksiyadagi ekvivalentini hisoblang:



26. Qaytaruvchining reaksiyadagi ekvivalent massasini aniqlang:



27. Harorati 27°C va bosimi 720 mm sim. ust. bo'lgan gazning hajmi 5 l. Shu gazning 39°C va 104 kPa bosimdagi hajmini hisoblang. (Javob: 4,8 l).

28. Berk idishdagi gazning 12°C dagi bosimi 100 kPa (750 mm) bo'lsa, uning haroratini 30°C ga yetguncha qizdirsak, bosimi qancha bo'ladi? (Javob: 106,3 mm).

29. 98,7 kPa bosim va 91°C haroratda ma'lum miqdor gazning hajmi 608 ml bo'lsa, shu gazning normal sharoitdagi hajmini toping. (Javob: 444 ml).

30. Gaz massasini oshirganda qay holda uning hajmi o'zgarishligi mumkin?

a) haroratini pasaytirganda;

b) bosimni oshirganda;

d) bunday sharoitni yaratib bo'lmaydi.

31. N.sh. da 1 ml vodorodda necha dona vodorod molekulasini borligini hisoblang. (Javob:  $2,69 \cdot 10^{19}$ )

32. N.sh. da  $27 \cdot 10^{21}$  dona gaz molekulasining hajmini hisoblang. (Javob: 1 l).

33. 0,07 kg  $\text{N}_2$  21°C harorat va 142 kPa bosimda qancha hajmni egallaydi? (Javob: 43 l).

34. Kazbek tog'i cho'qqisida 1 l havoning massasi 0°C haroratda 700 mg keladi. Cho'qqidagi atmosfera bosimini hisoblang. (Javob: 54,8 kPa).

35. 30 g rux xlorid kislotada eritilsa, qancha hajm vodorod (17°C harorat va 102,4 kPa bosimda) ajralib chiqadi? (Javob: 10,8 l).

36. Kontakt apparatidan  $\text{SO}_2$  va  $\text{O}_2$  teng hajmdagi aralashmasi o'tkazilganda 90%  $\text{SO}_2$  molekulari  $\text{SO}_3$  ga aylanadi. Kontakt apparatidan

chiqayotgan gazlar aralashmasining tarkibini hajmiy foizlarda ifodalang. (Javob: 58%  $\text{SO}_3$ ; 35,5%  $\text{O}_2$ ; 6,5%  $\text{SO}_2$ ).

37. Teng hajmli  $\text{H}_2$  va  $\text{Cl}_2$  aralashmasining hajmi reaksiya bogʻandan soʻng qanday oʻzgaradi?

a) oʻzgarmaydi; b) 2 marta ortadi; d) 2 marta kamayadi.

38. N.sh. 300 ml gazning massasi 0,857 g kelsa, uning molekular massasini hisoblang. (Javob: 64,0 g/mol).

39. Etilenning kislorodga nisbatan zichligi 0,875 boʻlsa, uning molekular massasini hisoblang. (Javob: 28,0 a.m.b.).

40. 87°C va 96 kPa bosimda massasi 1,86 g boʻlgan atseton bugʻining hajmi 1 l boʻlsa, uning mol massasini hisoblang. (Javob: 58 g/mol).

41. 17°C va 104 kPa bosimda massasi 1248 ml gazning massasi 3,12 g kelsa, shu gazning molekular massasini hisoblang. (Javob: 58,0 a.m.b.).

42. Hajmi 10 l boʻlgan gazometrda 17°C va 103,3 kPa bosimda toʻla gaz bor. Agar shu gazning havoga nisbatan zichligi 0,40 boʻlsa, gazning massasini hisoblang. (Javob: 4,97 g).

43. 2,24 l gazning (n.sh.) massasi 2,8 g ga teng. Gazning molekular massasi qancha (a, m. b.)? a) 14; b) 28; d) 42.

44. Oltingugurt atomining massasi kislorodnikidan 2 baravar ortiq. Shu asosda oltingugurt bugʻining zichligi kislorodnikidan 2 marta koʻp deyish mumkinmi?

a) mumkin; b) mumkin emas.

## 2- bob. MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI

### 2.1. Moddalarning qattiq holati

Atomlar, molekular va ionlar moddalarning eng oddiy hamda sodd tuzilishga ega boʻlgan toʻplamlaridir. Odatdagi sharoitda bunday zarrachalar alohida holatda mavjud emas. Kimyoviy jarayonlarda moddaning qattiq, suyuq va gazlardan iborat tashkiliy tuzilmalari, yaʼni agregat holatlari ishtirok etadi. Ana shu tashkiliy tuzilmalar tarkibida esa atomlar, molekular va ionlar bor.

Tabiati jihatidan bu agregat holatlar modda tarkibidagi elektronlarga u yoki bu jihatdan bogʻliqdir. Moddalarning turli



agregat holatda bo'lishi ularning tarkibidagi zarrachalarning turli ta'sirlanishi tufayli yuzaga keladi. Moddaning agregat holatlaridagi o'zgarishlarda uning steoxeometrik tarkibi o'zgarmaydi, lekin modda tarkibida strukturaviy o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Moddalarning qattiq holati amorf yoki kristall ko'rinishda bo'lishi mumkin. Modda amorf holatda bo'lganida uning molekulasi o'zaro tartibsiz joylashgan bo'ladi, qizdirilsa sekin-asta yumshaydi va suyuqlikka o'tadi (shisha). Molekulalar, atomlar va ionlardan tashkil topgan tartibli tuzilmalar kristall holatiga ega. Alohida — monokristallar tabiatda kamdan-kam uchraydi. Ko'pincha polikristallar — har tomonga yo'nalgan kichik kristallar to'plami noto'g'ri shaklga ega bo'ladi va ko'p uchraydi. Kristallarning shaklini ko'rsatish uchun fazoviy koordinat sistemasi qo'llaniladi. Kristallarning geometrik shakliga ko'ra: kubsimon, tetragonal, ortorombik, monoklinik, triklinik va romboedrik kristall strukturalar ko'p uchraydi.

Tashqi ta'sir tufayli bir moddaning o'zi bir necha xil kristall hosil qilsa, bunday hodisa polimorfizm deyiladi. Masalan, grafit va olmos.

Kristall panjara tugunlarida qanday zarrachalar turganligiga qarab kristallarning 4 xil turi ma'lum: atom, molekular, ionli va metall kristall panjara turlari uchraydi.

Atom kristall panjarali moddalarda kristall panjaraning tugunlarida atomlar turadi. Atomlar orasidagi bog' kovalent xususiyatga ega. Bunday kristall panjara hosil qiladigan moddalar qatoriga olmos, grafit,  $\text{SiO}_2$ , kremniy karbid ( $\text{SiC}$ ), bor karbidi ( $\text{B}_4\text{C}_3$ ), bor, germaniy oksidlarini olish mumkin. Kristall panjara tugunida atomlar turadigan moddalar juda qattiq, yuqori suyuqlanish haroratiga ega.

Molekular kristall panjarali moddalar tugunlari alohida qutbsiz yoki qutbli kovalent bog'lanishli molekulalardan tashkil topgan. Odatda, bunday kristall panjarali moddalar past haroratda qattiq holatga o'tadi. Ularga deyarli barcha organik moddalar, ko'pgina noorganik moddalar ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), nodir gazlar, oq fosfor, oltingugurt va kislorod allotropik shakl o'zgarishlari va boshqalar kiradi. Molekular kristallar

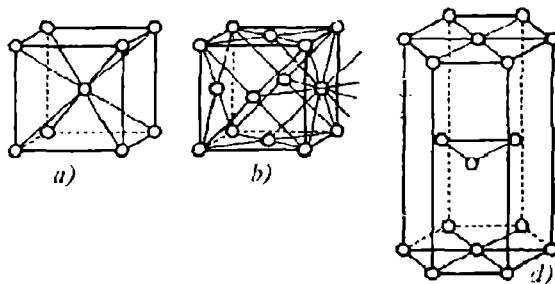
shakli turlicha. Masalan, vodorod va geliy kristallari geksagonal holatda joylashgan. Argon va yodning kristallari bo'lsa, hajmi markazlashgan kub panjaraga ega.

Molekular kristall panjarali moddalar qatoriga sublimatsiyalanadigan qattiq moddalar yod,  $\text{CO}_2$ , naftalinni ham kiritish mumkin. Bunday birikmalar past haroratda qaynaydi yoki suyuqlanadi. Kimyoviy bog'lanish energiyasi yuqori, bog' barqaror. Bunday tuzilishga ega moddalar suvda kam yoki yomon eriydi. Lekin organik erituvchilarda yaxshi erish xossasiga ega bo'ladi.

Ionli kristall panjarali moddalar qatoriga kristall tugunlar kation va aniondan tashkil topgan moddalarni olish mumkin. Bu holatda har bir ionni teskari ishorali ionlar o'rab oladi. Masalan, osh tuzi ionli kristall panjara hosil qiladi. Har bir natriy ioni atrofida teskari ishorali 6 ta xlor ioni joylashgan. Osh tuzi kristallari hosil bo'lishida tugunlarda molekular mavjud emas. Osh tuzi kristallari o'zaro bir butun katta kristall hosil qilib polimer tuzilishga ega.

Ionli kristall panjarali moddalar qatoriga tuzlar, oksidlar, ishqorlar, metall va metallmaslardan tuzilgan moddalar kirishi mumkin. Odatda, bunday moddalar qattiq holatda, yuqori haroratda suyuqlanadi, suvda oson eriydi. Eritmalari va suyuqlanmalari elektr tokini yaxshi o'tkazib, dissotsilanish darajasi yuqori bo'ladi. Metall kristall panjara hosil qiladigan moddalar qatoriga barcha metallar kiradi. Metallar, odatda, simobdan tashqari qattiq moddalardir. Metallarda kimyoviy bog'lanishning alohida turi mavjudligi sababli kristall panjara tugunlarida metall ionlari joylashgan. Metall ionlari umumiy «daydi» elektronlar bilan bog'langan. Metallarning yuqori elektr va issiq o'tkazuvchanligi, qattiqligi, bolg'alanishi, sim va pardalar hosil qilishi «elektron gaz»ga va metall bog'lanishning o'ziga xos taraflariga bog'liqdir.

Metallarning strukturalari bir necha xil holatda bo'lishi mumkin. Hajmi markazlashgan kub panjaralar (1-a rasm) litiy, natriy, kaliy, xrom, molibden, volfram, vannadiyda ana shunday struktura kuzatiladi. Bu metallar uchun koordinatsion son 8 ga teng. Magniy, berilliy, rux, titan, kobalt, ruteniy, osmiy kabi metallar uchun geksagonal panjara (1-d rasm) taalluqlidir. Bundan tashqari, ba'zi metallarda yoqlari markazlashgan kub panjara (1-b



*1- rasm. Metallar kristall panjalarining asosiy turlari.*

rasm) ham uchraydi. Bunday metallar jumlasiga aluminiy, mis, kumush, oltin, temir, kobalt va nikel, palladiy, platina kiradi.

## 2.2. Suyuqliklar tuzilishi

Suyuqliklar uchun eng muhim xossalardan biri ularning oqishi va suyuqlik solingan idish shaklini olishi hisoblanadi. Gazlardan farq qilib suyuqlik bosimini o'zgarishi suyuqlik hajmini o'zgartirmaydi. Suyuqliklar uchun «siqiluvchanlik» xos emas. Suyuqliklar «oqish» xossasiga ega. Har qanday suyuqlik gazsimon holatiga o'tkazilishi mumkin. Har bir suyuqlik tarkibi va tuzulishiga mos ravishda ma'lum qaynash haroratiga ega bo'ladi. Masalan, suv 101,325 kPa bosimda 100°C qaynaydi.

Harorat pasayishi bilan suyuqliklar qattiq holatga o'tadi. Suv 0°C da muzlaydi. Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan harorat suyuqlanish harorati deyiladi. Suyuqliklarda zarrachalarning joylanishidagi tartib, qattiq moddalarnikiga o'xshash bo'ladi. Masalan, suvning strukturasi muznikiga o'xshaydi. Har bir suv molekulasini to'rtta boshqa molekula o'rab turadi.

Suyuqlik strukturasi ozgaruvchan bo'lib, ayni qattiq moddaning strukturasi bo'lsa o'zgarmaydi. Suyuqliklar agregat holati va xossalari bo'yicha gazlar hamda qattiq moddalar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Shuning uchun ham ular ma'lum hajmga ega bo'lgani holda shaklga ega emas.

Suyuq holdagi moddalarning strukturasi va diffuziya, qovush-qoqlik, to'yingan bug' bosimi, nur sindirish ko'rsatkichi, optik

zichligi, zichligi kabi kattaliklar moddaning kimyoviy tarkibi va suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'siriga bog'liq.

### **2.3.Moddalarning gaz va boshqa holatlari**

Moddalarning gazsimon holatida molekulalar yoki atomlar erkin harakatlanadi. Bunday holatda gazlar ma'lum shaklga ega emas. Gazlar qaysi idishga solinsa, o'sha idishning hajmini egallaydi.

Har bir gazning holati uning harorati, bosimi va hajmi bilan tavsiflanadi. Gazsimon holatda molekulalarning kinetik energiyasi yuqori, ular siyrak va betartib joylashgan. Gazlarning molekulalari orasidagi masofa bosim ta'siri ostida o'zgartirilishi mumkin. Shuning uchun ham bosim ostida haroratni pasaytirib, gazlarni suyultirish mumkin bo'ladi. Bu usul bilan texnikada havo tarkibidagi gazlarni rektifikatsiyalab tarkibiy qismlarga ajratiladi.

Gazlarning eng muhim xususiyatlaridan biri ularning diffuziyalanishidir. Chunki ikkita gaz qo'shilsa, ular bir-biriga o'z-o'zidan aralashib ketadi.

Agar moddani qizdirish orqali harorati ming, yuzming, hatto million °C ga oshirilsa modda ionlashgan gaz- plazma holatiga o'tadi. Moddaning plazma holati tartibsiz harakatlanayotgan atomlar, ionlar va atom yadrolarining aralashmasidir.

10 ming — 100 ming °C dagi haroratda «sovuq plazma» hosil bo'ladi. Agar plazma harorati million °C ga yetkazilsa u «issiq plazma» deyiladi.

Yerda plazma holati yashin chaqnaganda, elektr yoyida, argon, neon lampalarida, gaz gorelkasi olovida hosil bo'ladi. Plazma holatida yulduzlar, quyosh va galaktikadagi osmon jismlarida uchraydi.

Moddaning holatlari juda yuqori bosimda ham keskin o'zgaradi. Agar bosim  $10^9$ — $10^{10}$  ga oshirilsa, kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofa keskin kamayib, kimyoviy bog'larning uzilishi ro'y beradi. Xuddi shunday jarayonlar haddan tashqari yuqori bosimda grafitning olmosga aylanishi, borazonning hosil bolishi, kvarsning yangi allotropik shakl o'zgarishi stishovitga aylanishi amalga oshadi. Kvarsning bu yangi allotropik shakl o'zgarishi zichligi 60% ga ortadi. Hozirgi paytda bunday jarayonlar o'ta qattiq materiallar olish maqsadida katta amaliy ahamiyatga ega.

## 2- bobga oid savol va masalalar

1. Metall bog'lanish tabiati orqali metallarning umumiy xossalarini qanday tushuntirish mumkin?

2. Osh tuzi kristallarida  $\text{Cl}^-$  anionlari oktaedr bo'shliqlarida kationlarning hajmi markazlashgan kristall panjara hosil qiladi.  $\text{CsCl}$  da bo'lsa  $\text{Cs}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari kub kristall panjara uchlarida joylashgan.  $\text{NaCl}$  va  $\text{CsCl}$  koordinatsion sonlari qanday farq qiladi?

3. Ionli kristall panjarali moddalarning metallarga nisbatan mo'rt bo'lish sababi nimada?

4. Molekular kristall panjara hosil qiladigan moddalarning umumiy xossalarini sanab bering.

5. Osh tuzi, natriy, fosfor (V) xlorid, grafit va muzning kristall panjaralari turini ko'rsating.

6. Korborund( $\text{SiC}$ ) va bor nitridi( $\text{BN}$ ) strukturalaridagi farq nimada? Korborundning qattiqligi va bor nitridining grafitga o'xshashligining sababini ko'rsating.

7.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  va  $\text{SiCl}_4$  dagi kimyoviy bog'ning turlariga asoslanib, ularning syuqlanish haroratidagi farqini tushuntirib bering.

8.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , va  $\text{Li}^+$  larning ionlanish potentsiali har xilligiga asoslanib, shu ionlarning xloridlari:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{LiCl}$  dan qaysi birining ionlanish darajasi yuqoriligini ko'rsating.

9. Nima uchun qattiq  $\text{CO}_2$  va qattiq  $\text{SiO}_2$  o'xshash empirik formulaga ega bo'lgan holda fizik xossalari keskin farq qiladi?

10. Suyuq havo xona sharoitida qizdirilmasa ham qaynaydi. Lekin suv qaynashi uchun esa  $100^\circ\text{C}$  gacha qizdirish kerak. Buning sababi nima?

11. Suyuq moddalarga tegishli bo'lgan xossalarni sanab chiqing, bu xossalardan qaysi birlari faqat suyuqliklarga oid?

12. Nima uchun gazlar sirt tarangligiga ega bo'lmaydi? Gazlarning bu xossasini molekulararo kuchlarning hosil bo'lishi asosida tushuntiring.

13. Gazlarning bosimi, gazlarning harorati, suyuqliklarga nisbatan hajminig katta bo'lish sabablarini gazlarning kinetik nazariyasi asosida tushuntiring.

### 3- bob. ANORGANIK MODDALARNING SINFLANISHI

**Oddiy moddalar.** Anorganik moddalar ikkiga bo'linadi: oddiy moddalar va murakkab moddalar.

Tarkibi faqat bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar oddiy moddalar deyiladi. Oddiy moddalarga misol sifatida davriy jadvaldagi barcha elementlarni olish mumkin. Masalan: K, Na, Al,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $N_2$ ,  $S_8$ ,  $P_4$ , C (grafit, olmos) va boshqalar. Oddiy moddalar tarkibiga ko'ra bir atomli (He, Ne, Ar, Xe, Kr), ko'p atomli ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $P_4$ ,  $S_8$ ) bo'lishi mumkin.

Oddiy moddalar ikkita guruhga bo'linadi: metallar va metallmaslar. Metall va metallmaslarni ajratish uchun 5-element B dan 85-element At ga qarab diagonal o'tkazish kerak. Diagonalning pastida va diagonal ustidagi qo'shimcha guruhchalarda metallar joylashgan. Diagonal yuqorisidagi asosiy guruhchalarda bo'lsa, metallmaslar keltirilgan (3-jadval).

3-jadval

#### Metallmaslarning davriy jadvalda joylanishi

| III | IV | V  | VI | VII | VIII |
|-----|----|----|----|-----|------|
|     |    |    |    | H   | He   |
| B   | C  | N  | O  | F   | Ne   |
|     | Si | P  | S  | Cl  | Ar   |
|     |    | As | Se | Br  | Kr   |
|     |    |    | Te | I   | Xe   |

Metallmaslar odatdagi holatda gazsimon ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$  va inert gazlar), suyuq ( $Br_2$ ) va qattiq holda (qolgan barcha metallmaslar) uchraydi. Metallmaslar qattiq holda molekular yoki atom kristall panjaralar hosil qiladi.

Metallar odatdagi sharoitda (simobdan tashqari) qattiq moddalardir. Ular metall kristall panjaraga ega.

Bir elementning bir necha oddiy modda hosil qilish xossasi allotropiya deyiladi. Allotropiya hodisasining sababi oddiy modda

molekulasining tarkibidagi atomlar sonining turlicha bo'lishi yoki moddaning kristall tuzilishining turlicha ekanligidir.

Masalan,  $O_2$  va  $O_3$  allotropik shakl o'zgarishlarga kiradi. Ular bir-biridan atomlar soni va molekula tuzilishi bilan farqlanadi. Uglerod bir necha xil allotropik shakl o'zgarishlarga ega. Uglerod olmos holatida ( $sp^3$  gibridlangan) fazoviy tuzilishli zanjir (tetraedrik) hosil qilgan. Uglerod grafit holatida qavat-qavat joylashgan. Har bir uglerod atomi qo'shni uchta atom bilan bog'langan. Uglerod karbin holatida uch yoki qo'sh bog'lar yordamida bog'langan.

**Murakkab moddalar** molekulasining tarkibi har xil element atomlaridan tuzilgan. Masalan,  $KOH$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $Al_2O_3$  va boshqalar.

Barcha murakkab moddalar asosan to'rt sinfga bo'linadi: oksidlar, kislotalar, asoslar va tuzlar.

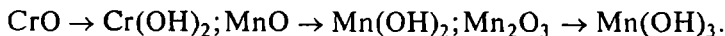
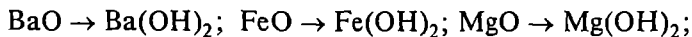
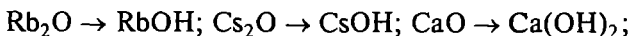
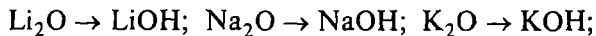
### 3.1. Oksidlar

Biri kislorod bo'lgan ikki element atomlaridan tashkil topgan murakkab moddalar oksidlar deyiladi.

Oksidlarning umumiy formulasi  $R_xO_y$ . Oksidlarni nomlashda kimyoviy element nomi, kichik qavs ichida valentligi va oksidi deb nomlanadi.  $Cu_2O$  mis (I) oksidi,  $CuO$  mis (II) oksidi,  $BaO$  bariy oksidi,  $Mn_2O_7$  marganes (VII) oksidi.

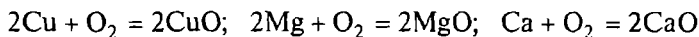
Oksidlar to'rt turga bo'linadi: asosli, kislotali, amfoter va betaraf yoki tuz hosil qilmaydigan oksidlar. Bundan tashqari, tarkibida kislorod tutgan boshqa birikmalar ham bor. Ularga peroksidlar va aralash oksidlar kiradi. Masalan,  $Na_2O_2$ ,  $K_2O_2$  va  $Mn_3O_4$ ,  $Pb_3O_4$ .

**Asosli oksidlar.** Asoslar mos keladigan oksidlarni asosli oksidlar deyiladi. Faqat metallargina asosli oksidlar hosil qiladi.

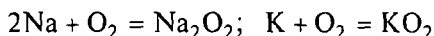


BeO, CuO, CrO va MnO va boshqa ko'pgina metallarning oksidlari suv bilan ta'sirlashmaydi. Bunday metallarning gidroksidlari bilvosita usullar bilan, ya'ni tuzlarga kuchli asoslar ta'sir ettirib olinadi.

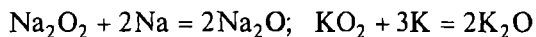
Asosli oksidlar metallarga bevosita kislorod ta'sir ettirib hosil qilinadi:



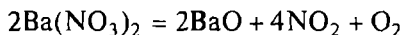
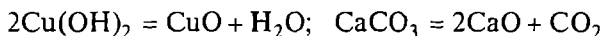
Ba'zi metallarga kislorod ta'sir ettirilganda avval peroksidlar hosil bo'ladi:



So'ngra bu peroksidlarga metall ta'sir etganda oksidlarga aylantiriladi:

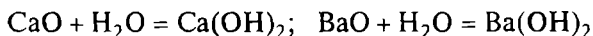


Tuzlarni yoki gidroksidlarni parchalash jarayonida ham asosli oksid hosil bo'ladi:

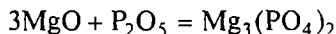
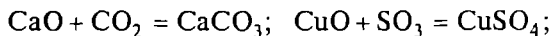


**Kimyoviy xossalari.** Asosli oksidlar qattiq moddalardir. Ulardan ba'zilari suvda yaxshi eriydi.

I va II guruh asosiy guruh elementlari metallarining oksidlari BeO va MgO dan tashqari suv bilan ta'sirlashganda asoslar hosil bo'ladi. Qolgan guruhlardagi metallarning oksidlari suv bilan ta'sirlashmaydi:

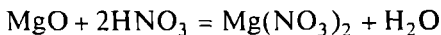
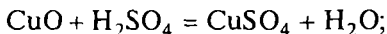


Ular kislotali oksidlar bilan ta'sirlashib, tuzlar hosil qiladi:



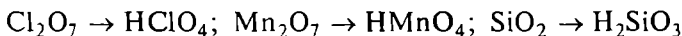
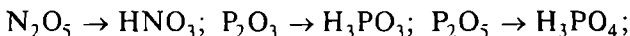
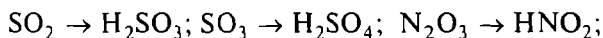
Asosli oksidlar kislotalar bilan ta'sirlashadi va tuz hamda suv hosil qiladi:



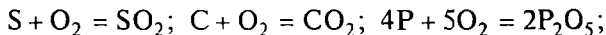


**Kislotali oksidlar.** Kislotalar mos keladigan oksidlarni kislotali oksidlar deyiladi. Kislotali oksidlar metallmaslarning oksidlari va ba'zi metallarning yuqori valentli oksidlari misol bo'la oladi:  $\text{CrO}_3$ ;  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ;  $\text{MnO}_3$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5$ ;  $\text{MoO}_3$ ;  $\text{WO}_3$ . Ularni angidridlar (suvsizlantirilgan kislotalar) deb ham yuritiladi.

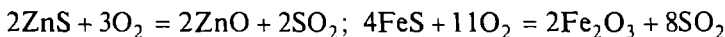
Har bir kislotali oksidga kislota to'g'ri keladi:



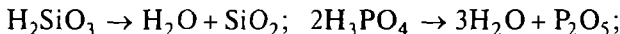
**Olinishi.** Metallmaslarning kislorodda yoki havoda yonishi:



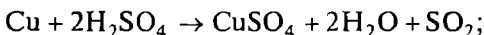
Murakkab moddalarni yondirish:



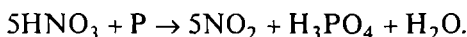
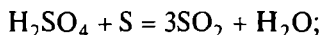
Kislotalarni qizdirish orqali suvsizlantirish:



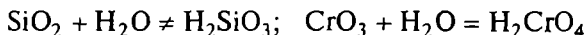
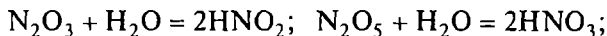
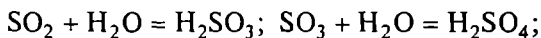
Metallarga kislotalar ta'sir ettirish:



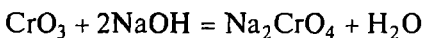
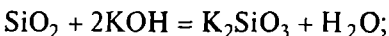
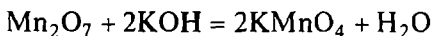
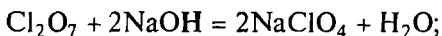
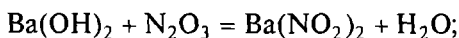
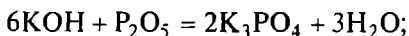
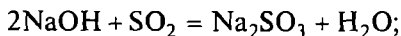
Metallmaslarga kislotalar ta'sir ettirish:



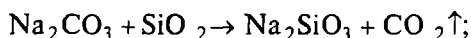
**Xossalari.** Kislotali oksidlar odatdagi sharoitda gazsimon ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) qattiq holatda ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) uchraydi. Kislotali oksidlarni suv bilan o'zaro ta'siridan kislotalar hosil bo'ladi. Faqat kremniy (IV) oksidgina suv bilan o'zaro ta'sir etmaydi:



Ishqorlar ta'sir etganda kislotali oksidlarning tuzlari hosil bo'ladi:



Ma'lum sharoitda kislotali oksidlar tuzlar bilan ham ta'sirlashadi:



**Amfoter oksidlar.** Amfoter oksidlar bir paytning o'zida ham kislota ham asos hosil qiladi. Bunday oksidlar ikki yoqlama xossaga ega. Amfoterlik xossalari  $\text{ZnO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{GeO}_2$  va  $\text{MnO}_2$  da ham kuzatiladi (4-jadval).

4-jadval

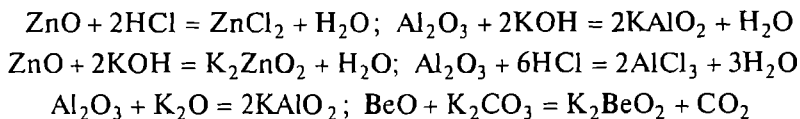
**Amfoter oksidlarning kislotalari va asoslari**

| Amfoter oksidlar        | Asosi                    | Kislotalari*                                         | Tuzdagi qoldiqning nomi    |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|
| $\text{ZnO}$            | $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | $\text{H}_2\text{ZnO}_2$                             | Zinkat                     |
| $\text{BeO}$            | $\text{Be}(\text{OH})_2$ | $\text{H}_2\text{BeO}_2$                             | Berillat                   |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Al}(\text{OH})_3$ | $\text{HAlO}_2$<br>$\text{H}_3\text{AlO}_3$          | m-alyuminat<br>o-alyuminat |
| $\text{Cr}_2\text{O}_3$ | $\text{Cr}(\text{OH})_3$ | $\text{HCrO}_2$<br>$\text{H}_3\text{CrO}_3$          | m-xromit<br>o-xromit       |
| $\text{MnO}_2$          | $\text{Mn}(\text{OH})_4$ | $\text{H}_2\text{MnO}_3$<br>$\text{H}_4\text{MnO}_4$ | m-manganit<br>o-manganit   |
| $\text{SnO}_2$          | $\text{Sn}(\text{OH})_4$ | $\text{H}_2\text{SnO}_3$<br>$\text{H}_4\text{SnO}_4$ | m-stannat<br>o-stannat     |
| $\text{PbO}_2$          | $\text{Pb}(\text{OH})_4$ | $\text{H}_2\text{PbO}_3$<br>$\text{H}_4\text{PbO}_4$ | m-plumbat<br>o-plumbat     |

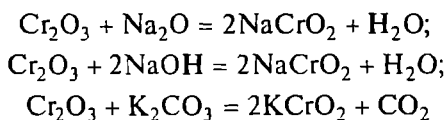
\* bunday kislotalar erkin holda mavjud emas.

**Xossalari.** Amfoter oksidlar suvda erimaydigan qattiq moddalardir.

Amfoter oksidlar ham kislotalar bilan va ham asoslar bilan o'zaro ta'sirlashadi va mos kislotalarining tuzlarini hosil qiladi:



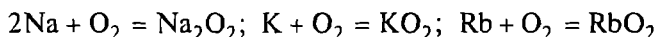
Xrom(III) oksidi kislota va ishqor eritmalarida erimaydi. Lekin ishqorlarda yoki karbonatlar ishtirokida suyuqlantirilsa, xromitlar hosil qiladi:



**Betaraf oksidlar.** Bunday oksidlar qatoriga indifferent, ya'ni tuz hosil qilmaydigan oksidlar kiradi. Ushbu oksidlar kislota ham asos ham hosil qilmaydi. Betaraf oksidlarga CO, NO, N<sub>2</sub>O, SiO kabi oksidlar kiradi.

**Peroksidlar.** Peroksidlar oq qattiq moddalardir. Bunday birikmalarni vodorod peroksidning H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tuzlari sifatida qaralishi mumkin. Peroksidlarga Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, BaO<sub>2</sub>, ozonid birikmalar KO<sub>3</sub> kabi moddalarni olish mumkin.

Peroksidlar faol metallardan bo'lgan ishqoriy metallarning havoda yonishida hosil bo'ladi:



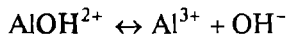
**Aralash oksidlar.** Bunday moddalar qatoriga oksidlarning aralashmasi yoki ularni tuzlar deb qarashga to'g'ri keladi. Masalan: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Bu oksidlar biror metallning tuzi ko'rinishida yozilsa Fe(FeO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, PbPbO<sub>3</sub>, Pb<sub>2</sub>PbO<sub>4</sub>, Mn<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> tuzlar sifatida yozilishi mumkin. Aralash oksidlar qatoriga shpinellar, ya'ni II va III valentli oksidlar aralashmasini ham kiritish mumkin. Masalan: FeO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va boshqalar.

## 3.2. Asoslar

Asoslar metallar va gidroksil guruhidan tashkil topgan murakkab moddalardir. Ularning umumiy formulasi  $\text{Me}(\text{OH})_n$ . Me — metall atomi,  $n$  — metallning valentligi.

Elektrolit sifatida asoslarning dissotsilanishida metall kationi va gidroksil anioni hosil bo'ladi.

Bunday moddalar eritmasida lakmus indikator ko'k rangga, fenolftalein indikator qizil-pushti rangga kiradi. Ishqorlar eritmaları to'qimalarni yemirish xossasiga ega. Agar asos ko'p kislotali bo'lsa, dissotsilanish bosqichli boradi. Asoslarning kislotaliligi ulardagi gidroksid guruhlar soniga teng:

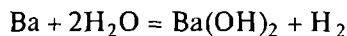
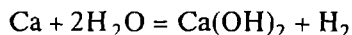
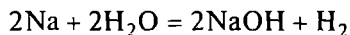


Suvda eriydigan asoslar ishqorlar deyilib, ularga  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  kiradi. Dissotsilanish qobiliyatiga ko'ra asoslar kuchli va kuchsiz asoslarga bo'linadi. Suvdagi suyultirilgan eritmalarda to'la dissotsilanadigan asoslarni kuchli asoslar deyiladi. Kuchli asoslarga barcha ishqorlar kiradi. Ishqor so'zi «o'yuvchi» ma'nosini beradi.

Suvda erimaydigan asoslar oz dissotsilanuvchi moddalar qatoriga kirib, odatda, bunday asoslar bosqichli dissotsilanadi. Masalan:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , va boshqalar.

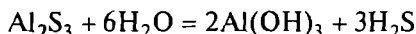
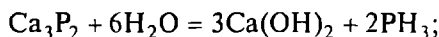
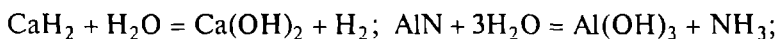
**Nomlanishi.** Asoslarni nomlash ularga asos yoki gidroksid so'zini qo'shish orqali amalga oshiriladi.  $\text{NaOH}$  natriy gidroksidi, natriy asosi, o'yuvchi natriy. Agar biror metallning bir necha gidroksidlari bo'lsa  $\text{Cr}(\text{OH})_2$  — xrom(II) gidroksidi,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  — xrom(III) gidroksidi va hokazo.

**Olinishi.** Faol metallardan bo'lgan ishqoriy va ishqoriy yer metallari suvda eritilsa, ishqorlarga aylanib vodorodni ajratadi:

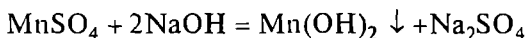
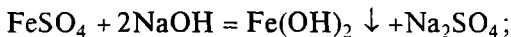
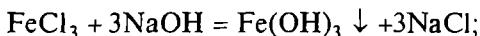
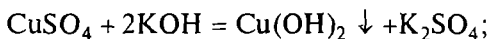


Metall oksidlarini suvda erishidan ham asoslar hosil boladi. Faqat I va II guruh metallarining oksidlarigina suvda oson eriydi (BeO va MgO dan tashqari).

Gidridlar, nitridlar, fosfidlar va sulfidlarning suv bilan ta'sirlashganida ham asoslar hosil bo'ladi:

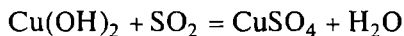
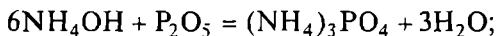
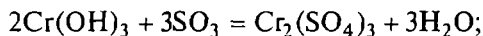


Erimaydigan asoslar olish uchun metallarning tuzlariga ishqorlar ta'sir ettiriladi:

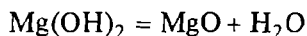
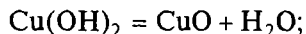
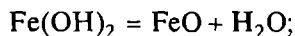


**Xossalari.** Asoslar, odatda, qattiq moddalardir. Ularning rangi turlicha bo'lib, rang o'zgarishi ba'zan asoslarning birini ikkinchisidan ajratish imkoniyatini beradi. Faqat  $\text{NH}_4\text{OH}$  ammiakni suvda erishidan hosil bo'lgan birikma eritmada mavjud (suyuqlik).

Asoslar kislotali oksidlar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladi. Bunday tuzlar kislotali oksidlarning tuzlariga kiradi:



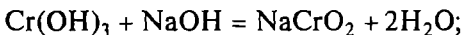
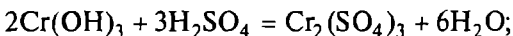
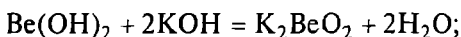
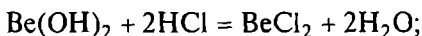
Asoslar qizdirilsa, suv va asosli oksidlarga parchalanadi:



Ishqorlarga tuzlar ta'sir ettirilsa, erimaydigan asoslar hosil bo'lishi yuqorida ko'rib chiqildi.

**Amfoter gidroksidlar.** Asoslarning alohida guruhini amfoter gidroksidlar tashkil etadi. Ham kislota ham asos xossasini namoyon etuvchi asoslar amfoter gidroksidlar deyiladi. Bunday asoslar qatoriga:  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  va boshqalar kiradi.

Amfoter gidroksidlar kislotalar bilan ham, asoslar bilan ham ta'sir etishi mumkin. Ular kislotalar ta'sirida ham asoslar ta'sirida ham oson eritmaga o'tadi:

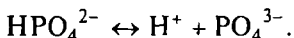
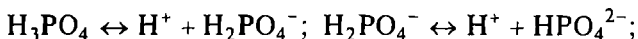
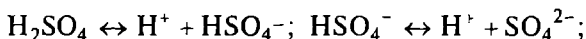
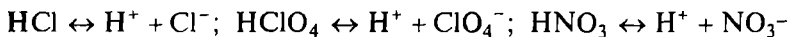


Amfoter gidroksidlar amfoter metallarining tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi.

### 3.3. Kislotalar

**Kislotalar.** Tarkibida vodorod atomi va kislota qoldig'i tutgan murakkab moddalar kislotalar deyiladi. Kislotalarning umumiy formulasi  $\text{H}_n\text{R}$ . R — kislota qoldig'i. n — kislota qoldig'i valentligi yoki kislotalarning asosliligi. Ko'p ishlatiladigan kislotalarning ro'yxati 5-jadvalda berilgan.

Kislotalar eritmada dissotsilanib vodorod kationlarini va kislota qoldig'i anionlarini hosil qiladi. Agar kislota ko'p asosli bo'lsa, bunday dissotsilanish jarayoni bosqichli boradi:



Kislota eritmalari nordon ta'mli bo'lib, lakmus indikatorini qizil rangga kiritadi. Fenolftalein indikatorini kislotalar ishtirokida o'z rangini o'zgartirmaydi.

**Nomlanishi.** Kislordsiz kislotalarni nomlashda element nomiga «id» qo'shimchasi qo'shiladi. HCl — xlorid, HBr — bromid, HI — yodid, H<sub>2</sub>S — sulfid, H<sub>2</sub>Se — selenid, HCN — sianid, HCNS — rodanid va boshqalar.

Kislota hosil qilgan element turli valentliklar namoyon etsa, ulardan eng past valentlikdagilar (yoki oksidlanish darajasi) birikmaning kislotasiga — «gipo» old qo'shimchasi qo'shiladi. HClO — gipoxlorit, HIO — gipoyodit, HBrO — gipobromit.

Kislotaldagi elementning valentligi o'rtacha qiymatga ega bo'lsa elementga — «it» qo'shimchasi qo'shiladi. H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> — sulfit, HClO<sub>2</sub> — xlorit, HNO<sub>2</sub> — nitrit, H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> — selenit, HBrO<sub>2</sub> — bromit.

Kislota hosil qilgan elementning valentligi eng yuqori bo'lsa, element nomiga — «at» qo'shimchasi qo'shish kerak. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — sulfat, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> — karbonat, HClO<sub>3</sub> — xlorat, HNO<sub>3</sub> — nitrat, HBrO<sub>3</sub> — bromat va hokazo.

*5- jadval*

### Eng muhim kislotalarning ro'yxati

| №  | Kislotalarning formulasi<br>va anhidridlari    | Kislotalarning<br>nomlanishi | Kislota qol-<br>dig'i anioni  | Tuzlari                         |
|----|------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1  | HCl                                            | Xlorid                       |                               | NaCl                            |
| 2  | HBr                                            | Bromid                       | Br <sup>-</sup>               | KBr                             |
| 3  | HI                                             | Iodid                        | I <sup>-</sup>                | NaI                             |
| 4  |                                                | Ftorid                       | F <sup>-</sup>                | CaF <sub>2</sub>                |
| 5  | HCN                                            | Sianid                       | CN <sup>-</sup>               | KCN                             |
| 6  | HCNS                                           | Rodanid                      | CNS <sup>-</sup>              | NaCNS                           |
| 7  | H <sub>2</sub> S                               | Sulfid                       | S <sup>2-</sup>               | K <sub>2</sub> S                |
| 8  | HNO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Nitrit                       | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | NaNO <sub>2</sub>               |
| 9  | HNO <sub>3</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Nitrat                       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | KNO <sub>3</sub>                |
| 10 | H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> SO <sub>2</sub> | Sulfit                       | SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> |
| 11 | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> | Sulfat                       | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |

|    |                                                         |                     |                              |                                   |
|----|---------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 12 | $\text{H}_3\text{PO}_3$ $\text{P}_2\text{O}_3$          | Fosfit              | $\text{HPO}_3^{2-}$          | $\text{Na}_2\text{HPO}_3$         |
| 13 | $\text{H}_3\text{PO}_4$ $\text{P}_2\text{O}_5$          | Ortofosfat          | $\text{PO}_4^{3-}$           | $\text{Na}_3\text{PO}_4$          |
| 14 | $\text{HPO}_3$ $\text{P}_2\text{O}_5$                   | m-fosfat            | $\text{PO}_3^{3-}$           | $\text{KPO}_3$                    |
| 15 | $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ $\text{P}_2\text{O}_5$ | Difosfat Pirofosfat | $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  | $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ |
| 16 | $\text{H}_2\text{CO}_3$ $\text{CO}_2$                   | Karbonat            | $\text{CO}_3^{2-}$           | $\text{K}_2\text{CO}_3$           |
| 17 | $\text{H}_2\text{SiO}_3$ $\text{SiO}_2$                 | m-silikat           | $\text{SiO}_3^{2-}$          | $\text{Na}_2\text{SiO}_3$         |
| 17 | $\text{H}_4\text{SiO}_4$ $\text{SiO}_2$                 | o-silikat           | $\text{SiO}_4^{4-}$          | $\text{Na}_4\text{SiO}_4$         |
| 18 | $\text{HClO}$ $\text{Cl}_2\text{O}$                     | Gipoxlorit          | $\text{ClO}^-$               | $\text{NaClO}$                    |
| 19 | $\text{HClO}_2$ $\text{Cl}_2\text{O}_3$                 | Xlorit              | $\text{ClO}_2^{2-}$          | $\text{KClO}_2$                   |
| 20 | $\text{HClO}_3$ $\text{Cl}_2\text{O}_5$                 | Xlorat              | $\text{ClO}_3^{3-}$          | $\text{KClO}_3$                   |
| 21 | $\text{HClO}_4$ $\text{Cl}_2\text{O}_7$                 | Perxlorat           | $\text{ClO}_4^{4-}$          | $\text{KClO}_4$                   |
| 22 | $\text{H}_2\text{CrO}_4$ $\text{CrO}_2$                 | Xromat              | $\text{CrO}_4^{2-}$          | $\text{K}_2\text{CrO}_4$          |
| 23 | $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{CrO}_3$        | Dixromat            | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ |
| 24 | $\text{HMnO}_4$ $\text{Mn}_2\text{O}_7$                 | Permanganat         | $\text{MnO}_4^{4-}$          | $\text{NaMnO}_4$                  |
| 25 | $\text{H}_2\text{MnO}_4$ $\text{MnO}_3$                 | Manganat            | $\text{MnO}_4^{2-}$          | $\text{K}_2\text{MnO}_4$          |
| 26 | $\text{H}_3\text{BO}_3$ $\text{B}_2\text{O}_3$          | Ortoborat           | —                            | —                                 |
| 27 | $\text{HBO}_2$ $\text{B}_2\text{O}_3$                   | Metaborat           | $\text{BO}_2^-$              | $\text{KBO}_2$                    |
| 28 | $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ $\text{B}_2\text{O}_3$ | Tetraborat          | $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$  | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ |

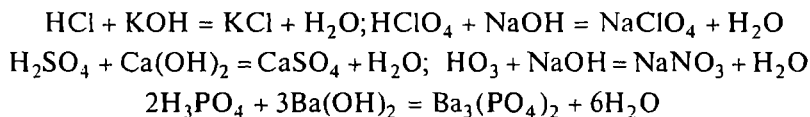
Bir element bir xil valentlikda vodorod atomlari soni bilan farqlanadigan kislotalar hosil qilganida vodorod atomlari soni kamiga — «meta», vodorod atomlari soni ko'piga — «orto» old qo'shimchasi qo'yiladi.  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  — meta-silikat,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  — orto-silikat,  $\text{HBO}_2$  — meta-borat,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — orto-borat,  $\text{HPO}_3$  — meta-fosfat,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  — orto-fosfat.

Kislota hosil qiluvchi element eng yuqori valentligining namoyon etganida unga «per» old qo'shimchasi qo'shiladi.  $\text{HClO}_4$  — perxlorat,  $\text{HMnO}_4$  — permanganat,  $\text{HIO}_4$  — periodat.

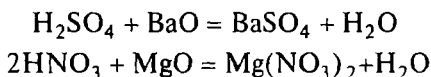
Ba'zan kislotalardan suv chiqib ketishi hisobiga ham ma'lum nomlanishlar beriladi:  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  — piro- yoki difosfat,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  — dixromat yoki bixromat.



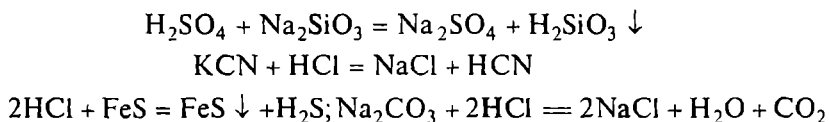
**Xossalari.** Kislotalar asoslar bilan ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi:



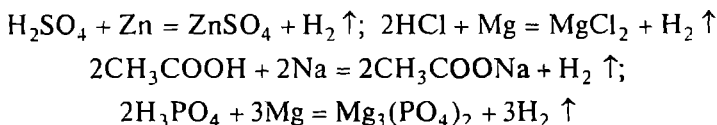
Kislotalar asosli oksidlar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi:



Kislotalar tuzlarga ta'sir etib, kuchsiz kislotalarni siqib chiqaradi:

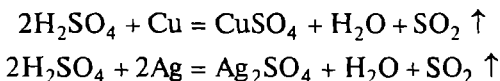


Kislotalardan HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH faol metallar (Mg, Zn, Al, Fe) bilan ta'sir etganda kislotalarning tuzlari va vodorod ajralib chiqadi:

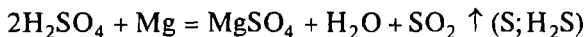


Agar kislotalarga passiv metallar (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) ta'sir ettirilsa, bu metallarning aktivligi kam bo'lgani uchun ular kislotalar bilan ta'sirlashmaydi.

Konsentrlangan sulfat kislota metallar bilan butunlay boshqacha ta'sir etadi. Konsentrlangan sulfat kislota Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar ta'sir etmaydi. Agar konsentrlangan sulfat kislota Cu, Ag, Hg kabi metallar ta'sir ettirilsa, jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



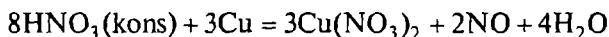
Konsentrlangan kislota aktiv metallarga (Ca, Mg, Zn) ta'sir ettirilganda:



Nitrat kislota ham metallar bilan butunlay boshqacha ta'sir etadi. Konsentrlangan nitrat kislota Fe, Cr, Al, Au va Pt kabi metallar bilan ta'sirlashmaydi. Cu, Ag, Hg va Pb kabi faolligi kam metallar bilan ta'sirlashganda quyidagi jarayon sodir bo'ladi:

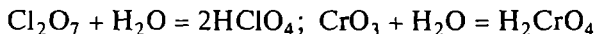
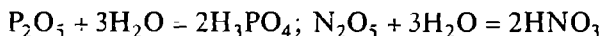
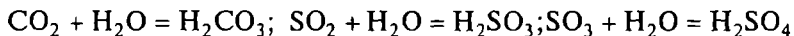


Agar shu metallar suyultirilgan nitrat kislota bilan ta'sirlashsa:

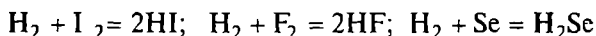
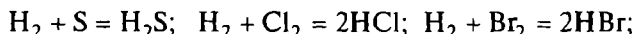


Konsentrlangan nitrat kislotaning faol metallar bilan ta'siri mahsulotlari qatoriga  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  kirishi mumkin. Bunday faol metallar sifatida Ca, Mg, Zn olinsa, ana shu metallar bilan suyultirilgan nitrat kislota NO yoki  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil qilishi ko'zda tutiladi.

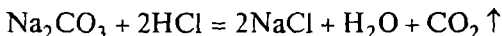
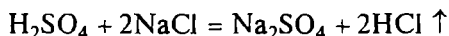
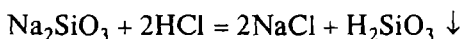
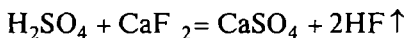
**Kislotalarning olinishi.** Kremniy (IV) oksiddan boshqa deyarli barcha oksidlar suv ta'sirida mos kislotalarga aylanadi:



Kislorodsiz kislotalar vodorod va metallmaslar ta'siridan hosil bo'lishi mumkin. Hosil boladigan moddalar gazlar, ular suvda eriganda kislotalar hosil bo'ladi:



Tuzlarga kislotalar ta'sir ettirilganda ham kuchsiz kislotalar hosil bo'ladi va kuchsiz uchuvchan kislotalarning hosil bo'lishi yoki ularning parchalanishi kuzatiladi:

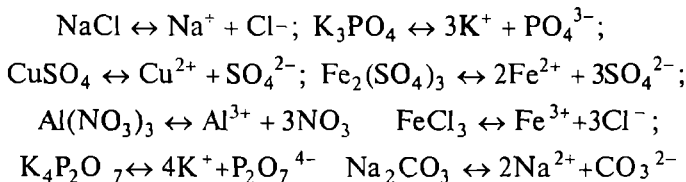


Sanoat miqyosida ishlatiladigan nitrat va sulfat kislotalarning alohida olinish usullari bor.

### 3.4. Tuzlar

Tuzlar quyidagi turlarga bo'linadi: o'rta tuzlar, nordon tuzlar, asosli, qo'sh va kompleks tuzlar.

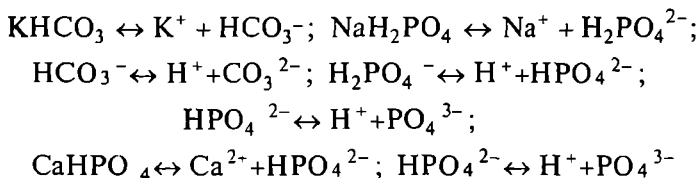
O'rta tuzlar tarkibiga ko'ra faqat metall atomi va kislota qoldig'idan tuzilgan. Ular to'la dissotsilanadi. Shuning uchun ular dissotsilanganda faqat metall kationlari va kislota qoldig'i anionlari hosil bo'ladi:



**Nomlanishi.** Nomlashda avval metall, keyin kislota qoldig'i aytiladi.  $\text{CuSO}_4$  — mis(II) sulfati;  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  — aluminiy nitrati;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  — temir(III)sulfati;  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$  — kaliy difosfati yoki kaliy pirofosfati;  $\text{FeSO}_4$  — temir (II) sulfati va hokazo. Ba'zan tarixiy nomlashlar ham uchraydi.  $\text{AgNO}_3$  kumush nitrat yoki liyapis;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — natriy karbonat yoki soda.

**Nordon tuzlar.** Bunday tuzlar tarkibida metall atomi, vodorod atomi va kislota qoldig'i bo'ladi. Nordon tuzlar (6-jadval) ko'p asosli kislotalardan hosil qilinadi. Agar tuz hosil qilish uchun olingan kislota tarkibida faqat bitta vodorod atomi bo'lsa, undan nordon tuz hosil bo'lmaydi.

Nordon tuzlarning dissotsilanishi bosqichli boradi. Eritmada metall kationi, kislota qoldig'i anioni va vodorod kationi mavjud bo'ladi:

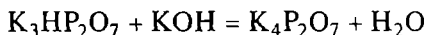
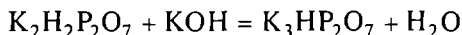
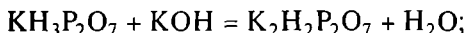
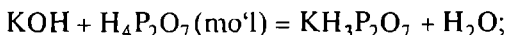
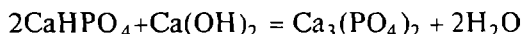
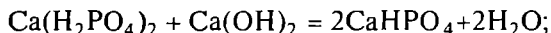
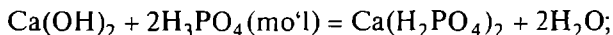
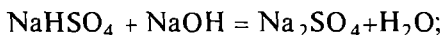
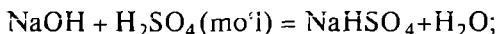
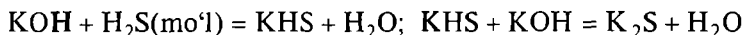


**Olinishi.** Nordon tuzlarni olishda ko'p asosli kislotalarga kuchli asoslar ta'sir ettiriladi. Reaksiyada kislotalar mo'l miqdorda olinadi. Reaksiya bosqichli borib avval nordon tuzlar keyin esa o'rta tuzlar olinadi.

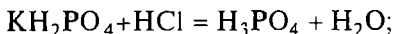
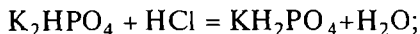
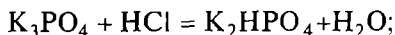
6-jadval

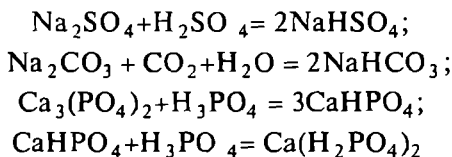
**Nordon tuzlarni hosil qiladigan kislotalar va ularning tuzlari**

| Kislotalar  | Kislota qoldig'i | Nordon tuzlar  | Tuzlarning nomlanishi  |
|-------------|------------------|----------------|------------------------|
| $H_2CO_3$   | $HCO_3^-$        | $NaHCO_3$      | Natriy gidrokarbonat   |
| $H_2S$      | $HS^-$           | $NaHS$         | Kaliy gidrosulfid      |
| $H_2SO_3$   | $HSO_3^-$        | $NaHSO_3$      | Natriy gidrosulfid     |
| $H_2SO_4$   | $HSO_4^-$        | $KHSO_4$       | Kaliy gidrosulfat      |
| $H_3PO_4$   | $H_2PO_4^-$      | $NaH_2PO_4$    | Natriy digidrofosfat   |
|             | $HPO_4^{2-}$     | $Na_2HPO_4$    | Natriy gidrofosfat     |
| $H_4P_2O_7$ | $H_3P_2O_7^-$    | $KH_3P_2O_7$   | Kaliy trigidrodifosfat |
|             | $H_2P_2O_7^{2-}$ | $K_2H_2P_2O_7$ | Kaliy digidrodifosfat  |
|             | $HP_2O_7^{3-}$   | $K_3HP_2O_7$   | Kaliy gidrodifosfat    |

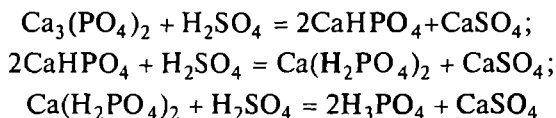


Ko'p asosli kislotalarning o'rta tuzlariga shu kislotalarning o'zini qo'shish orqali ham nordon tuzlar olish mumkin. Masalan:

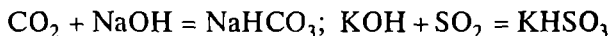




Ko'p asosli kislotalarning o'rta tuzlariga kuchli kislota ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ta'sir etganda ham nordon tuz hosil bo'ladi:



Nordon tuzlar asoslarga kislotali oksidlarning ta'sirida ham hosil bo'ladi:



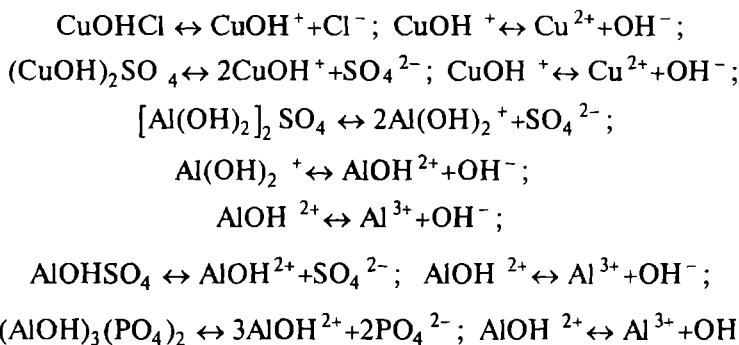
**Asosli tuzlar.** Bunday tuzlar tarkibida metall atomi, gidroksil guruhi va kislota qoldig'i bo'ladi. Asosli tuzlar bir kislotali asoslardan hosil bo'lmaydi. Bunday tuzlar quyidagi asoslardan olinishi mumkin (7-jadval).

7-jadval

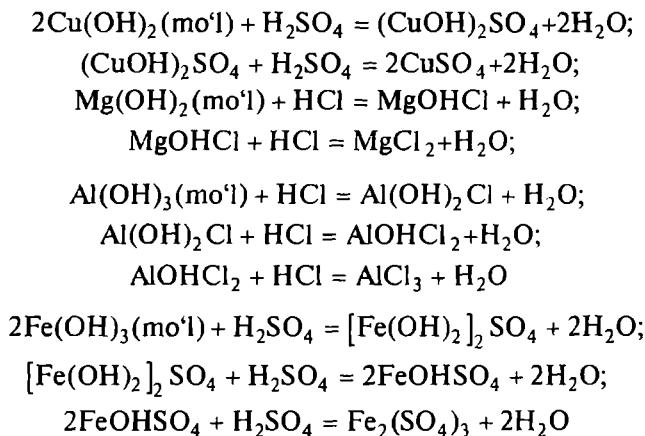
**Asosli tuzlar hosil qiladigan asoslarning qoldiqlari**

| Asoslar                  | Qoldig'i                   | Asosli tuz                              | Asosli tuzning nomlanishi    |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | $\text{MgOH}^+$            | $\text{MgOHCl}$                         | magniygidrokso xlorid        |
| $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | $\text{CuOH}^+$            | $\text{CuOHNO}_3$                       | misgidrokso (II) nitrat      |
| $\text{Al}(\text{OH})_3$ | $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ | $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$     | aluminiygidrokso nitrat      |
|                          | $\text{AlOH}_2^+$          | $\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$            | aluminiygidrokso nitrat      |
| $\text{Cr}(\text{OH})_3$ | $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$ | $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$     | xromdigidrokso (III) nitrat  |
|                          | $\text{CrOH}^+$            | $\text{CrOH}(\text{NO}_3)_2$            | xromgidrokso (III) nitrat    |
| $\text{Al}(\text{OH})_3$ | $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ | $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$ | aluminiygidrokso sulfat      |
|                          | $\text{AlOH}_2^+$          | $\text{AlOHSO}_4$                       | aluminiygidrokso sulfat      |
| $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ | $[\text{Fe}(\text{OH})_2]\text{SO}_4$   | temirdigidrokso (III) sulfat |
|                          | $\text{FeOH}_2^+$          | $\text{FeOHSO}_4$                       | temirgidrokso(III) sulfat    |
| $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | $\text{MgOH}^+$            | $(\text{MgOH})_3\text{PO}_4$            | magniygidrokso fosfat        |

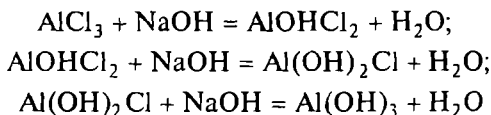
**Dissotsilanishi.** Bunday tuzlarning dissotsilanishi bosqichli borib, metall kationlari, gidroksil anioni va kislota qoldig'i anioni hosil bo'ladi:



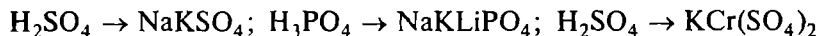
**Olinishi.** Kuchsiz va ko'p negizli asoslarga kuchli kislotalar ta'sir ettiriladi va bu reaksiyalarda asoslar mo'l miqdorda olinadi:



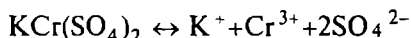
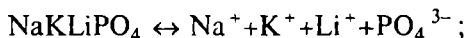
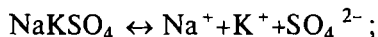
Ko'p kislotali asoslarning o'rta tuzlariga ishqor eritmalari ta'sir ettirib asosli tuzlar olinishi mumkin:



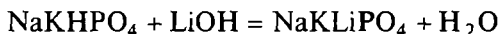
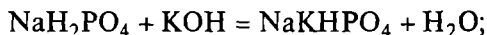
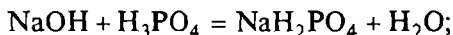
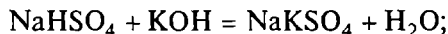
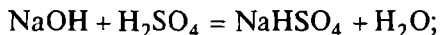
**Qo'sh tuzlar.** Qo'sh tuzlar o'z tarkibida bir paytning o'zida ikkita har xil metall kationi ushlab turadi. Qo'shaloq tuzlar ko'p asosli kislotalardagi vodorod atomlarini har xil metallarga almashinishi tufayli hosil bo'ladi:



Qo'sh tuzlar dissotsilanishida turli metall kationlari va kislota qoldig'i anioni hosil bo'ladi:



**Olinishi.** Ko'p asosli kislotalarga turli asoslar bosqichli ta'sir etishi kerak:



**Kompleks birikmalar.** Tarkibida kompleks hosil qiluvchi va ligandlar tutgan moddalar kompleks birikmalar deyiladi.

Eritmada eriganda kompleks kation, anion yoki neytral zarra-chalar hosil qiladigan murakkab moddalar kompleks birikmalarga kiradi.

Kompleks birikmalar tuzilishining o'ziga xos tomonlari mavjud:

1. Kompleks birikmalar molekulasining markazida metall kationi yoki atomi joylashgan bo'lib (8-jadval) u kompleks hosil qiluvchi ion deyiladi.

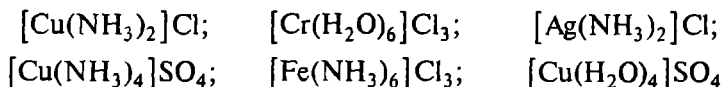
2. Kompleks hosil qiluvchi bilan bevosita bog'langan qutbli neytral molekularlar ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ) yoki anionlar ( $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{CN}^-$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{OH}^-$ ) ligandlar deb ataladi.

3. Kompleks hosil qiluvchi ionlar ushlab turgan neytral molekularlar va ionlar soni koordinatsion son deyiladi.

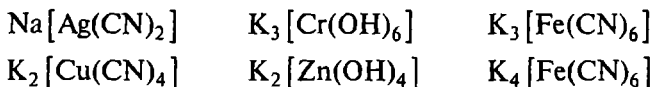
4. Kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlar ichki sferani hosil qiladi hamda o'rta qavsga olib yoziladi.

5. Ichki sferaga kirmagan ionlar tashqi sferani hosil qiladi. Ichki sferaning zaryadi ligandning turiga qarab musbat, manfiy va hatto neytral bo'lishi mumkin.

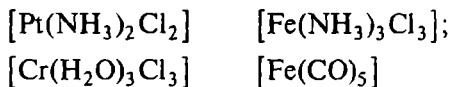
Kompleks birikmalarda ichki sfera zaryadiga ko'ra ular uch xil turga bo'linadi. Kation, anion va neytral kompleks birikmalar. Kation kompleks birikmalarga misollar:



Ichki sfera zaryadi manfiy bo'lsa anion kompleks birikmalar:



Faqat ichki sferadan iborat neytral komplekslar birikmalar ham bor:



8- jadval

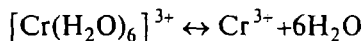
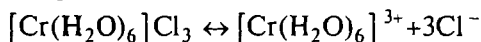
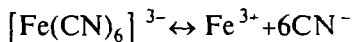
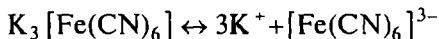
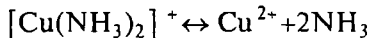
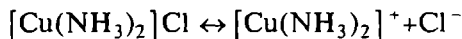
**Ba'zi kompleks birikmalarning tarkibi**

| Kompleks birikma                               | Me <sup>n+</sup> | Ligand                     | Koor. son | Ichki sfera                              | Tashqi sfera       |
|------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------|--------------------|
| $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$        | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{NH}_3$              | 4         | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$        | $\text{SO}_4^{2-}$ |
| $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ | $\text{Cr}^{3+}$ | $\text{H}_2\text{O}$       | 6         | $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ | $\text{Cl}^-$      |
| $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$           | $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{CN}^-$              | 6         | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$          |                    |
| $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$          | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{OH}^-$              | 6         | $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$          | $\text{Na}^+$      |
| $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$        | $\text{Pt}^{2+}$ | $\text{NH}_3, \text{Cl}^-$ | 4         | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  | —                  |
| $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$                     | $\text{Fe}^0$    | $\text{CO}$                | 5         | $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$               | —                  |

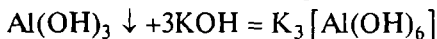
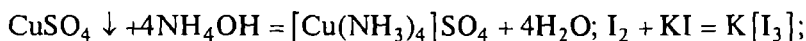
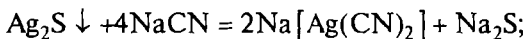
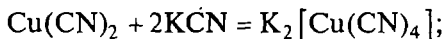
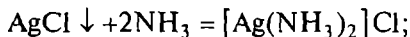
Me<sup>n+</sup> kompleks hosil qiluvchi element



Kompleks birikmalar bosqichli dissotsilanadi. Birinchi galda ionlanish ichki va tashqi sferaga ajralish bilan boradi. Keyin esa ichki sfera dissotsilanadi:



Kompleks birikmalarning hosil bo'lishida cho'kmaning erib ketishi, rang o'zgarishi yoki yangidan cho'kma hosil bo'lishi kuzatiladi:



Kompleks birikmalarning nomlanishi va geometrik tuzilishiga keyinchalik alohida to'xtalinadi.

### 3- bobga oid savol va masalalar

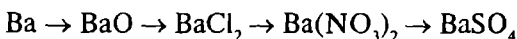
1. Quyidagi kislotalarga mos keladigan oksidlarning formulasini yozing:

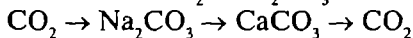
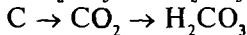
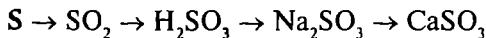


2. Quyidagi gidroksidlarga mos keladigan oksidlarning formulasini yozing:

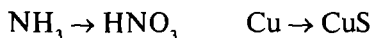


3. Quyidagi o'tish reaksiya tenglamalarini yozing:





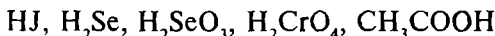
4. Quyidagi o'tish uchun zarur bo'lgan reaksiya tenglamalarini yozing:



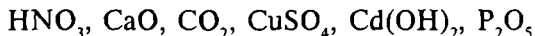
5. Quyidagi gazlarning qaysi biri ishqor eritmalari bilan reaksiyaga kirishadi:



6. Quyidagi kislotalarning qaysi birlari nordon tuz hosil qila oladi?



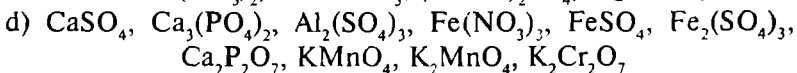
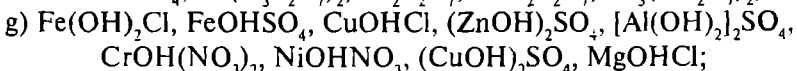
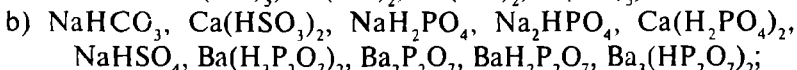
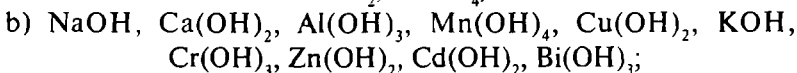
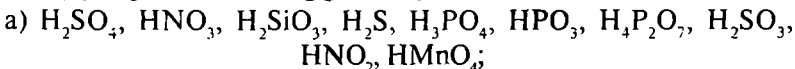
7. Quyidagi moddalarning qaysi birlari natriy gidroksidi bilan reaksiyaga kirishadi?



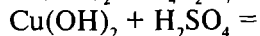
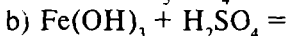
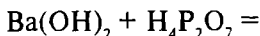
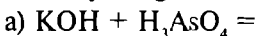
8. Kislota va asosning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida  $NaNO_3$ ,  $K_2S$ ,  $NaHSO_4$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$  larning hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini yozing.

9. Karbonat va arsenit kislotalarning kaliyli va kalsiyli o'rta va nordon tuzlari formulalarini tuzing.

10. Quyidagi birikmalarning grafikaviy tasvirlanish formulalarini yozing:



11. Quyidagi reaksiyalarda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan tuzlarning hammasini yozing:





12. Quyidagi birikmalarning grafikaviy tasvirlanish formulalarini yozing:

- a)  $\text{H}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  
 $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HMnO}_4$ ;  
 b)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Mn(OH)}_4$ ,  $\text{Cu(OH)}_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  
 $\text{Cr(OH)}_3$ ,  $\text{Zn(OH)}_2$ ,  $\text{Cd(OH)}_2$ ,  $\text{Bi(OH)}_3$ ;  
 c)  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Ca(HSO}_3)_2$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  
 $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Ba(H}_3\text{P}_2\text{O}_7)_2$ ,  $\text{Ba}_3\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{BaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ba}_3(\text{HP}_2\text{O}_7)_2$ ;  
 d)  $\text{Fe(OH)}_2\text{Cl}$ ,  $\text{FeOHSO}_4$ ,  $\text{CuOHCl}$ ,  $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$ ,  $[\text{Al(OH)}_2]_2\text{SO}_4$ ,  
 $\text{CrOH(NO}_3)_2$ ,  $\text{NiOHNO}_3$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SnOHCl}$ ,  $\text{MgOHCl}$ ;  
 e)  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe(NO}_3)_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  
 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

#### 4-bob. KIMYOVIY REAKSIYALARNING ENERGETIKASI VA YO'NALISHI

##### 4.1. Kimyoviy reaksiyalarning energetikasi

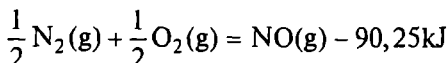
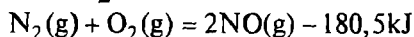
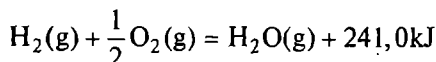
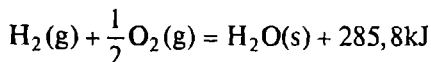
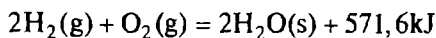
Barcha kimyoviy jarayonlar issiqlik chiqishi yoki yutilishi bilan ro'y beradi. Kimyoviy reaksiyalarda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori reaksiyaning issiqlik effekti deyiladi. Issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar ekzotermik ( $Q > 0$ ,  $\Delta H < 0$ ), issiqlik yutilishi  $Q < 0$ ,  $\Delta H > 0$ ) bilan boradigan reaksiyalar endotermik reaksiyalar deyiladi.

Reaksiyalarning issiqlik effektlarini o'rganadigan bo'lim termokimyo deyiladi.

Issiqlik effekti ko'rsatilgan reaksiya tenglamalari termokimyoviy tenglamalar deb ataladi. Reaksiyaning issiqlik effekti moddalarning tabiatiga, agregat holatiga va sharoitga bog'liq. Reaksiyalarning issiqlik effektlari bir xil standart sharoitda o'rganiladi.

Standart sharoit deganda 298 K (25°C) harorat va 101,325 kPa bosim tushuniladi. Termokimyoviy tenglamalarda moddalarning

agregat holatlari ko'rsatilib, bunda kasrli koeffitsiyentlarni ham qo'llash mumkin:

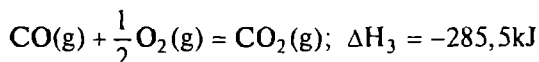
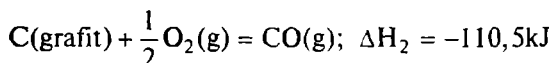


Termokimyoning asosi G.I.Gess(1841-y.) qonunidan iborat bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi:

reaksiyaning issiqlik effekti reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning boshlang'ich va oxirgi holatlarigagina bog'liq bo'lib, jarayonni qaysi usulda olib borishga bog'liq emas.

Masalan:  $\text{C}(\text{grafit}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H_1 = -396,1\text{kJ}$

Bu jarayon ikki bosqichda amalga oshirilishi mumkin. Uglerod grafit holatidan CO gacha oksidlanishi va ikkinchi bosqichda CO ning CO<sub>2</sub> gacha oksidlanishi:



Bu yerda dastlabki va oxirgi moddalarning holatlari bir xil bo'lgani uchun

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3.$$

Tajribalar jarayonida  $\Delta H_1$  va  $\Delta H_2$  juda oson aniqlanishi mumkin.  $\Delta H_3$  esa Gess qonuni asosida hisoblab topiladi:

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -396,0 - (-110,5) = -285,5.$$

Reaksiyaning issiqlik effekti sistema ichki energiyasi va entalpiyasi o'zgarishi natijasidir. Sistemaning ichki energiyasi uning barcha energiyalari yig'indisi bo'lib, unga moddani tashkil etgan atom va molekulalarning ilgarilanma, aylanma harakatlari hamda

yadro va elektronlarning energiyalari va hokazo barcha energiyalar kiradi. Ichki energiya mutlaq qiymatini o'lchab bo'lmaydi, faqat uning o'zgarishi ( $\Delta U$ ) ni o'lchash mumkin.

Termodinamikaning I qonuniga muvofiq sistemaning ichki energiyasi atrof-muhit bilan issiqlik almashinuvi bo'lguniga qadar o'zgarmas bo'ladi. Agar sistemaga tashqaridan qo'shimcha issiqlik energiyasi ( $Q$ ) berilsa, sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tadi. Yutilgan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\Delta Q = (Q_2 - Q_1) = \Delta U + A; \Delta U = U_2 - U_1$$

Bajarilgan ish esa, sistema bosimi doimiyligida:

$$p = \text{const}; A = p\Delta V = p(V_2 - V_1);$$

$$Q_p = \Delta U + p(V_2 - V_1) = U_2 - U_1 + p(V_2 - V_1) =$$

$$= (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1);$$

$$U_1 + pV_1 = H_1; U_2 + pV_2 = H_2; Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H$$

$$H = U + pV; \Delta H = \Delta U + p\Delta V$$

$\Delta H$  — kattalik entalpiya deb ataladi. Entalpiyani kengaygan sistemaning energiyasi deyish mumkin.

O'zgarmas bosimda boradigan kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti sistema entalpiyasining o'zgarishiga teng.

O'zgarmas hajmda boradigan jarayonlar uchun jismga beriladigan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgarishiga ( $\Delta U$ ) sarf bo'ladi:

$$V = \text{const}; Q_V = U_2 - U_1 = \Delta U; Q_V = \Delta U.$$

Yuqoridagilar asosida quyidagi xulosaga kelish mumkin:

$$Q_p - Q_V = p\Delta V$$

Doimiy bosim va hajmdagi issiqlik effektlari ayirmasi shu gazning kengayish ishiga teng. Agar bu kattalikni Mendeleyev — Klayperon tenglamasiga qo'yilsa:

$$p\Delta V = \Delta nRT$$

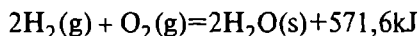
hosil bo'ladi. Bunda  $\Delta n$  — reaksiyada ishtirok etayotgan gazsimon moddalarning mol miqdorlarining o'zgarishi. Agar shu tenglamani izobar va izoxor issiqlik effektlari farqiga bog'lansa:

$$Q_p - Q_v = \Delta nRT; \Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

Agar  $n=0$ , bo'lsa  $\Delta H = U$ . Agar kimyoviy jarayonda qattiq va suyuq moddalar ishtirok etsa  $\Delta n$  ni hisoblashda ular e'tiborga olinmaydi. Kimyoviy jarayonlarda modda miqdorining o'zgarish soni ( $\Delta n$ ) stexiometrik koeffitsiyentlar o'zgarishiga tengligini hisobga olish kerak.

Masalan, suyuq suvning hosil bo'lish issiqlik effektini hisoblang.

298 K da jarayonning o'zgarmas hajmdagi issiqlik effekti  $-284,2$  kJ/mol ga teng.



$$\Delta n = \sum n_{\text{mahsulotlar}} - \sum n_{\text{dastlabki moddalar}} = 0 - 3 = -3.$$

Bu qiymatni quyidagi tenglamaga qo'yamiz:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta U + \Delta nRT = -284,2 - 3 \cdot 8,31 \cdot 298 = \\ &= -284,2 - 7,4 = -291,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}. \end{aligned}$$

Ekzotermik jarayonlarda sistemaning ichki energiyasi va entalpiyasi kamayadi, shu sababli:  $\Delta U < 0$ ;  $\Delta H < 0$ .

Endotermik jarayonlarda esa sistemaning ichki energiyasi ortadi, shu sababli:  $\Delta U > 0$ ;  $\Delta H > 0$  bo'ladi.

## 4.2. Termokimyoviy hisoblashlar

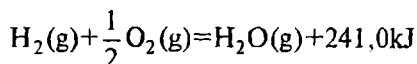
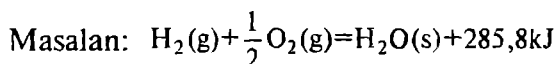
Termokimyoviy hisoblashlarda moddalarning standart hosil bo'lish issiqligi (entalpiyasi) tushunchasi qo'llaniladi. Standart sharoitda 1 mol murakkab moddaning oddiy moddalardan hosil bo'lishidagi reaksiyasining issiqlik effekti shu moddaning standart hosil bo'lish issiqligi ( $\Delta H^\circ f_{298}$ ) deyiladi. Bu yerda  $f$  — ingliz tilidagi «**formation**» — hosil bo'lish (образование) ma'nosini beradi. Bunda moddaning agregat holatini ko'rsatish zarur. Oddiy moddalarning standart hosil bo'lish entalpiyalari (gazsimon kislorod, suyuq brom, iod kristallari, rombik oltingugurt, grafit ba boshqa

oddiy moddalar) nolga teng. Ba'zi moddalarning hosil bo'lish issiqliklari 9-jadvalda keltirilgan.

9- jadval

**Ba'zi moddalarning standart hosil bo'lish entalpiyalari ( $\Delta H^\circ_{f,298}$ ) qiymati**

| Modda                                           | $\Delta H^\circ_{f,298}$ , kJ/mol | Modda                                   | $\Delta H^\circ_{f,298}$ , kJ/mol |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Al(g)                                           | 326,3                             | H <sub>2</sub> O(s)                     | —285,8                            |
| Al <sup>3+</sup> (s)                            | —530,0                            | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)      | —814,2                            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (q)              | —1676,0                           | K <sup>+</sup> (s)                      | —251,2                            |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | —3442,2                           | KCl(q)                                  | —435,9                            |
| C(olmos)                                        | 1,828                             | KClO <sub>3</sub> (q)                   | —391,2                            |
| CH <sub>4</sub> (g)                             | —74,86                            | KNO <sub>3</sub> (q)                    | —493,2                            |
| CO(g)                                           | —110,5                            | KOH(q)                                  | —425,8                            |
| CO <sub>2</sub> (g)                             | —393,5                            | MgSO <sub>4</sub> (q)                   | —1301,4                           |
| CaCO <sub>3</sub> (q)                           | —1206,9                           | MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O(q) | —3384                             |
| CaCl <sub>2</sub> (q)                           | —796,3                            | N(g)                                    | 472,7                             |
| CaF <sub>2</sub> (q)                            | —1220,5                           | NO(g)                                   | 90,25                             |
| CaO(q)                                          | —635,5                            | NO <sub>2</sub> (g)                     | 33                                |
| Ca(OH) <sub>2</sub>                             | —986,8                            | NO <sub>3</sub> <sup>—</sup> (s)        | —207,5                            |
| Cl(g)                                           | 121,3                             | Na (g)                                  | 108,3                             |
| Cl <sup>—</sup> (g)                             | —233,6                            | Na <sup>+</sup> (g)                     | 606,1                             |
| Cl <sup>—</sup> (s)                             | —167,2                            | NaCl (q)                                | —411,1                            |
| H(g)                                            | 217,98                            | NaOH (q)                                | —425,6                            |
| H <sup>+</sup> (g)                              | 1536,2                            | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (q)     | —1384,6                           |
| H <sup>+</sup> (s)                              | 0                                 | O(g)                                    | 246,8                             |
| HBr (g)                                         | —35,98                            | O <sub>3</sub> (g)                      | 142,3                             |
| HCl (g)                                         | —92,3                             | OH <sup>—</sup> (s)                     | 230,2                             |
| HF (g)                                          | —288,6                            | S (monoklinik)                          | 0,30                              |
| HI(g)                                           | 25,9                              | SO <sub>2</sub> (g)                     | —296,9                            |
| NH <sub>3</sub> (g)                             | —46,19                            | SO <sub>3</sub> (g)                     | —396,1                            |
| HNO <sub>3</sub> (s)                            | —174,1                            | SO <sub>3</sub> (s)                     | —439,0                            |
| H <sub>2</sub> O(g)                             | —241,0                            | ZnO(q)                                  | —350,8                            |



Yuqorida ta’rifi keltirilgan Hess qonunidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1) reaksiyaning issiqlik effekti reaksiya mahsulotlari hosil bo‘lish issiqliklari yig‘indisidan dastlabki moddalarning hosil bo‘lish issiqliklari yig‘indisining ayirmasiga teng:

$$aA + bB = cC + dD$$

$$\Delta H^{\circ}_{reaksiya} = \sum \Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ mahsulotlar} - \sum \Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ dast.moddalar}$$

$\sum \Delta H^{\circ}_{f,298}$  mahsulotlar — standart sharoitda mahsulotlar hosil bo‘lish issiqliklari yig‘indisi;  $\sum \Delta H^{\circ}_{f,298}$  dast. moddalar — standart sharoitda dastlabki moddalarning hosil bo‘lish issiqliklari yig‘indisi.  $\Delta H^{\circ}_{reaksiya}$  — standart sharoitda kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti.



Reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang:

$$\Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ Al}_2\text{O}_3(\text{k}) = -1675,1 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ SO}_3 \text{ gaz} = -396,1 \text{ kJ/mol}; \Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 = -3434,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{reaksiya} = (\Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3) - (\Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ Al}_2\text{O}_3 + 3\Delta H^{\circ}_{f,298} \text{ SO}_3) = -3434 - [-1675,1 + 3(-396,1)] = -570,6 \text{ kJ/mol}$$

2) Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti reaksiyaga kirishuvchi moddalar yonish issiqlik effektlari yig‘indisidan reaksiya mahsulotlari yonish issiqlik effektlari yig‘indisining ayirmasiga teng.

Yonish issiqligi deb ( $\Delta H^{\circ}_{c,298}$ ) 1 mol moddani mo‘l kislorod ishtirokida oddiy oksidlangacha yonishida ajraladigan issiqlik miqdori tushuniladi.

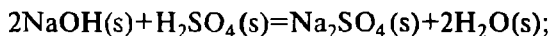
c- harfi combustion — ingliz tilidagi «yonish» so‘zining bosh harfi. Yuqoridagi ta’rifga ko‘ra:

$$\Delta H^{\circ}_{reaksiya} = \sum \Delta H^{\circ}_{c,298} \text{ dast.moddalar} - \sum \Delta H^{\circ}_{c,298} \text{ mahsulotlar}$$

Kislota va asos reaksiyaga kirishib, 1 mol suv hosil bo‘lishida ajralib chiqqan issiqlik miqdori neytrallanish issiqligi deyiladi. Kuchli

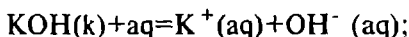


kislota va kuchli asoslarning suyultirilgan eritmaları reaksiyaga kirishganda neytrallanish issiqligi standart sharoitda o'zgarmas qiymatga ega:



$$\Delta H^\circ_{\text{neytrallanish}} = -57,5 \text{ kJ/mol}$$

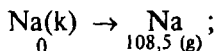
Ko'pdan-ko'p moddalarning standart sharoitdagi hosil bo'lish va yonish issiqliklari jadvallarda berilgan bo'ladi. Shu qiymatlar asosida juda ko'p jarayonlarning issiqlik effektlarini hisoblash mumkin. I) erish jarayoni:



$$-425,8 \quad -251,2 \quad -230,2$$

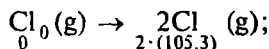
$$\Delta H^\circ_{\text{eritma}} = [(-251,2 + (-230,2))] - (-425,8) = -55,6 \text{ kJ/mol}$$

2) natriyning kristall holatdan bug'ga o'tishi uchun:



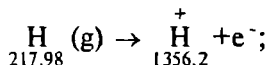
$$\Delta H^\circ_{\text{bug'lanish}} = 108,3 - 0 = 108,$$

3) Ikki atomli molekullarning atomlarga parchalanish jarayoni uchun:



$$\Delta H^\circ_{\text{dissotsil}} = 2 \cdot 105,3 - 0 = 210,6 \text{ kJ/mol}$$

4) Vodorod atomining ion holatga o'tishida ionlanish jarayoni uchun:



$$\Delta H^\circ_{\text{ionlanish}} = 1356,2 - 217,98 = 1138,22 \text{ kJ/mol}$$

Termokimyoviy hisoblar asosida kimyoviy bog'lar energiyasi, kristall panjara energiyasi, suyuqlanish, erish, gidratatsiya, molekullararo ta'sirlar, fazalar o'zgarishidagi va boshqa holatlardagi issiqlik effektlarini aniqlash mumkin.

### 4.3. Kimyoviy reaksiyalarning yo‘nalishi

**Entropiya.** Mikrozarrachalarga betartib harakat xosdir. Faraz qilaylik, biriga azot ikkinchisiga kislorod to‘latilgan ikki idish biri-biri bilan tutashtirilgan bo‘lsin. Shu idishlarni tutashtiruvchi jo‘mrak ochilsa, gazlar biri-biri bilan aralasha boshlaydi. Aralashish azot va kislorod ikkala idishda bir tekis taqsimlanguncha davom etadi. Bu jarayon hech qanday energiya o‘zgarishsiz o‘z-o‘zidan sodir bo‘ladi. Lekin teskari jarayon, ya’ni gazlarning qaytatdan kislorod va azotga ajralishi o‘z-o‘zidan sodir bo‘lmaydi. Chunki gazlar aralashib ketganda ularning betartibligi katta bo‘ladi, ajralgan holat esa tartibli holatdir.

Har qanday sistema o‘zining betartibligini oshirishga intiladi. Tartibsizlikning miqdoriy o‘lchovini belgilaydigan holat funksiyasi entropiya deyiladi va  $S$  bilan belgilanadi. Moddaning entropiyasi uning shu holatda turish ehtimolligining logarifmiga to‘g‘ri proporsionaldir:

$$S = k \cdot \ln W$$

Bu tenglama Bolsman tenglamasi deyiladi.  $k$  — Bolsman doimiysi.  $W$  — shu holatning ehtimolligi.

Sistema bir holatdan ikkinchi holatga o‘tgandagi entropiya o‘zgarishini o‘lchash mumkin. Izolirlangan sistemada entropiyaning o‘zgarishi  $S$  quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = R \ln \frac{2\text{-holatdagi tartibsizlik}}{1\text{-holatdagi tartibsizlik}}$$

Entropiyaning o‘lchov birligi — J/mol·K.

Modda qattiq holatdan suyuq holatga, suyuq holatdan gaz holatga o‘tganda uning entropiyasi ortadi.

Sistema entropiyasining o‘zgarishi issiqlik miqdori o‘zgarishini absolut haroratga nisbatiga tengdir:

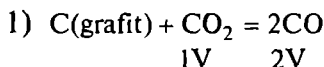
$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T},$$

bunda:  $\Delta Q$  — issiqlik miqdori o‘zgarishi;  $T$  — absolut harorat, K; entropiya birligi J/mol·K.

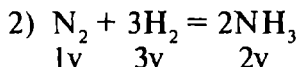
**Misol.** 1 mol muzning erishida entropiya o'zgarishini aniqlang.  
 $Q$  — muzning erish issiqligi, 6016,432 J/mol;  $T = 273,15$

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{6016,432}{273,15} = 22 \text{ J/mol K.}$$

Sistema hajmi ortsa, uning entropiyasi ortadi.

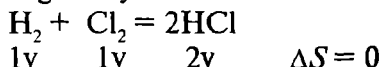


$$S_1 \quad S_2; \quad S_2 > S_1 \quad \Delta S = S_2 - S_1$$



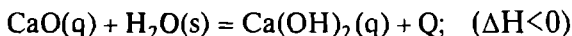
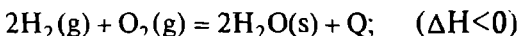
Sistemaning hajmi kamayganda, entropiyasi ham kichrayadi:  
 $\Delta S < 0$ .

3) Agar reaksiyada sistemaning hajmi o'zgarmasa, uning entropiyasi ham o'zgarmaydi:



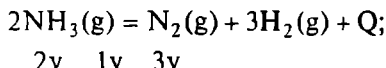
Kimyoviy jarayonlarning o'z-o'zidan sodir bo'lishiga ikki narsa ta'sir qiladi.

Birinchidan sistema o'zining energiyasini kamaytirishga intiladi. Zarrachalar o'zaro birikib yirik zarrachalar hosil qilishga intiladi. Chunki ko'p birikish reaksiyalari ekzotermik reaksiyalardir:



Bu reaksiyalar to'g'ri yo'nalishda boradi, chunki bunda sistemaning entalpiyasi kamayadi  $\Delta H < 0$ .

Ikkinchidan yirik zarrachalar parchalanishga intiladi, chunki bunda ularning entropiyasi ortadi:



Kimyoviy jarayon uchun entropiyaning o'zgarishi ( $\Delta S$ ) standart sharoitda mahsulotlar absolut entropiyasi qiymati yig'indisidan standart sharoitda dastlabki moddalar absolut entropiyalari yig'indisining ayirmasiga teng.

$$\Delta S^{\circ}_{reaksiya} = \sum S^{\circ}_{298 \text{ dast. moddalar}} - \sum S^{\circ}_{298 \text{ mahsulotlar}}$$

Ba'zi moddalarning standart entropiyalari ( $S^{\circ}_{298}$ ) qiymati 10-jadvalda keltirilgan.

10- jadval

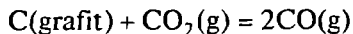
**Ba'zi moddalarning standart entropiyalari ( $S^{\circ}_{298}$ ) qiymati**

| Modda                                 | $S^{\circ}_{298}$ | Modda                               | $S^{\circ}_{298}$ | Modda                               | $S^{\circ}_{298}$ |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Ag(q)                                 | 42,55             | Fe(q)                               | 60,29             | NaCl(q)                             | 72,36             |
| AgBr(q)                               | 107,1             | FeO(q)                              | 60,75             | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (q) | 136,4             |
| AgCl(q)                               | 96,07             | Ge(q)                               | 31,1              | O(g)                                | 160,95            |
| AgI(q)                                | 115,5             | H <sup>+</sup> (s)                  | 0                 | O <sub>2</sub> (g)                  | 205,04            |
| Al(q)                                 | 28,35             | H <sub>2</sub> (g)                  | 130,52            | O <sub>3</sub> (g)                  | 238,8             |
| BaCO <sub>3</sub> (q)                 | 112               | HNO <sub>3</sub> (s)                | 156,6             | OH <sup>-</sup> (s)                 | —10,88            |
| BaCl <sub>2</sub> (q)                 | 126               | NH <sub>3</sub> (g)                 | 192,6             | P(oq)                               | 41,1              |
| Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (q) | 214               | H <sub>2</sub> O(g)                 | 188,72            | P(qizil)                            | 22,8              |
| BaSO <sub>4</sub> (q)                 | 132               | H <sub>2</sub> O(s)                 | 70,08             | Pb(q)                               | 64,81             |
| C(olmos)                              | 2,36              | H <sub>2</sub> O(q)                 | 39,33             | S(g)                                | 167,75            |
| C(grafit)                             | 5,74              | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)  | 156,9             | S <sub>2</sub> (g)                  | 228,08            |
| CO(g)                                 | 197,54            | KCl(q)                              | 82,56             | S <sub>6</sub> (g)                  | 377               |
| CO <sub>2</sub> (g)                   | 213,68            | KClO <sub>3</sub> (q)               | 142,97            | S <sub>8</sub> (g)                  | 444,0             |
| CH <sub>4</sub> (g)                   | 186,19            | KOH(q)                              | 79,32             | SO <sub>2</sub> (g)                 | 248,1             |
| CaCl <sub>2</sub> (q)                 | 113,8             | MgCO <sub>3</sub> (q)               | 65,7              | SO <sub>3</sub> (s)                 | 122               |
| CaO(q)                                | 39,7              | MgO(q)                              | 26,9              | Sb(q)                               | 45,69             |
| CaCO <sub>3</sub> (q)                 | 92,9              | N <sub>2</sub> (g)                  | 199,9             | Si(q)                               | 18,82             |
| Cl <sup>-</sup> (s)                   | 56,54             | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (q) | 151               | SiO <sub>2</sub> (q)                | 42,09             |
| Cl <sub>2</sub> (g)                   | 222,9             | NO(g)                               | 210,6             | SiO <sub>2</sub> (shisha)           | 46,9              |
| CrO <sub>3</sub> (q)                  | 73,2              | NO <sub>2</sub> (g)                 | 140,2             | Sn(q)                               | 51,55             |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (q)    | 27,15             | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g)   | 355,7             | ZnO(q)                              | 43,64             |

Masalan:  $N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g)$

Hajm kamaygani uchun entropiya kamayishi kuzatiladi:

$$\begin{aligned} \Delta S^{\circ}_r &= \sum S^{\circ}_{NH_3} - \sum (S^{\circ}_{298 N_2} + 3S^{\circ}_{298 H_2}) = \\ &= 2 \cdot (192,6) - [199,9 + 3(1309,52)] = -206,26 \text{ J / grad} \cdot \text{mol.} \end{aligned}$$

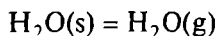


Jarayonda hajm ortgani uchun han entropiya ortishi yuz beradi:

$$\Delta S^{\circ}_r = 2(197,54) - (5,74 + 213,68) = 175,66 \text{ J/grad}\cdot\text{mol}$$

Agar jarayonda faqat qattiq moddalar ishtirok etsa, entropiyaning o'zgarishi nihoyatda kam bo'ladi.

Suyuq moddaning bug'ga o'tishi, kristall moddaning erishi, qattiq moddaning suyuqlanishi kabi jarayonlarda entropiya ortadi. Bug'ning kondensatsiyalanishi, suyuqlikning kristallanishi, hajm kamayishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlarda entropiya kamayadi. Masalan:



$$70,08 \quad 188,72$$

$$\Delta S^{\circ}_r = 188,72 - 70,08 = 118,64 \text{ J / grad}\cdot\text{mol}.$$

**Izobarik izotermik potentsial.** Har ikkala omilning reaksiya yo'nalishiga ta'sirini o'zida mujassamlashtirgan holat funksiyasi Gibbs energiyasi deb ataladi va  $G$  harfi bilan belgilanadi. U entalpiya va entropiya bilan quyidagicha bog'langan:

$$G = H - TS.$$

Izobar-izotermik jarayonlarda Gibbs energiyasining o'zgarishi  $\Delta G$  (izobar-izotermik potentsial):

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

formula bilan aniqlanadi.  $\Delta G$  qiymati  $p = \text{const}$  va  $T = \text{const}$  izobarik- izotermik kimyoviy jarayondagi 1 mol gazning kengayishidagi bajarilishi mumkin bo'lgan ishning o'lchovi bo'ladi.  $p = \text{const}$ ,  $T = \text{const}$  bo'lganda kimyoviy reaksiyalar Gibbs energiyasi kamayadigan tarafa o'z-o'zidan boradi.

1)  $\Delta G < 0$  bo'lsa, reaksiya to'g'ri yo'nalishda boradi.

2)  $\Delta G > 0$  bo'lsa, reaksiya to'g'ri yo'nalishda o'z-o'zidan bormaydi.

3)  $\Delta G = 0$  bo'lsa, reaksiya kimyoviy muvozanat holatida bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlarning o'z-o'zicha borishi quyidagi holatlarda sodir bo'lishi mumkin:

a) agar jarayon ekzotermik bo'lsa,  $|\Delta H| \geq |T\Delta S|$  bo'lishi lozim.

b) agar jarayon endotermik bo'lsa  $\Delta H > 0$ ,  $|\Delta H| < T\Delta S$  bo'lganda, ya'ni harorat yuqori bo'lishi kerak:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$

Entalpiyaning o'tishi harorat o'zgarishi bilan boshqariladi. Odatda, bu jarayon gazlar ishtirokida amalga oshadi.

Agar  $\Delta H > 0$ , lekin  $|\Delta H| > |T\Delta S|$   $\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$  izobar — izotermik potensial qiymati noldan katta bunda jarayon o'z-o'zicha amalga oshmaydi.

Standart sharoitda 1 mol moddani oddiy moddalardan hosil bo'lish standart Gibbs energiyasi  $\Delta G^\circ_{f,298}$  bilan belgilanadi. Oddiy moddalarning standart hosil bo'lish issiqliklari nolga teng.

Ba'zi moddalarning standart hosil bo'lish Gibbs energiyalari ( $\Delta G^\circ_{f,298}$ ) qiymati 11-jadvalda berilgan.

11- jadval

**Ba'zi moddalarning standart hosil bo'lish Gibbs energiyalari  
( $\Delta G^\circ_{f,298}$ ) qiymati**

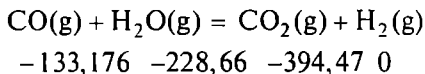
| Modda                                               | $\Delta G^\circ_{f,298}$ , kJ/mol | Modda                                   | $\Delta H^\circ_{f,298}$ , kJ/mol |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Al(g)                                               | 288,7                             | H <sub>2</sub> O(s)                     | -237,24                           |
| Al <sup>3+</sup> (s)                                | -490,54                           | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)      | -814,2                            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g)                  | -1582,0                           | K <sup>+</sup> (s)                      | -281,3                            |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (q) | -3102,9                           | KCl(q)                                  | -408,0                            |
| C(olmos)                                            | 2,83                              | KClO <sub>3</sub> (q)                   | -289,9                            |
| CH <sub>4</sub> (g)                                 | -50,79                            | KNO <sub>3</sub> (q)                    | -393,1                            |
| CO(g)                                               | -137,76                           | KOH(q)                                  | -380,2                            |
| CO <sub>2</sub> (g)                                 | -394,47                           | MgSO <sub>4</sub> (q)                   | -1158,7                           |
| CaCl <sub>2</sub> (q)                               | -750,2                            | MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O(q) | -2868                             |
| CaCO <sub>3</sub> (q)                               | -1128,8                           | N(g)                                    | 455,5                             |
| CaF <sub>2</sub> (q)                                | -1161,9                           | NO(g)                                   | 86,68                             |
| CaO(q)                                              | -604,2                            | NO <sub>2</sub> (g)                     | 51,5                              |
| Ca(OH) <sub>2</sub> (q)                             | -896,8                            | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (s)        | -111,7                            |
| Cl(g)                                               | 105,3                             | Na(g)                                   | 77,3                              |
| Cl <sup>-</sup> (s)                                 | -131,4                            | Na <sup>+</sup> (s)                     | -575,6                            |
| H(g)                                                | 203,3                             | NaCl(q)                                 | -384,0                            |
| H(g)                                                | 1516,99                           | NaOH(q)                                 | -380,7                            |
| H <sup>+</sup> (s)                                  | 0                                 | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (q)     | -1266,8                           |
| HBr(g)                                              | -53,4                             | O <sub>2</sub> (g)                      | 231,8                             |
| HCl(g)                                              | -94,5                             | O <sub>3</sub> (g)                      | 162,7                             |

|                      |         |                     |         |
|----------------------|---------|---------------------|---------|
| HF(g)                | -272,99 | OH <sup>-</sup> (s) | 157,4   |
| HI(g)                | 1,78    | S(monoklinik)       | 0,188   |
| NH <sub>3</sub> (g)  | -16,7   | SO <sub>2</sub> (g) | -300,4  |
| HNO <sub>3</sub> (s) | -80,9   | SO <sub>3</sub> (g) | -370,0  |
| H <sub>2</sub> O(g)  | -228,61 | SO <sub>3</sub> (s) | -499,0  |
|                      |         | ZnO(q)              | -320,88 |

Ayni jarayon uchun standart Gibbs energiyasining o'zgarishi mahsulotlarning standart Gibss energiyalari yig'indisidan dastlabki moddalarning Gibbs energiyalari yig'indisining ayirmasiga teng bo'ladi:

$$\Delta G^{\circ}_{reaksiya} = \sum \Delta G^{\circ} f.298_{dast.moddalar} - \sum \Delta G^{\circ} f.298_{mahsulotlar}$$

Masalan:



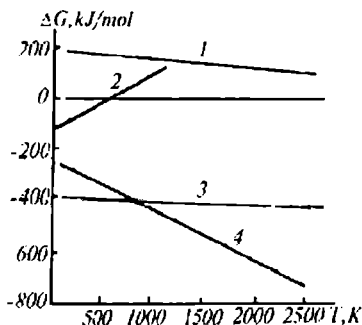
$$\Delta G^{\circ}_r = [(-394,47 + 0) - (-137,176 + (-228,66))] = -28,634 \text{ kJ/mol.}$$

$\Delta G^{\circ}_r$  ning qiymati jarayonning o'z-o'zicha borish ehtimoliligini ko'rsatadi. Lekin jarayonning tez yoki sekin borishini baholashga imkon bermaydi.

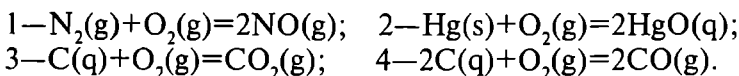
**Izoxorik-izotermik potensial.** Ba'zan kimyoviy jarayonlar hajm doimiyligi va harorat doimiyligida borib ( $v = \text{const}$ ;  $T = \text{const}$ ), ana shu holatdagi termodinamik funksiya izoxorik-izotermik potensial ( $\Delta F$ ) yoki Gelmgols energiyasi deyiladi. Bunday jarayonlarda  $Q_v = U$  bo'lgani uchun  $F = \Delta U - T\Delta S$  ga teng bo'lib qoladi. Demak,  $F = U - TS$  izoxorik-izotermik potensial shu jarayonda bajarilgan ishni baholashga yetarli bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlar uchun Gibbs energiyasi ko'p qo'llaniladi, chunki odatdagi sharoitda reaksiyalar bosim doimiyligida ro'y beradi.  $\Delta G$ ,  $\Delta F$ ,  $\Delta H$  va  $\Delta S$  holat funksiyalari hisoblanib, ularning qiymati sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishiga bog'liqdir. Lekin o'tish jarayoni qanday yo'l bilan amalga oshirilganiga bog'liq emas. Barcha ko'rsatilgan termodinamik funksiyalar reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning tabiatiga, massalariga va haroratga bo'g'liq. Bundan tashqari,  $\Delta G$  sistema bosimiga,  $\Delta F$  sistemaning hajmiga bog'liq.

Ba'zi reaksiyalarning izobar izotermik potensialining qiymatini haroratga bog'liqligi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Kimyoviy reaksiyalarning izobar izotermik potentsiali qiymatining haroratga bog'liqligi:



$\text{NO}$ , va  $\text{CO}_2$  izobar izotermik potentsiali qiymati haroratga deyarli bog'liq emas.  $\text{HgO}$  olinish reaksiyasi izotermik potentsiali qiymati harorat ortishi bilan ortsa,  $\text{CO}$  hosil bo'lish reaksiyasining izotermik potentsiali qiymati harorat ortishi bilan kamayadi.

**Kimyoviy potentsial.** Izobarik-izotermik ( $G$ ) va izoxorik-izotermik ( $F$ ) potensialning qiymati ochiq sistemalar uchun nafaqat tashqi omillar ( $p$ ,  $T$ ,  $V$  va boshqalar), balki jarayondagi har bir ishtirokchining miqdoriga bog'liqdir:

$$G = f(T, V, n_1, n_2, n_3 \dots n_i); \quad (\partial G / \partial n_i) V, T, n_{i-1} = G_i = \mu_i,$$

$$F = f(T, p, n_1, n_2, n_3 \dots n_i); \quad (\partial F / \partial n_i) p, T, n_{i-1} = F_i = \mu_i.$$

$G$  va  $F$  ning barcha jarayon ishtirokchilari miqdori bo'yicha hosilasi (agar sistemaning bosimi, hajmi, harorat va ishtirokchilarning miqdori o'zgarmas bo'lib, bittasi o'zgaruvchan) parsial molar potentsial ( $G_i$ ,  $F_i$ ) yoki kimyoviy potentsial ( $\mu_i$ ) deyiladi. Kimyoviy potentsial modda tabiatiga, bosim, harorat va konsentrat-siyaga bog'liq.

Ideal gazlar uchun kimyoviy potentsial  $T = \text{const}$  bo'lgan holda  $dG = VdP$  ga teng.



$V = RT/p$  ekanligi hisobga olinsa,  $dG = d\mu_i = RT \ln dp_i / p_i$  hosil bo'ladi. Bu tenglama doimiy haroratda integrallansa:

$$\mu_i = RT \ln p_i + \text{const};$$

$$\mu_i = \mu_i^{\circ} + RT \ln p_i.$$

Standart sharoit uchun  $\text{const} = \mu_i^{\circ}$  — standart kimyoviy potensial deyiladi.

Real gazlar uchun kimyoviy potensial qiymatini hisobga olishda bosim o'rniga  $f_i^*$  fugitivlik yoki uchuvchanlik olinadi. Uchuvchanlik bosim bilan bir xil o'lchov birligiga ega va ayni haroratda bosimga proporsionaldir:

$$f_i = \gamma \cdot p.$$

$\gamma$  — uchuvchanlik koeffitsiyenti deyiladi, va  $p \rightarrow 0$ ,  $\gamma \rightarrow 1$ . Agar eritmalar olinsa, uchuvchanlik o'rniga aktivlik olinadi. Aktivlik konsentratsiyaga to'g'ri proporsional:

$$a = \gamma \cdot C.$$

$\gamma$  — aktivlik koeffitsiyenti. Demak, tenglama:  $\mu_i = \mu_i^{\circ} + RT \ln a_i$ .

$a = 1$  bo'lgan holat uchun  $\mu_i^{\circ}$  — standart kimyoviy potensial. Aktivlik koeffitsiyenti real eritmalarini ideal eritmalaridan farqlash imkoniyatini hisobga oladi.

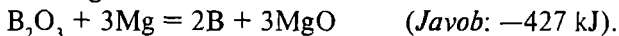
Kimyoviy reaksiyalardagi energetik jarayonlarni bilish kimyoviy reaksiyalarni boshqarish imkoniyatini va dori moddalarni organizmdagi biologik o'zgarishlarni baholashga imkon beradi.

#### 4-bobga oid savol va masalalar

1. 4,2 g temirning oltingugurt bilan birikishidan 7,54 kJ issiqlik ajralib chiqqan. Temir sulfidning hosil bo'lish issiqligini hisoblang. (Javob:  $\Delta H^{\circ} = -100,3 \text{ kJ/mol}$ ).

2. 1 l (n.sh.) atsetilen yonganda 58,02 kJ issiqlik ajralib chiqqan. Asetilenning standart hosil bo'lish issiqligini hisoblang. (Javob:  $H^{\circ} = +226,8 \text{ kJ/mol}$ ).

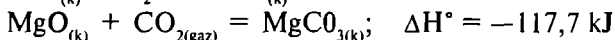
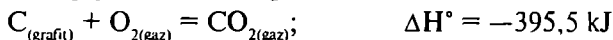
3. MgO va  $B_2O_3$  laring hosil bo'lish issiqliklari mos ravishda - 611 va -1406 kJ/mol ekanligini hisobga olgan holda quyidagi reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.



4. Quyidagi tenglamaga asosan  $\text{PH}_3$  ning hosil bo'lish standart entalpiyasini ( $\Delta H^0$ ) hisoblang.

$2\text{PH}_{3(g)} + 4\text{O}_{2(g)} = \text{P}_2\text{O}_{5(k)} + 3\text{H}_2\text{O(s)}; \Delta H^0 = -2360 \text{ kJ}$  (Javob: 5,3 kJ/mol).

5. Quyidagi berilgan qiymatlardan foydalanib,  $\text{MgCO}_3$  ning hosil bo'lish entalpiyasini hisoblang:



(Javob:  $-1115 \text{ kJ/mol}$ ).

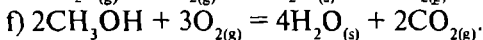
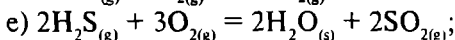
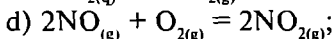
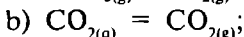
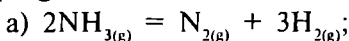
6. Odam organizmida sodir bo'ladigan quyidagi reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(k) + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_{2(\text{gaz})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$

(Javob:  $-2803 \text{ kJ}$ ).

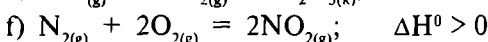
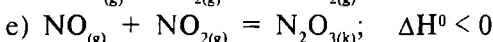
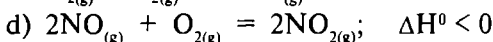
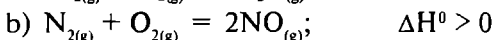
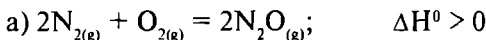
7. 6,35 g mis (II) oksidini ko'mir bilan qaytarganda (CO hosil bo'ladi) 4,12 kJ issiqlik yutilgan. CuO ning hosil bo'lish entalpiyasini hisoblang. (Javob:  $-162,1 \text{ kJ/mol}$ ).

8. To'la yonganda 100 g suvni  $20^\circ\text{C}$  dan  $30^\circ\text{C}$  gacha qizdirishga yetadigan metanning massasini hisoblang. Suvning molar issiqlik sig'imi  $75,3 \text{ J/mol K}$  (Javob: 0,0836 g).

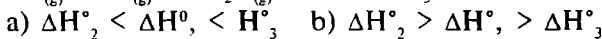
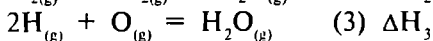
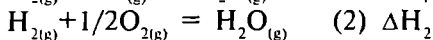
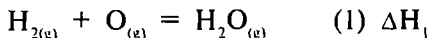
9. Quyidagi reaksiyalarda entropiya o'zgarishining ( $\Delta S^0$ ) ishorasini aniqlang:



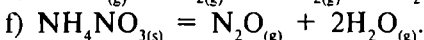
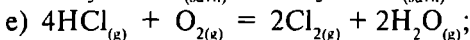
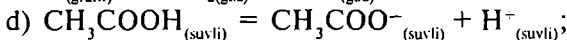
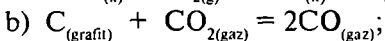
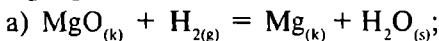
10. Quyidagi azot oksidlari hosil bo'lish reaksiyalarining qaysilari standart sharoitda, qaysilari esa faqat yuqori yoki past haroratdagina o'z-o'zidan sodir bo'lishi mumkinligini ko'rsating:



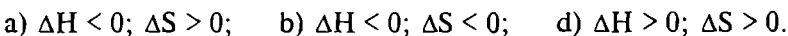
11. Quyidagi reaksiyalar standart entalpiya o'zgarishlari nisbatining to'g'ri ifodasini ko'rsating:



12. Quyidagi reaksiyalarning qaysi birida entropiya o'zgarishi musbat qiymatga ega?

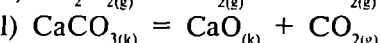
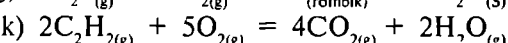
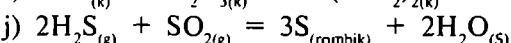
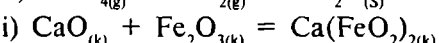
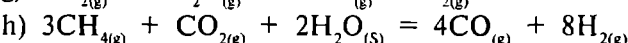
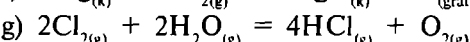
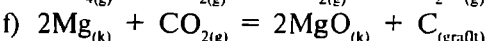
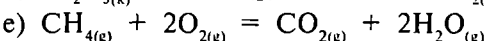
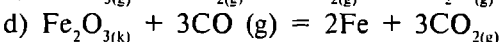
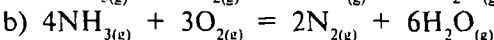
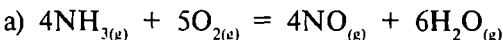


13. Quyidagi hollarning qaysi birida reaksiya har qanday haroratda sodir bo'ladi?



14. 263 K haroratda muzning erishi uchun  $\Delta G$  ning ishorasi qanday?  
 a)  $\Delta G > 0$ ; b)  $\Delta G = 0$ ; d)  $\Delta G < 0$ .

15. 9,10,11-jadvallardan foydalanib quyidagi reaksiyalar uchun standart entalpiyaning o'zgarishini hisoblang:



16. Xlorid kislota va natriy gidroksid orasida ketadigan reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozing. Bu reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.

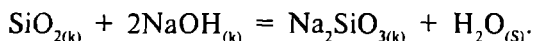
17. Mis sulfati va mis kuporosi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ning erish issiqliklari - 66,11 kJ/mol va 11,72 kJ/mol ga teng.  $\text{CuSO}_4$  ning gidratlanish issiqligini hisoblang.

18. Gaz holatidagi ammiakning yonishi natijasida azot (II) oksid va suv bug'i hosil bo'ladi. Bu reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozing. 1 mol  $\text{NH}_3$  yonishdagi issiqlik effektini hisoblang.

19. Ammiakning azot va vodoroddan hosil bo'lish reaksiyasida entropiyaning o'zgarishi  $-198,26 \text{ J/mol}\cdot\text{grad}$ . teng.  $\Delta S$  ning manfiy ishorada ekanligini nima bilan tushuntiriladi?

20. Standart sharoitda suv bug'ining entropiyasi  $\Delta S^\circ_{298} \text{H}_2\text{O}_{(g)} = 188,74 \text{ J/mol}\cdot\text{grad}$ . Suyuq suvniki esa  $\Delta S^\circ_{298} \text{H}_2\text{O}_{(s)} = 69,96 \text{ J/mol}\cdot\text{grad}$ . ga teng. Nima uchun bu qiymatlar bir-biridan farq qiladi?

21. Standart sharoitda entropiyaning o'zgarishini quyidagi reaksiya uchun hisoblang:



Reaksiyaning borish-bormasligini  $\Delta G$  ni hisoblab tasdiqlang. Ishqor eritmalarini shishadan yasalgan idishlarda qizdirish mumkinmi?

22. Quyidagi  $\text{CaCO}_{3(k)} = \text{CaO}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)}$  reaksiya uchun entropiyaning o'zgarishini va izobar-izotermik potensialini hisoblang.

23. Quyidagi reaksiya asosida

$\text{NH}_4\text{Cl}_{(k)} + \text{NaOH}_{(k)} = \text{NH}_{3(g)} + \text{NaCl}_{(k)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  ammiak olish mumkinmi? Javobingizni  $\Delta G^\circ_{298}$  ni hisoblab asoslang.

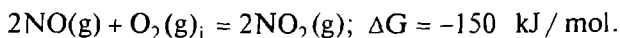
24. Quyidagi reaksiya asosida  $\text{CaO}_{(k)} + \text{CO}_{2(g)} = \text{CaCO}_{3(k)}$

Kalsiy karbonatni olish mumkinmi? Xulosani  $\Delta G^\circ_{298}$  ni hisoblab asoslang.

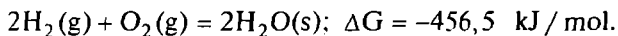
25. Suvsiz stronsiy xlorid  $\text{SrCl}_2$  erish issiqligi  $-47,7 \text{ kJ/mol}$ , kristallogidratniki esa  $(\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$   $30,96 \text{ kJ/mol}$ .  $\text{SrCl}_2$  ning gidratlanish issiqligini hisoblang.

### 5-bob. KIMYOVIY REAKSIYALARNING TEZLIGI

Kimyoviy reaksiyalarning energetikasini o'rganish u yoki bu jarayonning borish yoki bormaslik ehtimolligini ko'rsatadi. Lekin bu kattaliklar reaksiyalarning tezligini miqdoriy baholashga yetarli bo'lmaydi. Masalan, azot (II) oksidining kislorod bilan oksidlanish reaksiyasini olsak:



Bu reaksiya odatdagi sharoitda ancha tez boradi. Vodorodning kislorod bilan ta'sirlanish reaksiyasi bo'lsa, odatdagi sharoitda amalda bormaydi:



Bu jarayon  $1000^\circ\text{C}$  da ( $\Delta G = -495,3 \text{ kJ/mol}$ ) bir lahzada sodir bo'lishi aniqlangan.

Kimyoviy reaksiyalarning tezligini topish orqali reaksiyalarning borish mexanizmini va qonuniyatlarini o'rganish mumkin. Kimyoviy reaksiyalarning borish mexanizmi va tezligi kimyoning maxsus bo'limi kimyoviy kinetikada o'rganiladi. Murakkab kimyoviy jarayonlarning mexanizmini bilish esa kimyoviy jarayonlarni boshqarish, jadallashtirish va texnologik jarayonlarni boshqarish uchun zarur bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyalar ikkiga bo'linadi: geterogen va gomogen reaksiyalar. Gomogen reaksiyalar faqat bir fazada, ya'ni suyuqlik yoki gaz fazasida amalga oshib, muhit bir jinsli bo'ladi. Reaksiya aralashmaning butun hajmi bo'ylab ketadi.

Geterogen kimyoviy reaksiyalar esa bir jinsli bo'lmagan turli moddalar orasidagi ta'sirda yuzaga keladi. Bir paytning o'zida kimyoviy jarayonda qattiq, suyuq, gaz moddalar ishtirok etishi mumkin. Kimyoviy ta'sirlanish chegara sirtida amalga oshadi.

## 5.1. Reaksiyalar tezligi

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi deb vaqt birligida moddalar miqdorining o'zgarishiga aytiladi. Reaksiya tezligi, odatda, reaksiyaga kirishayotgan yoki hosil bo'layotgan moddalardan birortasining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Reaksiyaning tezligi to'g'risida sistemaning biror-bir xossasi o'zgarishi (elektr o'tkazuvchanligi, rangi, bosimi, spektri) bilan fikr yuritish mumkin. Agar  $t_1$  vaqtdan  $t_2$  vaqtgacha reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birortasining konsentratsiyasi  $C_1$  dan  $C_2$  ga o'zgarsa,  $t_1$  dan  $t_2$  gacha bo'lgan vaqt oralig'ida reaksiyaning o'rtacha tezligi:

$$V = \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

formula bilan ifodalanadi.

Agar vaqt sekundlarda (sek.), modda konsentratsiyasi  $C$  (mol/l) bo'lsa, reaksiya tezligining o'lchov birligi mol/l·sek.

Reaksiya tezligi musbat ishorali bo'lishi kerak. Shu sababli, reaksiyaga kirishayotgan modda konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan kamayib borganligi uchun konsentratsiya o'zgarishi manfiy qiymat bilan olinadi. Reaksiya davomida moddalarning konsentratsiyasi beto'xtov o'zgarganligi uchun reaksiyaning ayni vaqtdagi tezligini, ya'ni haqiqiy tezligini bilish ahamiyatga ega. Haqiqiy tezlik formulasi:

$$V = \pm \frac{dC}{dt}.$$

Agar reaksiya tezligi reaksiya mahsulotlari konsentratsiyasining o'zgarishi ( $dC$ ) bilan vaqt o'zgarishi esa ( $dt$ ) bo'lsa, hosilaning oldiga (+) ishora qo'yiladi.

Gomogen reaksiyalarda jarayon tezligi modda miqdorining ma'lum hajm ( $v$ ) davomida o'zgarishi orqali hisobga olinadi:

$$V = \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1}; \quad V = \frac{n_1 - n_2}{(t_2 - t_1) v}.$$

$C_2$  va  $C_1$  reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi;  $V$  — reaksiya sistemaning hajmi;  $n_1$  va  $n_2$  reaksiyadagi moddalar miqdorining o'zgarishi.

Geterogen reaksiyalarda reaksiya tezligi modda miqdorining ma'lum yuza birligida o'zgarishi orqali hisobga olinadi.

## 5.2. Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar

Kimyoviy reaksiyaning tezligi moddalarning tabiatiga, ularning konsentratsiyasiga, haroratga, bosimga katalizatorga bog'liq.

Reaksiya tezligiga konsentratsiyaning ta'sir etishiga sabab shuki, moddalar orasida o'zaro ta'sir hosil bo'lishi uchun reaksiyaga kirishayotgan moddalarning zarrachalari bir-biri bilan to'qnashadi. Lekin to'qnashishlarning hammasi ham kimyoviy reaksiyaga olib kelavermaydi, barcha to'qnashishlarning oz qismigina reaksiyaga olib keladi.

Vaqt birligi ichida ro'y beradigan to'qnashishlarning soni o'zaro to'qnashayotgan zarrachalarning konsentratsiyalariga proporsional bo'ladi. Bu son qanchalik katta bo'lsa, moddalar orasidagi o'zaro

ta'sir shunchalik kuchli bo'ladi, ya'ni kimyoviy reaksiya shunchalik tez boradi. Reaksiya tezligiga konsentratsiyaning ta'siri massalar ta'siri qonunida o'z ifodasini topgan.

**Massalar ta'siri qonuni.** 1867-yilda norvegiyalik olimlar Guldberg va Vaagelar tomonidan ta'riflangan:

Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional.

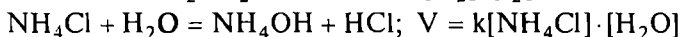
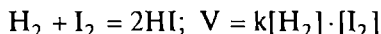
Reaksiyaning kinetik tenglamasi ifodasi:

$$V = k[A]^a \cdot [B]^b$$

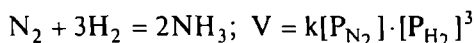
bunda:  $V$  — reaksiya tezligi;  $[A]$  va  $[B]$  — reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi;  $a$  va  $b$  reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsiyentlar;  $k$  — proporsionallik koeffitsiyentlari bo'lib, tezlik konstantasi deb ataladi, reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, haroratga va katalizatorga bog'liq bo'lgan kattalikdir.

Tezlik konstantasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari 1 mol/l ga teng bo'lgan paytdagi reaksiyaning tezligini ko'rsatadi.

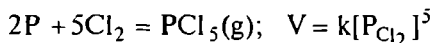
Agar reaksiya eritmalarda borsa reaksiya tezligi moddalar konsentratsiyasining o'zgarishi asosida baholangani ma'qul. Masalan, vodorod iodidning hosil bolishi:



Agar kimyoviy jarayon gazlardan iborat aralashmada amalga oshsa gazlarning bosimlari orqali reaksiya tezligini ifodalash qulaydir:



Kimyoviy jarayonda qattiq moddalar ham ishtirok etsa, ularning konsentratsiyasi o'zgarmaganligi uchun reaksiyaning kinetik tenglamasiga kirmaydi:



### 5.3. Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun molekularlar bir-biri bilan to'qnashishi kerak. Lekin har bir to'qnashish ham reaksiyaga olib kelavermaydi. Masalan, vodorod va kislorod aralashmasi uzoq

vaqt saqlanganda ham ular orasida sezilarli reaksiya sodir bo'lmaydi. Reaksiya sodir bo'lishi uchun dastlabki moddalar molekulalaridagi atomlar orasidagi bog' bo'shashishi yoki uzilishi zarur. Buning uchun molekulalar ma'lum energiyaga ega bo'lishi lozim.

Molekulaning reaksiya sodir bo'lishi uchun zarur bo'lgan energiya qiymatiga faollanish energiyasi  $E_a$  deyiladi. Bunday energiyaga ega bo'lgan molekulalar faol molekulalar deyiladi. Harorat ortishi bilan faol molekulalar soni ortadi, shu sababli reaksiya tezlashadi.

Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi Vant-Goff qoidasi bilan ifodalanadi.

Harorat har  $10^\circ\text{C}$  ga oshirilganda reaksiya tezligi 2—4 marta tezlashadi.

Reaksiya tezligiga harorat ta'sirini baholash uchun yarim empirik Vant-Goff tenglamasidan foydalaniladi:

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$V_{t_2}$  va  $V_{t_1}$  —  $t_2$  va  $t_1$  haroratdagi reaksiya tezligi;  $t_2$ ;  $t_1$  — haroratlar;  $\gamma$  — reaksiyaning harorat koeffitsiyenti bo'lib, u harorat har  $10^\circ\text{C}$  ga ortganda reaksiya tezligi necha marta ortishini ko'rsatadi.

Reaksiya tezlik konstantasining harorat va faollanish energiyasiga bog'liqligi Arrenius tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$K = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

bunda:  $E_a$  — faollanish energiyasi;  $K$  — reaksiyaning tezlik konstantasi;  $A$  — vaqt birligi ichida reaksiyada qatnashuvchi zarrachalar orasidagi to'qnashuvlarning umumiy soni;  $e$  — natural logarifm asosi (2,31);  $R$  — universal gaz doimiysi ( $8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ );  $T$  — mutloq harorat, K.

Zarrachalar to'qnashganda reaksiya sodir bo'lishi uchun kerak bo'ladigan energiya faollanish (aktivlanish) energiyasi deyiladi. Shunday energiyaga ega bo'ladigan molekulalar faol molekulalar deyiladi.



Kimyoviy reaksiyalar tezligining haroratga bog'liqligi tajribalar asosida Arrenius tenglamasining grafik yechimi orqali topilgan bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\ln K = C - \frac{B}{T}$$

bunda:  $B$  va  $C$  — haroratga bog'liq bo'lmagan doimiy sonlar, ular reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati bilan aniqlanadi.

Bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$\ln K = C - \frac{E_a}{RT}$$

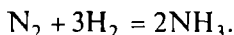
tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi bo'lib, grafik usulda  $\ln k$  bilan  $1/T$  orasidagi bog'lanishdan topiladi.

Grafik yechim o'rniga ikku xil haroratdan foydalangan holatda quyidagi tenglamani qo'llash qulayroq:

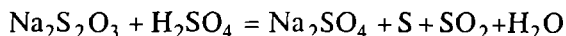
$$E_a = \frac{\ln \frac{K_2}{K_1} \cdot R \cdot T_2 \cdot T_1}{(T_2 - T_1)}.$$

Faollanish energiyasi qancha kichik, harorat qancha yuqori bo'lsa, reaksiya shuncha tezlashadi. Faollanish energiyasi kichik bo'lgan reaksiyalarning ( $E_a < 40$  kJ/mol) tezligi juda katta bo'ladi. Bunga misol qilib eritmalarda ionlar orasida boradigan reaksiyalarni keltirish mumkin.

Faollanish energiyasi katta ( $E_a > 120$  kJ/mol) bo'lgan reaksiyalarning tezligi juda kichik bo'ladi. Masalan, oddiy sharoitda azot va vodorod o'rtasidagi reaksiya:



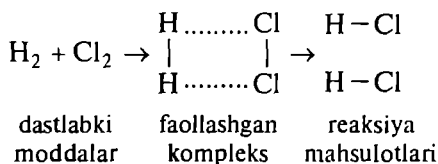
Agar faollanish energiyasining qiymati o'rtacha ( $40 < E < 120$  kJ/mol) bo'lsa, bu reaksiyalar o'rtacha tezlikda borib, ularning tezliklarini oson o'lchash mumkin. Masalan,  $\text{S}$  ni olinish reaksiyasi:



Reaksiya modda molekulasidagi atomlar orasidagi bog'ning bo'shashishi yoki uzilishi hisobiga boshlanadi. Bunda oraliq

faollangan kompleks hosil bo'ladi. Bu oraliq kompleks faollanish energiyasini yutish hisobiga hosil bo'ladi. Faollashgan kompleks beqaror bo'lib, tezda parchalanadi va reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladi.

Bunda energiya ajralib chiqadi. Jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Faollanish energiyasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, konsentratsiyaga (bosimga) katalizatorga bog'liq bo'lib, lekin haroratga bog'liq emas.

**Gipertermiya usuli bilan davolash.** Odam organizmiga haroratning ta'sirini o'rganish orqali hozirgi paytda zamonaviy usul sifatida saraton kasalligini (xavfli o'smalarda) davolash usullaridan biri sifatida gipertermiya usuli qo'llaniladi. Davolash jarayonida bemor tanasini kritik nuqtagacha, ya'ni 42°C gacha ko'tariladi (narkoz ostida 5 soat davomiyligida). Bunday holda to'qimalarning hujayralari «pishish» chegarasida bo'lib, kasallangan to'qimalarning metastaza holatiga o'tishiga yo'l qo'ymaydi. Ba'zi to'qima hujayralari kuyib halok bo'ladi va organizmdan chiqib ketadi.

## 5.4. Reaksiyalarning molekularligi va tartibi

Kimyoviy reaksiyada ishtirok etayotgan molekularlar soni reaksiyaning molekularligini belgilaydi. Kimyoviy reaksiyalar molekularligi bo'yicha monomolekular, bimolekular va tri molekular reaksiyalarga bo'linadi. Uchtdan ortiq zarrachalarning bir paytning o'zida to'qnashishi deyarli sodir bo'lmaydi.

Massalar ta'siri qonunini qo'llaganda reaksiya tezligi konsentratsiyaning nechanchi darajasiga bog'liqligini ko'rsatuvchi son reaksiyaning tartibini ko'rsatadi.

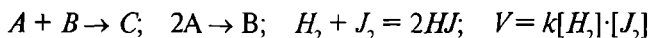
Reaksiyalar birinchi tartibli ( $V = kC$ ), ikkinchi tartibli ( $V = kC^2$ ), uchinchi tartibli ( $V = kC^3$ ), nolinishi va kasr tartibli bo'lishi mumkin. Kasr tartibli reaksiyalar geterogen jarayonlarda kuzatiladi va bunday reaksiyalarda moddaning reaksiya muhitiga kiritilishi uning sarflanishidan yuqori bo'lar ekan. Nolinishi tartibli reaksiyalarda ( $V = k$ ) reaksiya tezligi konsentratsiyaga bog'liq emas.

Monomolekularli reaksiyalar, odatda, birinchi tartibli:

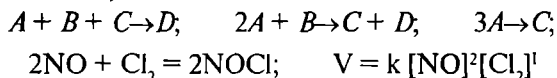


Parchalanish, radioaktiv yemirilish, izomerlanish reaksiyalari monomolekular reaksiyalar qatoriga kiradi.

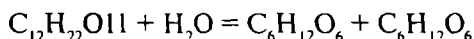
Bi yoki di (ikki) molekular reaksiyalar ko'p uchraydi va ular ikkinchi tartibli hisoblanadi:



Tri (uch) molekularli reaksiyalar kamdan-kam uchraydi, ular uchinchi tartibli reaksiyalarga kiradi:



Agar reaksiyaga kirishuvchi moddalardan biri juda ko'p miqdorda olinsa (saxarozaning gidrolizi) va faqat bir moddaning konsentratsiyasi o'zgarsa molekularlik va tartib mos kelmaydi:



Mexanizmiga ko'ra bu reaksiya bimolekular, lekin birinchi tartibli. Chunki reaksiya tezligi faqat saxaroza konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, suvning miqdori jarayonga ta'sir etmaydi.

Shuningdek, agar kimyoviy reaksiya bosqichli borsa, reaksiyaning tartibi va molekularligi mos kelmaydi. Bunda reaksiyaning tartibi eng sekin boruvchi jarayon bilan belgilanadi.

**Reaksiyalarning tartibini aniqlash.** Bu usul Vant-Goff tomonidan taklif qilingan bo'lib, agar reaksiya tenglamasi  $V = kC^n$  hisoblansa, bu tenglama logarifmlanadi:

$$\lg V = \lg k + n \lg C; \quad y = \lg V; \quad A = \lg k; \quad B = n; \quad x = \lg C; \quad y = A + Bx.$$

Bu tenglama to'g'ri chiziq ko'rinishini oladi. Tenglamani yechish uchun har xil konsentratsiyalarda reaksiya tezligi

aniqlanadi.  $\lg V$  bilan  $\lg C$  orasidagi bog‘liqlik grafigi chiziladi. Absissa o‘qidagi  $\lg V$  bo‘yicha ajralgan kesma  $\lg K$  teng bo‘ladi.  $\lg V$  bilan  $\lg C$  orasidagi to‘g‘ri chiziqlarning og‘ishi yoki o‘tkir burchak tangensi reaksiyaning tartibidir.

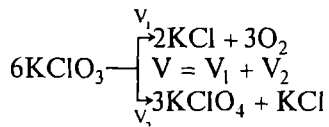
## 5.5. Murakkab reaksiyalar

Kimyoviy reaksiyalarni oddiy va murakkab reaksiyalarga bo‘lish mumkin. Agar reaksiya faqat bir bosqichda borsa, oddiy reaksiya deyiladi. Parchalanish reaksiyalari oddiy reaksiyalarga misol bo‘ladi.

Oddiy reaksiyalarda reaksiya tenglamasi haqiqatda ketayotgan reaksiya jarayoniga mos keladi.

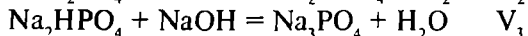
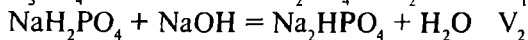
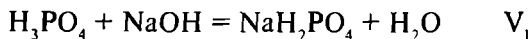
Ko‘pchilik reaksiyalar murakkab reaksiyalar bo‘lib, ular bir necha bosqichda sodir bo‘ladi. Murakkab reaksiyalar parallel, ketma-ket, tutash, zanjir reaksiyalarga bo‘linadi.

Parallel reaksiyalar bir vaqtning o‘zida bir necha yo‘nalishda boradi.



Bunday reaksiyalarning tezligi alohida olingan reaksiyalar tezliklarining yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Ketma-ket reaksiyalar bosqichma-bosqich boradi:



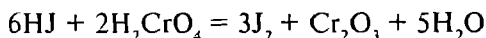
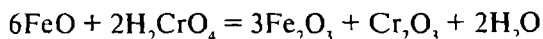
Bosqichli reaksiyalarning tezligi bo‘lsa, eng sekin boruvchi jarayon ( $V_3$ ) bilan belgilanadi.

Tutash reaksiyalarda ikki reaksiyadan biri ikkinchisining borishini ta’minlaydi:

$$A+B=D; \quad A+C=E.$$

Bunday reaksiyalarda  $B$  induktor deyiladi. Ayni paytda  $C$  modda bo‘lsa akseptor deyiladi. Ikkala reaksiya uchun zarur bo‘lgan modda  $A$  bo‘lsa aktor deyiladi.

Masalan: HJ bilan  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  o'zaro reaksiyaga kirishmaydi. Lekin ularga ozroq FeO qo'shilsa, FeO oksidlanishi bilan birga HJ ham oson oksidlanadi:



$\text{H}_2\text{CrO}_4$  — aktor, FeO — induktor, HJ — akseptor hisoblanadi. Tutash reaksiyalarning kinetikasi anchagina murakkab, ular fizik va kolloid kimyo fanida ancha chuqur ko'rib chiqiladi.

Qaytar reaksiyalar - qarama-qarshi ikki yo'nalishda ketadigan reaksiyalardir. Bunday reaksiyalarning tezligi to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligining farqini aniqlash orqali baholanadi:

$$A \leftrightarrow B; \quad V_A = k_1 C_A; \quad V_B = k_2 C_B; \quad V = V_A - V_B.$$

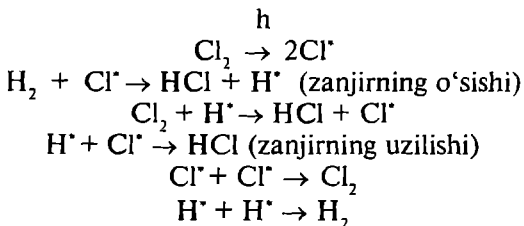
Reaksiya paytida A moddaning konsentratsiyasi kamayib B moddaning konsentratsiyasi ortib boradi. Bu jarayon kimyoviy muvozanat sodir bo'lgumicha davom etadi. Kimyoviy muvozanat sodir bo'lganida esa:

$$V_A = V_B$$

Zanjir reaksiyalar bir-biri bilan ulangan ketma-ket, parallel, tutash reaksiyalar tizimidan tashkil topgan hamda erkin radikallar ishtirokida boradigan bosqichlardan iborat reaksiyalardir. Bunday reaksiyalar qatoriga yonish, oksidlanish, radioaktiv yemirilish, polimerlanish, polikondensatsiya, fotokimyoviy va boshqa reaksiyalar kiradi.

Zanjir reaksiyalar uch bosqichda ketishi kuzatilgan: zanjirning hosil bo'lishi, zanjirning rivojlanishi yoki o'sishi va zanjirning uzilishi. Zanjir reaksiyalarning mexanizmi erkin radikallarning hosil bo'lishi va ularning aktivligi juda yuqoriligi bilan bog'langan. Radikallar atomlar va molekular bilan to'qnashib, ularni ham juda faol holatga o'tkazadi.

Vodorod va xlordan vodorod xlorid hosil bo'lish reaksiyasi eng oddiy zanjir reaksiyaga misol bo'ladi. Aktiv markazlar hosil bolishi uchun reaksiya aralashmaga yorug'lik nuri ta'sir ettiriladi (zanjirning hosil bo'lishi):



Aktiv markazlarni hosil qilish uchun nur ta'sir ettirish, qizdirish, barqarorligi kam bo'lgan moddalar(inisiatorlar) qo'shish va boshqalar orqali yuzaga keltiriladi. Zanjir reaksiyalarining kinetikasini o'rganish uchun reaksiya paytida radikallar va atomlarning konsentratsiyasini aniqlash va o'zgarishlarni topish kerak. Buning uchun turli fizik-kimyoviy usullar qo'llaniladi. Bunday tekshiruvlarda spektroskopik kolorimetrik, elektron paramagnit rezonans usullari qo'llaniladi.

**Fotokimyoviy reaksiyalar.** Fotokimyoviy reaksiyalar deb yorug'lik nuri yoki ultrabinafsha nurlar ta'sirida yuzaga keladigan kimyoviy jarayonlarga aytiladi.

Fotokimyoviy reaksiyalar asosida molekular yoki atomlar tomonidan yorug'lik kvanti yutilishidan kelib chiqadigan jarayonlar tushuniladi. Barcha fotokimyoviy jarayonlarda ikkita holat kuzatiladi. Avvalo birlamchi jarayonlar, ular moddaning yorug'lik kvanti yutishiga bog'liq ekan. Ikkilamchi jarayon sodir bo'lishi uchun yoritish shart emas. Shuning uchun ham keyingi jarayon qorong'ida boruvchi reaksiyalar ham deyiladi.

Fotokimyoviy jarayonlar asosida shulalanish (lyuminessent) tahlil usuli ishlab chiqilgan. Sifat tahlilda shulalanish yorqinligi hisobga olinadi. Miqdoriy tahlilda shulalanish ravshanligi tekshirilayotgan moddaning konsentratsiyasi bilan bog'lanadi. Fotokimyoviy reaksiyalar tufayli fotosintez amalga oshadi.

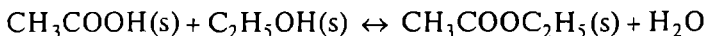
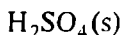
## 5.6. Kataliz. Katalitik reaksiyalar

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi faqatgina konsentratsiya va haroratning ortishi bilan emas, balki katalizator qo'shilishi bilan ham ortadi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligini oshirib, o'zi reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar katalizatorlar deyiladi.

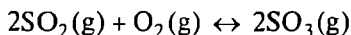
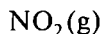
Katalizator ishtirokida reaksiya tezligining ortishi kataliz deyiladi. Kataliz uch xil bo'ladi: 1) gomogen, 2) geterogen, 3) fermentativ.

Gomogen katalizda katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar bitta fazada (gaz yoki suyuq) bo'ladi. Masalan:

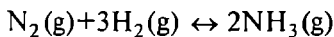


Kislota, asos, tuzlar (ayniqsa d-elementlar —Cr, Mn, Fe, Co, Ni) eritmalari ishtirokida bo'ladigan reaksiyalar gomogen katalizga misol bo'ladi. Gomogen katalizga vodorod peroksidini  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  ishtirokida suv va kislorodga parchalanishi ham kiradi. Gomogen katalizga kompleks hosil bo'lishi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, gidrogenlash, sulfirlash, kislota va asoslarning o'zaro ta'siri va boshqa juda ko'p reaksiyalar kiradi.

Faqat gazlar ishtirokida amalga oshadigan reaksiyalar ham gomogen kataliz hisoblanadi:



Geterogen katalizda katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar turli xil fazalarda bo'ladi. Masalan:



Katalitik reaksiyalar tabiatda ko'p uchraydi. Sanoatda nitrat, sulfat kislotalarni ishlab chiqarish, ammiakning olinishi, ko'plab dori moddalarning olinishi katalizator ishlatish orqali amalga oshadi. Katalizatorlar sifatida Mn(IV), Ni, Co, Fe,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  va boshqalar ishlatiladi.

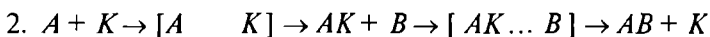
Fermentlar biologik katalizatorlar bo'lib, organizmda modda almashinuvida sodir bo'ladigan turli reaksiyalarni boshqarib turadi.

Fermentlar reaksiyaning borish sharoitiga, ya'ni harorat, bosim, eritma muhiti (pH)ning ta'siriga juda sezgirdir. Kishi organizmida fermentlar ishtirokida 10000 dan ortiq turli biokimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Organizmda saxarozaning oksidlanishi fermentlar ishtirokida million marta tezlashadi. Hozirgi vaqtda pepsin, tripsin, ribonukleaza, ureaza kabi ko'plab fermentlar kristall holda ajratib olingan.

Katalizator ta'sirining mohiyati shundaki u faollanish energiyasini kamaytiradi, natijada reaksiya tezligi keskin ortadi. Masalan,  $A$  va  $B$  moddalar orasidagi reaksiya tezligi kichik, chunki faollanish energiyasi ( $E_a$ ) katta. Agar katalizator ishlatilsa, u reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birortasi bilan oraliq birikma hosil qilsa, reaksiyalarning faollanish energiyalari kamayib, shu sababli reaksiya tezlashadi. Bu jarayonlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

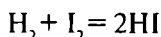


Faollashgan kompleks



faollashgan      oraliq      faollashgan  
kompleks      mahsulot      kompleks

Katalizatorning kimyoviy reaksiya tezligiga ta'siri vodorod yodidning hosil bo'lish jarayonida ayniqsa yaqqol namoyon bo'ladi:



Agar reaksiya katalizatorsiz olib borilsa  $E_a = 168$  kJ/mol, shu reaksiyada katalizator (Au) ishlatilsa reaksiyaning faollanish energiyasi  $E_a = 105$  kJ/mol, agar shu jarayonda katalizator platina ishlatilsa  $E_a = 59$  kJ/mol. Ikkala holda ham katalizator ishtirokida reaksiyaning faollanish energiyasi kamayishi, demak faol molekullarning soni ko'p va reaksiya tezroq sodir bo'lishi kuzatiladi.

Katalizator reaksiyaning issiqlik effektini o'zgartirmaydi. To'g'ri va teskari reaksiyalarni bir xilda tezlashtirib kimyoviy muvozanat hosil bo'lishini jadallashtiradi.

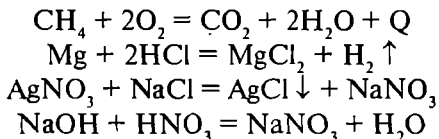
**Abdulla Sultonovich Sultonov** (1913—1979). U organik reaksiyalarning katalizi sohasidagi yirik olimdir. A.S.Sultonov rahbarligida aluminiy-rux-molibden katalizatorlari yaratilgan va ishlab chiqarishga joriy etilgan. Uning furfurolni qaytarish, uglevodorodlar



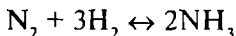
tarkibidagi oltingugurtni yo'qotish, furan birikmalarini polimerlash, kauchukni vulkanlash katalizatorlarini yaratish va boshqa ishlarining amaliy ahamiyati katta hisoblanadi. Olim mamlakatimizda organik kataliz sohasida yirik maktab yaratgan. Toshkentdagi farmatsiya ilmiy tekshirish instituti akademik A.S.Sultonov nomiga qo'yilgan.

## 5.7. Kimyoviy muvozanat

**Qaytar va qaytmas reaksiyalar.** Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikkiga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'lish mumkin. Faqat bir yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi. Reaksiya natijasida ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqsa, gaz modda, cho'kma yoki oz dissotsilanadigan moddalar hosil bo'lsa, bunday reaksiyalar amalda qaytmas bo'ladi:



Bir vaqtning o'zida ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi. Misol:

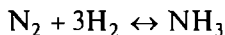


Reaksiya boshlangan paytda to'g'ri reaksiyaning tezligi katta, teskari reaksiyaning tezligi kichik bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan to'g'ri reaksiyaning tezligi kamayib, teskari reaksiyaning tezligi ortib boradi. Ma'lum vaqtdan so'ng har ikkala reaksiya tezliklari tenglashadi:

$$\begin{aligned}a\text{A} + b\text{B} &\leftrightarrow c\text{C} + d\text{D} \\ V_1 &= K_1 [\text{A}]^a [\text{B}]^b; \quad V_2 = K_2 [\text{C}]^c [\text{D}]^d; \quad V_1 = V_2 \\ K &= \frac{[\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}.\end{aligned}$$

$[\text{A}]$ ,  $[\text{B}]$ ,  $[\text{C}]$ ,  $[\text{D}]$  reaksiyaning muvozanat konsentrat-siyalari;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  — reaksiya tenglamasining stexiometrik koef-fitsiyentlari;  $K$  — kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasi bo'lib, u haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

To'g'ri va teskari reaksiyalar tezliklari tenglashgan holat kimyoviy muvozanat deyiladi. Moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentratsiyalari muvozanat konsentratsiyasi deyiladi. Yuqoridagi ammiak hosil bo'lishi reaksiyasi uchun to'g'ri va teskari reaksiyalar:

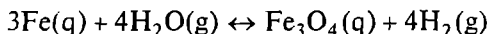


$$V_1 = K_1 \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3; V_2 = K_2 \cdot [\text{NH}_3]^2; K = K_1 / K_2$$

Muvozanat holatida reaksiya mahsulotlari konsentratsiyalari ko'paytmasining dastlabki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga nisbati doimiy son bo'lib, muvozanat konstantasi deyiladi.

Muvozanat konstantasi moddalarning tabiatiga, haroratga bog'liq bo'lib, konsentratsiyaga, bosimga va katalizatorga bog'liq emas.

Geterogen reaksiyalarda qattiq moddalar konsentratsiyasi muvozanat konstantasi ifodasiga kirmaydi:



$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4}$$

Kimyoviy reaksiyalarning muvozanat konstantasi asosida izobarik izotermik potensial hisoblanishi mumkin:

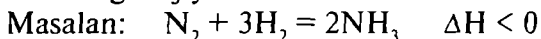
$$\Delta G^\circ = -RT \ln K.$$

Ko'rinib turibdiki,  $\Delta G^\circ$  qiymati kichik bo'lishi uchun  $K$  katta qiymatga ega bo'lishi kerak. Demak, muvozanat jarayonida mahsulotlarning muvozanat konsentratsiyalari ko'p bo'lsa, izobar izotermik potensial kichik qiymatga ega bo'ladi.  $\Delta G^\circ$  ning musbat qiymatlariga muvozanat holatining dastlabki moddalarning konsentratsiyalari yuqori bo'lgan holati mos keladi. Muvozanat konstantasi haroratga bog'langan. Endotermik jarayonlarda haroratning ortishi muvozanat konstantasi qiymati ortishiga olib keladi. Ekzotermik jarayonlarda harorat ortsa muvozanat konstantasi kamayadi.

**Le-Shatele prinsipi.** Muvozanatda turgan sistemaga biror bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat buziladi va ma'lum vaqtdan

so'ng yangi muvozanat qaror topadi. Bu jarayon muvozanatning siljishi deyiladi.

Muvozanatni qay tarafga siljishini Le-Shatele prinsipi aniqlab beradi: muvozanatda turgan sistemaga biron-bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi reaksiyaning borishi tarafiga siljiydi.



Ushbu reaksiyada azot, vodorod konsentratsiyalarining oshishi hamda ammiak konsentratsiyasining kamayishi muvozanatni o'ngga, ammiak hosil bo'lishi tarafga siljishiga olib keladi. Aksincha azot yoki vodorod konsentratsiyasini kamaytirish hamda ammiak konsentratsiyasini oshirish muvozanatni chap tarafga siljitadi.

Harorat oshganda muvozanat endotermik reaksiyaning borishi tarafga, ya'ni ammiakning parchalanishi tarafga siljiydi.

Bosim oshganda esa muvozanat gaz modda molekulari soni kamayadigan tarafga, ya'ni ammiak hosil bo'lishi tarafiga siljiydi.

Katalizator kimyoviy jarayonni tezlashtirmaydi, faqat muvozanat holatiga kelishini tezlashtiradi.

## 5.8. Kimyoviy reaksiyalarning mexanizmi

Ta'sirlashuvchi moddalarning tabiatiga va sharoitga ko'ra kimyoviy reaksiyalarda atomlar, molekularlar, radikallar va ionlar ishtirok etadi.

Erkin radikallar molekularlarning parchalanishidan hosil bo'lgan qismlardan iborat bo'ladi. Masalan,  $\text{*OH}$  ( $\text{H}_2\text{O}$  molekulasining qismi),  $\text{*NH}_2$  ( $\text{NH}_3$  molekulasining qismi),  $\text{*HS}$  ( $\text{H}_2\text{S}$  dan hosil bo'lgan), erkin radikallarga erkin atomlar ham kiradi. Bunday reaksiyalar radikal mexanizm asosida sodir bo'ladi. Erkin radikal-larning reaksiya qobiliyati juda yuqori, lekin ular ishtirok etadigan reaksiyalarning aktivlanish energiyasi kichik ( $0-40 \text{ kJ/mol}$ ).

Erkin radikallar hosil bo'lishi qizdirish, yoritish, yadroviy nurlanish, mexanik ta'sirlar hamda elektr razryadlari ta'siri natijasida yuzaga keladi.

Ionlar ishtirokida ketadigan reaksiyalarning aktivlanish energiyasi  $0-80 \text{ kJ/mol}$  ni tashkil etadi. Ionli mexanizm bo'yicha boradigan reaksiyalar ham ancha tez boradi.

Molekulalar ishtirokida ketadigan reaksiyalarning faollanish energiyasi juda yuqori bo'ladi. Masalan, HJ hosil bo'lish reaksiyasining aktivlanish energiyasi 150 kJ/mol ga teng. Bunday reaksiyalar molekular mexanizm asosida boradi.

**Farmatsiyadagi ahamiyati.** Dorivor moddalarni sanoatda ishlab chiqarish uchun unda ketayotgan jarayonlarning kinetikasi va mexanizmini yaxshi bilish zarur. O'simliklar, hayvonlar hamda tirik organizmda ketayotgan jarayonlarda barcha organik moddalar juda tez oksidlanishi kerak. Lekin aslida oksidlanish jarayonlari ancha sekin boradi. Bu jarayonlarda oxirgi oksidlanish mahsuloti bo'lsa suv va  $\text{CO}_2$  hisoblanadi. Barcha dori moddalarning ta'siri organizmda ketadigan reaksiyalarga bog'liqdir. Dori moddalarining saqlanishi ularni eskirishiga olib keladi. Ularning eskirish reaksiyalarini bilish dori moddalarining saqlanish muddatini baholashga imkon yaratadi.

Kimyoviy va farmatsevtik texnologiya jarayonlarini tushunish va boshqarishni bilish uchun kimyoviy kinetika qonunlari va shu jarayonda ketayotgan reaksiyalarning mexanizmini bilish katta ahamiyat kasb etadi. Kimyoviy reaksiyalar tezligi orqali mahsulotlar unumi, kimyoviy asbob-uskunalar va jarayonning samaradorligi to'g'risida fikr yuritish mumkin.

Kimyoviy reaksiyalarning kinetikasini o'rganish farmatsiyada katta rol o'ynaydi. Ko'p dori moddalarning ta'siri organizmda ketayotgan reaksiyalarga chambarchas bog'langan. Dori moddalarning saqlanish muddatini baholash, organizmga dori moddalar kiritilishida yuzaga keladigan nojo'ya ta'sirlar, dori moddalarining organizmdagi keyingi taqdiri kimyoviy reaksiyalar tezligini aniqlash orqali baholanadi.

Organizmdagi turli kimyoviy jarayonlarni mo'tadillash uchun ko'pdan-ko'p ferment dori-darmonlar ishlab chiqilgan. Oshqozon-ichak tizimi kasalliklarida pepsin, pankreatin buyuriladi. Kuygan, yiringli yaralarni davolashda protolotik fermentlar ishlatiladi. Qon tomirlarining turli kasalliklarini (tromboz) davolashda plazmin, tripsin, ximiotripsin kabi ferment preparatlari samarali ta'sir etadi. Bunday ferment preparatlari ta'siri organizmdagi turli jarayonlarga katalitik ta'sirga asoslangan.

## 5.9. Kimyoviy jarayonlarning sodir bo'lish shartlari

Kimyoviy moddalarning reaksiya qobiliyatiga harorat, yo'rug'lik, radiatsiya, bosim, mexanik kuchlar va boshqalar ta'sir etadi.

Kimyoviy reaksiyalarning borishiga haroratning ta'siri yuqorida batafsil ko'rib chiqildi.

Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nurining shuningdek, infra-qizil, ultra-binafsha nurlarning turli moddalarga ta'sir etib kimyoviy jarayonlarni yuzaga keltirishi moddalarning parchalanib ionlar, molekulalar va radikallar hosil bo'lishi bilan bog'liq. Vodorod xloridning hosil bo'lishi, yonish, oksidlanish, zanjir reaksiyalari fotokimyoviy jarayonlarda katta ahamiyatga ega. Fotografiya, fotosezgir elementlar, polimer moddalar, yangi kimyoviy materiallar fotokimyoviy jarayonlarning amaliy ahamiyati benihoyaligini ko'rsatadi.

Oxirgi paytlarda lazer nuri ta'sirida kimyoviy jarayonlarni yuzaga keltirish ancha keng o'rganilmoqda. Ma'lum to'lqin uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik nuri kimyoviy reaksiyalarga tanlab ta'sir etadi va faqat ma'lum yo'nalishdagi kimyoviy reaksiyalarning borishiga sababchi bo'ladi. Lazerlarning qattiq moddalarga ta'siri natijasida harorat birdaniga ko'tariladi va bu jarayon yuqori kuchga ega bo'lgan nurlanishda plazma hosil bo'lishiga olib keladi. Lazer nurlanishi moddaning yuqori haroratdagi jarayonlarini o'rganishga imkon beradi. Lazer nurlanishi tufayli grafitdan olmos olingan. Grafit va vodoroddan uglevodorodlar sintez qilingan. Bu nurlanish moddalarning xossalari, strukturasini tekshirish, so'nggi paytlarda tibbiy jarrohlikda ham keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Kimyoviy moddalarga nur ta'sirida bo'ladigan o'zgarishlarni radiatsion kimyo o'rganadi. Ayniqsa bu jarayonlar atom texnikasida, yuqori molekular moddalar olish, kimyo sanoatida keng qo'llaniladi.

Mexanik ta'sirlar natijasida kimyoviy jarayonlarni yuzaga keltirish ham oxirgi paytlarda keng qo'llanilmoqda. Mexanik ta'sirlar tufayli maydalash, kukunlash jarayonlarida kimyoviy bog'larning uzulishi va yangi xil molekulalar hosil bo'lishi

kuzatiladi. Mexanokimyoviy sintez polimerlar olinishi va organik sintezda katta amaliy ahamiyatga ega.

Juda yuqori bosim ta'sirida ham kimyoviy jarayonlar yuzaga kelib, grafitning olmosga aylanishi, borazonning hosil bo'lishi juda yuqori bosimda amalga oshadi.

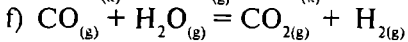
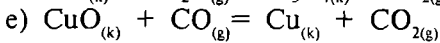
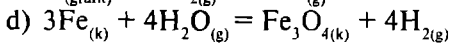
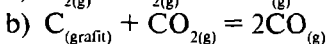
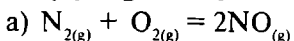
Oxirgi paytlarda turli portlovchi moddalarning portlash paytida yuzaga keladigan bosim kuchining kimyoviy moddalarga ta'siri keng ko'lamda o'rganilmoqda. Ana shunday bosim kuchi bir xil moddalarni parchalab tashlasa, ikkinchi moddalarni bir-biriga birlashtiradi. Bunday sintez oddiy moddalarni olishda, organik moddalar sintezi va polimerlar olishda qo'l kelmoqda.

Hozirgi paytda olimlar portlash paytidagi kuchli to'liqlardan foydalanib suvni vodorod va kislorodga parchalashga hamda olingan aralashmani yondirib ichki yonuv dvigatellarni yurgazishga muvaffaq bo'ldilar. Bosim kuchi ta'sirida kauchuk rezinaga, aminokislotalar oqsillarga aylanishi kuzatilgan. Bu jarayon yuqori haroratda metallurgiyada ishlatilmoqda.

Turli kimyoviy jarayonlarni fizik usullar bilan amalga oshirish va bunday kimyoviy jarayonlarni boshqarishning samarali usullarini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar keng ko'lamda olib borilmoqda.

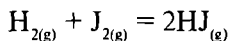
## 5- bobga oid savol va masalalar

1. Quyidagi reaksiyalar tezligi ifodasini yozing:



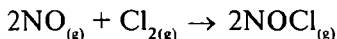
2. Quyidagi reaksiyaning tezlik konstantasi  $8,9 \cdot 10^{-2}$  ga teng. Agar azot (II) oksidning konsentratsiyasi 0,3 mol/l bo'lsa, kislorodning konsentratsiyasi qancha bo'lganda reaksiyaning tezligi  $1,2 \cdot 10^{-3}$  mol/l·s bo'ladi?  
 $2NO_{(g)} + O_{2(g)} = 2NO_{2(g)}$ . (Javob: 0,15 mol/l).

3. Reaksiyaning tezlik konstantasi 508°C da 0,16 ga teng:



$H_2$  va  $J_2$  ning boshlang'ich konsentratsiyalari mos ravishda 0,08 mol/l va 0,04 mol/l bo'lsa, yodning konsentratsiyasi 20% ga kamaygandagi reaksiyaning tezligini hisoblang (*Javob:*  $3,7 \cdot 10^{-4}$  mol/l·s).

4. Reaksiyaning boshlang'ich konsentratsiyalar:  $NO$ —0,6 mol,  $Cl_2$ —0,4 mol/l bo'lsa, reaksiyaga 70%  $Cl_2$  kirishgandagi reaksiya tezligi boshlang'ich reaksiya tezligiga nisbatan qanday o'zgaradi?

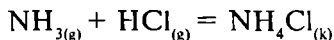


(*Javob:* 750 marta kamayadi).

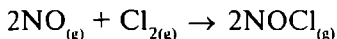
5.  $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} = 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$  reaksiya boshlangandan keyin ma'lum vaqt o'tgach, moddalarning konsentratsiyasi:  $HCl$ —2 mol/l,  $O_2$ —1 mol/l,  $Cl_2$ —1,6 mol/l bo'lgan bo'lsa,  $HCl$  va  $O_2$  ning boshlang'ich konsentratsiyalarini hisoblang (*Javob:*  $[HCl] = 5,2$ ;  $[O_2] = 1,8$  mol/l).

6. Ushbu reaksiyada bosimni 3 barobar oshirsak, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?  $CaO_{(k)} + CO_{2(g)} = CaCO_{3(k)}$  (*Javob:* 3 marta oshadi).

7. Berk idishda borayotgan quyidagi reaksiyada boshlang'ich moddalar konsentratsiyasi 2 barobar kamayganda bosim qanday o'zgaradi?



8. Quyidagi reaksiyaning tezligini 125 marta oshirish uchun bosimni necha marta oshirish kerak?

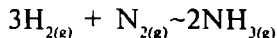


9. Agar haroratni  $45^\circ C$  oshirganimizda reaksiya tezligi 360 barobar oshgan bo'lsa, reaksiya tezligining harorat koeffitsiyenti  $\gamma$  ni hisoblang (*Javob:*  $\gamma = 3,7$ ).

10.  $20^\circ C$  da ikkita reaksiya bir xil tezlikda bormoqda. 1-reaksiya tezligining harorat koeffitsiyenti — 2, ikkinchisidiki — 3 bo'lsa, qanday haroratda 2-reaksiyaning tezligi 1-sinikidan 2 barobar ortiq bo'ladi? (*Javob:*  $37^\circ C$ ).

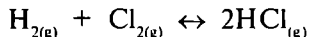
11. Reaksiya tezligining harorat koeffitsiyenti 2,4 ga teng bo'lsa, haroratni necha gradusga oshirganda reaksiya tezligi 150 marta oshadi? (*Javob:*  $57^\circ C$ ).

12. Quyidagi reaksiyada vodorod, azot va ammiakning boshlang'ich konsentratsiyalari mos ravishda 2,0; 4,0 va 0,02 mol/l



Muvozanat qaror topganda vodorodning konsentratsiyasi 30% kamaygan bo'lsa, muvozanat konstantasini hisoblang (*Javob:*  $K = 1,69 \cdot 10^{-2}$ ).

13. Sig'imi 4 l bo'lgan idishda quyidagi reaksiya sodir bo'lmoqda:



Agar vodorod va xlorning boshlang'ich massalari mos ravishda 0,4 g va 7,1 g bo'lsa hamda muvozanat qaror topganda 10% vodorod reaksiyaga kirishganligi ma'lum bo'lsa, reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblang. (*Javob:*  $K = 1,1 \cdot 10^{-1}$ ).

14. Quyidagi reaksiyaning tezlik konstantasi 2,38 ga teng.  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Agar 3 litr 0,5 M etilatsetat va 2 litr 1 M NaOH eritmalarini aralashtirsak, reaksiyaning boshlang'ich vaqtidagi tezligini hisoblang (*Javob:* 0,29 mol /l s).

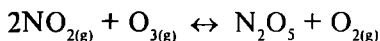
15. Agar reaksiyaning 45°C va 22°C dagi tezligi mos ravishda  $8,4 \times 10^{-2}$  mol/l·s va  $9,1 \cdot 10^{-3}$  mol/l·s bo'lsa, reaksiya tezligining harorat koeffitsiyentini hisoblang. (*Javob:*  $\gamma = 2,6$ ).

16. Quyidagi reaksiyada:

a) hajmni oshirganda; b) suv bug'ini kondensatsiyaga uchratganda  $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  muvozanat qay tarafga siljiydi?

17.  $\text{NO}_2$  ning quyidagi reaksiyaga binoan parchalanishini qanday kamaytirish mumkin?  $2\text{NO}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$ ;  $\Delta H > 0$ .

18. Muvozanat holatida turgan sistemada:



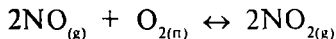
a)  $\text{NO}_2$  konsentratsiyasini oshirsak;

b)  $\text{O}_3$  konsentratsiyasini oshirsak;

d)  $\text{N}_2\text{O}_5$  konsentratsiyasini kamaytirsak;

e)  $\text{O}_2$  konsentratsiyasini oshirsak qolgan moddalarning konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?

19. Quyidagi reaksiyada moddalarning muvozanat konsentratsiyalari:

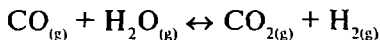


$\text{NO}$ —0,04 mol/l,  $\text{O}_2$ —0,06 mol/l,  $\text{NO}_2$ —0,02 mol/l bo'lsa, muvozanat konstantasini hamda  $\text{NO}$  va  $\text{O}_2$  ning boshlang'ich konsentratsiyalarini hisoblang. (*Javob:*  $K = 4,16$ ;  $[\text{NO}]_{\text{boshl}} = 0,06$  mol/l;  $[\text{O}_2]_{\text{boshl}} = 0,07$  mol/l).

20. Muvozanat holatida turgan sistemaning hajmini 2 barobar kamaytirsak,  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$  to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari necha barobar o'zgaradi? (*Javob:* Mos ravishda 8 va 4 marta ortadi).



21. Uglerod (II) oksidi va suv bug‘ining dastlabki konsentratsiyalari 0,03 mol/l ga teng:



Agar  $\text{CO}_2$  ning muvozanat konsentratsiyasi 0,01 mol /l bo‘lsa, reaksiyadagi  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{H}_2$  ning muvozanatdagi konsentratsiyalarini hisoblang.

22. Ma‘lum bir haroratda quyidagi reaksiyada  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$  moddalarining muvozanat konsentratsiyasi quyidagicha:  $[\text{SO}_2] = 0,04$  mol/l;  $[\text{O}_2] = 0,06$  mol/l;  $[\text{SO}_3] = 0,02$  mol/l. Reaksiyaning muvozanat konstantasini,  $\text{SO}_2$  va  $\text{O}_2$  ning dastlabki konsentratsiyalarini hisoblang.

23. Quyidagi reaksiyada:



haroratni yoki bosimni oshirsak, muvozanat qaysi tomonga siljiydi? Sanoatda ammiak olinishi yuqori haroratda (400—500°C) olib borilishi nima bilan tushuntiriladi?

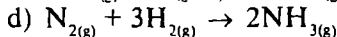
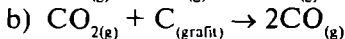
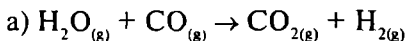
24. Agar reaksiyaning faollanish energiyasini 4 kJ/molga kamaytirilsa, 298 K haroratda reaksiya tezligi necha marta ortadi?

25. Harorat 280 K dan 300 K gacha oshirilganda, reaksiya tezligi 10 marta oshgan bo‘lsa, reaksiyaning faollanish energiyasini hisoblang.

26.  $\text{O}_{3(g)} + \text{NO}_{(g)} \leftrightarrow \text{O}_{2(g)} + \text{NO}_{2(g)}$  reaksiyaning faollanish energiyasi 10 kJ/mol. Haroratni 27°C dan 37°C gacha oshirilsa, reaksiya tezligi necha marta ortadi?

27.  $\text{A} + \text{B} \leftrightarrow \text{AB}$  reaksiyaning 298 K haroratdagi standart Gibbs energiyasining o‘zgarishi — 88 kJ/molga teng. Reaksiyaning muvozanat konstantasini hamda A, B, AB moddalarining muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.

28. Quyidagi reaksiyalarning 298 K dagi muvozanat konstantalarini hisoblang:



30.  $4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{Cl}_{2(g)}$  reaksiyaning muvozanat konstantasi 1 ga teng bo‘ladigan haroratni aniqlang.

Ikki va undan ortiq komponentlardan va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlaridan tashkil topgan gomogen sistemaga eritma deyiladi. Eritmalar tirik organizmlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Masalan, qon, limfa, va so'lak suyuqliklari eritmalaridir. Eritmalar kimyoviy birikmalar va oddiy mexanik aralashmalar o'rtasida oraliq holatni egallaydi.

Eritmalar kimyoviy birikmalarga o'xshash bir jinsli, ya'ni gomogen bo'ladi. Erish jarayoni kimyoviy reaksiyaga o'xshash issiqlik yutilishi yoki chiqishi bilan ro'y beradi. Eritmalar kimyoviy birikmalardan farq qilib tarkibi o'zgaruvchan bo'lib, ham erituvchi ham erigan modda xossalarini namoyon qiladi. Erigan moddani erituvchidan fizikaviy usulda ajratib olish mumkin. Bu xossalari bilan eritma mexanik aralashmaga o'xshaydi.

Eritma tayyorlash jarayonida agregat holati o'zgarmaydigan komponent erituvchi hisoblanadi. Eritmalarda bir komponent ikkinchisida molekular, ionlar, yoki atomlar holatida bir jinsli muhit hosil qilib tarqalgandir. Eritmalar gaz, suyuq va qattiq holatda uchraydi.

**Gazlarning eritmaları.** Erigan modda va erituvchi ham gaz bo'lgan aralashma sifatida havoni olish mumkin. Havo tarkibida hajm jihatidan 78% azot, 20—21% kislorod, qolgan qo'shimchalar uglerod (IV) oksidi, suv bug'i va boshqalar bo'lishi mumkin. Gazlar aralashmasining umumiy bosimi ularning parsial bosimi deyiladi. Umumiy parsial bosim tashkil etuvchilarning parsial bosimlari yig'indisiga teng bo'ladi.

Harorat ko'tarilshi bilan gazlarning eruvchanligi kamayadi, chunki gazlarning erish jarayoni ekzotermik jarayondir. Gazlar eruvchanligining bosimga bog'liqligi Genri qonuni bilan ifodalanadi.

O'zgarmas haroratda gazlarning eruvchanligi uning bosimiga to'g'ri proporsional:

$$C = k \cdot p$$

bunda:  $C$  — gazning eruvchanligi;  $k$  — Genri doimiysi;  $p$  — gazning bosimi.

**Genri—Dalton qonuni.** Agar biror suyuqlikda gazlarning aralashmasi erisa, har bir alohida gazning eruvchanligi shu gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Genri qonuni uncha yuqori bo'lmagan bosimda va konsentratsiyada o'rinli bo'lib, erituvchi va erigan moddaning orasida o'zaro ta'sir ro'y bermaydi deb hisoblanadi.

**Sechenov qonuni.** Eritmada elektrolitning konsentratsiyasi ortishi bilan gazning unda eruvchanligi kamayadi:

$$N = N_0 \cdot e^{-kC}$$

bunda:  $N_0$  — gazning toza erituvchidagi eruvchanligi;  $k$  — Sechenov konstantasi, gaz va elektrolitning tabiatiga va haroratga bogliq bo'lgan kattalik;  $C$  — elektrolit konsentratsiyasi,  $N$  — gazning elektrolit eritmasidagi eruvchanligi.

Elektrolit eritmalarida gazlarning eruvchanligining kamayishi gidratatsiyaga bog'liqdir. Gidratatsiya tufayli suv molekullari ionlar atrofida bog'lanib qoladi va shu tufayli gazlarning eruvchanligi kamayadi.

**Suyuq eritmalar.** Suyuq eritmalar odatdagi suyuqliklarga o'xshash o'ziga xos strukturaga ega. Suyltirilgan eritmalarining xossalari erituvchinikiga o'xshab ketse, konsentrlangan eritmalarining xossalari erigan moddaga o'xshab ketishi aniqlangan.

Suyuq moddalarning suvda eruvchanligi turlicha bo'ladi. Ba'zi suyuqliklar masalan: spirt, glitsirin suvda cheksiz eriydi. Ba'zilari esa ma'lum miqdorda eriydi. Masalan — fenol sovuq suvda oz eriydi. Harorat ko'tarilganda uning eruvchanligi ortadi.  $66,45^{\circ}\text{C}$  dan yuqori haroratda esa uning eruvchanligi cheksiz bo'ladi. Bu haroratni kritik erish harorati deyiladi.

Qattiq va suyuq moddalarning eruvchanligiga bosim ta'sir etmaydi, chunki ularning hajmi bosim ta'sirida deyarli o'zgarmaydi.

**Genri-Dalton va Sechenov qonunlarining tibbiyotdagi ahamiyati.** Inson organizmida gazlarning qonda erishi, qondan turli organlarga borishi sodir bo'ladi. Agar organizmda qon bosimi o'zgarishi bilan qondagi gazlarning eruvchanligi o'zgarsa, bu og'ir asoratlarga olib keladi.

Suv ostida ishlaydigan g'ovvoslarda kechadigan kesson kasalligi ana shu Genri qonuniga amal qiladi. Dengiz sathidan 40 m pastda umumiy bosim odatdagidan 4 marta ortib, qondagi bosim ham shuncha marta ko'payadi. Agar g'ovvos tepaga tez ko'tarilsa, uning bosimi juda tez pastga tushadi. Gazlarning eruvchanligi bu holatda keskin kamayib qonda gazlarning pufakchalari paydo bo'ladi. Bu pufakchalar tomirlarning tiqilishi va to'qimalarning zararlanishiga va hatto o'limga olib kelishi mumkin.

Bu qonun asosida qorason (gangrena) kasalligida o'lgan to'qimalardagi mikroblarni bosim ostida chiqarib yuborish usuli ishlab chiqilgan. Buning uchun bemor yuqori bosimli barokameralarga joylashtirilib unga kislorod bilan boyitilgan havo qo'shiladi. Davolash paytida to'qimalarning kislorod bilan ta'minlanishi yaxshilanib kutilgan natijaga olib keladi.

Sechenov qonuniga ko'ra qonda kislorod va uglerod (IV) oksidning erishiga nafaqat elektrolitlar, balki oqsillar, lipidlar va boshqa moddalar ham kuchli ta'sir etishi mumkin. Shuning uchun ham qondagi o'zgarishlar shifokorlarning doimiy nazoratida bo'lishi tabiiy.

## 6.1. Eritmalar konsentratsiyasi

Eritmaning yoki erituvchining hajm yoki massa birligida erigan modda miqdoriga konsentratsiya deb ataladi.

Eritmada erigan modda miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritma konsentrlangan, oz bo'lsa, suyultirilgan eritma hisoblanadi. Konsentratsiyani ifodalashning bir necha usullari mavjud.

1. Eritgan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbati erigan moddaning massa ulushini ko'rsatadi:

$$W = \frac{m_1}{m_2}; \quad C = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100.$$

bunda:  $W$  — erigan moddaning massa ulushi;  $C$ , % — erigan moddaning % lardagi massa ulushi;  $m_1$  — erigan modda massasi, g;  $m_2$  — eritmaning massasi, g.

2. Bir litr eritmada erigan modda miqdoriga molar konsentratsiya deyiladi:

$$C_m = \frac{n}{V}; \quad C_m = \frac{m}{M V}.$$

bunda:  $C_m$  — molar konsentratsiya;  $m$  — erigan modda massasi, g;  $M$  — erigan modda molar massasi, g/mol;  $n$  — erigan modda miqdori, mol.

0,5 M NaOH — bu ifoda molar konsentratsiyasi 0,5 mol/l bo'lgan natriy gidroksid eritmasi ekanligini bildiradi.

3. Bir kilogramm erituvchida erigan modda miqdoriga molar konsentratsiyani ifodalaydi:

$$C = \frac{m}{M g} \cdot 1000,$$

bunda:  $C$  — molar konsentratsiya, mol/kg;  $m$  — erigan modda massasi, g;  $M$  — erigan modda molar massasi, g/mol;  $g$  — erituvchi massasi, g.

4. Bir litr eritmada erigan modda ekvivalent miqdoriga normal (ekvivalentning molar) konsentratsiya deyiladi:

$$C_n = \frac{m}{E V}.$$

bunda:  $C_n$  — erigan moddaning normal konsentratsiyasi yoki ekvivalentning molar konsentratsiyasi;  $E$  — erigan moddaning ekvivalent massasi, g/mol.

0,5 n  $H_2SO_4$  — bu ibora bir litrda 0,5 ekvivalent miqdor (24,5g)  $H_2SO_4$  bo'lgan eritmani ifodalaydi.

5. Ergan moddaning molar ulushi deb, erigan modda miqdorining eritmadagi barcha moddalar miqdorlari yig'indisiga nisbatiga aytiladi. Molar ulush quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{n}{n + n_0}; \quad N_0 = \frac{n_0}{n + n_0}.$$

bunda:  $N$  — erigan modda molar ulushi;  $N_0$  — erituvchining molar ulushi;  $n$  — erigan modda miqdori, mol;  $n_0$  — erituvchi miqdori, mol.

6. Bir millilitr eritmada erigan modda milligrammlar soniga titr deyiladi:

$$T = \frac{C_m M}{1000}; \quad T = \frac{C_n M}{1000}.$$

Eritmaning hajmi, zichligi va massasi quyidagicha o'zaro bog'liq:

$$m = \rho \cdot V;$$

bunda:  $m$  — eritma massasi, g;  $V$  — eritma hajmi, ml;  $\rho$  — eritma zichligi, g/ml.

Agar eritmaning zichligi, massa ulushi ma'lum bo'lsa, uning konsentratsiyalarini quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin.

$$C_m = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M}; \quad C_n = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; \quad C = \frac{W\% \cdot 1000}{M \cdot (100 - W\%)}$$

Dorixonalarda massa ulushlari ma'lum bo'lgan ikkita eritmadan ma'lum miqdor uchinchi massa ulushli eritmani tayyorlash uchun aralashtirish qoidasi qo'llaniladi. Bu qoidaga binoan birinchi ustunga mavjud ikkita eritmaning massa ulushlari yoziladi. Tayyorlashimiz lozim bo'lgan uchinchi eritmaning massa ulushi mavjud eritmalar massa ulushlari qiymatlari orasida bo'lishi shart, ya'ni  $w_1 > w_3 > w_2$ . 2-ustunga tayyorlanishi kerak bo'lgan eritmaning massa ulushi ( $w_3$ ) yoziladi. 3-ustunga esa diagonal bo'yicha massa ulushlari orasidagi farq yoziladi. Hosil bo'lgan sonlar 1- va 2- eritmalarini qanday massa nisbatda aralashtirganda 3- eritma hosil bo'lishini ko'rsatadi:

$$\begin{array}{ccc} W_1 & & W_2 - W_3 \\ & \searrow & \nearrow \\ & W_3 & \\ & \nearrow & \searrow \\ W_2 & & W_1 - W_3 \end{array}$$

**Misol.** 300g 5% li natriy xlorid eritmasini tayyorlash uchun 20% li va 2% li eritmalaridan necha grammdan olish kerak?

**Yechish:** buning uchun 20% va 2% qiymatlarni  $W_1$  va  $W_2$  larning o'rniga qo'yamiz. Tayyorlanishi kerak bo'lgan eritma 5% ni  $W_3$  ning orniga yozamiz. Shunda sxema quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\begin{array}{ccc} 20\% & & 5 - 2 = 3 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 5\% & \\ & \nearrow & \searrow \\ 2\% & & 20 - 5 = 15 \end{array}$$

Demak, eritmalar 3:15 yoki 1:5 nisbatda aralashtirilishi kerak. 5% li eritmadan 6 g tayyorlash uchun 1 g 20% li eritma hamda

5 g 2 % li eritma talab qilinadi. 300 g 5% li eritma tayyorlash uchun kerakli eritmalarining massasi juda oson hisoblanadi:

$$\begin{array}{cc} 6 \text{ g} & 1 \text{ g} \\ 300 \text{ g} & x \\ x = 300:6=50 \text{ g} & 20 \% \text{ li;} \end{array} \quad \begin{array}{cc} 6 \text{ g} & 5 \text{ g} \\ 300 \text{ g} & x \\ x = 1500:6=250 \text{ g} & 2 \% \text{ li kerak} \end{array}$$

## 6.2. Eruvchanlik. Erish mexanizmi

Ayni haroratda ma'lum erituvchida erishi mumkin bo'lgan modda miqdori eruvchanlik deyiladi. Biror bir erituvchida moddaning erishi o'z-o'zicha borib, bunda  $\Delta G < 0$ , shuning uchun jarayon o'z-o'zicha boradi.

20°C da 100 g erituvchida 10 g ortiq modda erisa, bu modda yaxshi eriydigan hisoblanadi. Xuddi shu sharoitda 0,01—1,0 g atrofida erisa, qiyin eriydigan deyish mumkin.

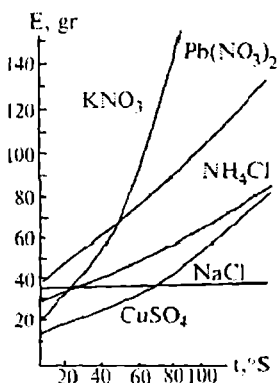
Agar shu sharoitda 0,01 g dan kam erisa, amaliy jihatdan erimaydigan hisoblanadi. Umuman erimaydigan modda bo'lmaydi.

Ko'p qattiq moddalarning eruvchanligi harorat ortishi bilan ortadi (3-rasm).

Shuning uchun haroratning pasayishi eruvchanlikning kamayishiga va harorat kamaygan sari kristallanishga olib keladi. Glauber tuzining eruvchanligi harorat ortishi bilan avval ortib,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'lishi hisobiga keyin bo'lsa kamayadi.

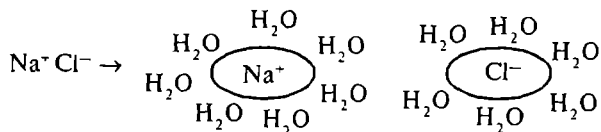
Erish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Erigan modda molekullari bilan erituvchi molekullarining o'zaro ta'sirini solvatlanish deyiladi. Bu ta'sirlanish mahsulotlari esa solvatlar deyiladi. Agar erituvchi suv bo'lsa, bu jarayon gidratlanish, mahsulot esa gidratlar deyiladi.

Erituvchi va erigan modda tabiatiga bog'liq holda solvatlarning hosil bo'lishi turlicha bo'lishi mumkin. Masalan: eriydigan modda ion tuzilishli ( $\text{NaCl}$ ),

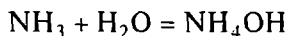


3-rasm. Eruvchanlik egri chiziqlari.

erituvchi esa qutbli tuzilishli ( $\text{H}_2\text{O}$ ) bo'lsa, erish jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Erituvchi molekulari bilan ionlar o'rtasida donor-akseptor ta'sirlashuv bo'lishi mumkin. Masalan:



Spirtning suvda erishida esa dipol-dipol ta'sirlashuv kuzatiladi.

Qattiq moddaning erish jarayonini ikkita jarayonlarning yig'indisi deb qarash kerak. Birinchisi qattiq moddaning molekulariga yoki ionlarga parchalanishidir. Bu jarayon endotermik bo'lib, issiqlik yutilishi bilan boradi.

Ikkinchisi — molekula yoki ionlarning suv bilan ta'sirlashib gidratlar hosil qilishidir. Bu jarayon ekzotermik bo'lib, issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi. Qaysi jarayonning ulushi kattaligiga qarab, qattiq modda eriganda issiqlik yutilishi yoki chiqishi mumkin. Ba'zi qattiq moddalar ( $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ) eriganda issiqlik chiqadi. Ba'zilari ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) eriganda esa issiqlik yutiladi.

Gidratlar beqaror moddalar bo'lib, oson parchalanadi. Eritmalar bug'latilganda, ular parchalanib, erigan modda ajralib chiqadi. Ba'zan gidratlar birmuncha barqaror bo'lib, suv qattiq modda tarkibiga kiradi. Bunday moddalarni kristallogidratlar deb, kristallogidrat tarkibidagi suvni esa kristallizatsiya suvi deb ataladi.

Masalan:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — mis kuporosi

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — kristall soda

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — taxir tuz

Moddalarning u yoki bu erituvchida erish xossasiga eruvchanlik deyiladi. Eruvchanlik avvalambor erituvchi va eriydigan moddalar tabiatiga bog'liq. Masalan, natriy xlorid suvda yaxshi eriydi, lekin benzolda erimaydi. Yog' esa suvda erimaydi, lekin benzolda yaxshi eriydi. Eruvchanlik haroratga va bosimga bog'liq.



Agar modda shu eritmada ortiqcha erimasa, bunday eritma to'yingan eritma deyiladi. Agar modda eritmada yana erisa, bu eritma to'yinmagan eritma deyiladi. To'yingan eritmada cho'kma bilan eritma o'rtasida muvozanat qaror topadi. To'yingan eritmani cho'kmasidan ajratib olib, ozgina bug'latib yoki biroz sovutib o'ta to'yingan eritma olish mumkin. O'ta to'yingan eritmada erigan modda miqdori to'yingan eritmadagidan ko'proq bo'ladi. O'ta to'yingan eritma beqaror bo'lib, chayqatilgandayoq ortiqcha erigan modda darrov cho'kmaga tushadi.

Eruvchanlik 100 g erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan moddaning grammlar soni bilan o'lchanadi.

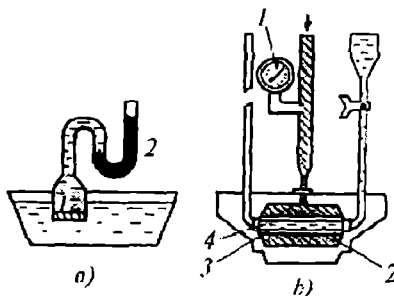
### 6.3. Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari

**Ideal eritmalar.** Ideal eritmalar deb, komponentlari qo'shilganda bir xil va turli molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari teng bo'lgan eritmalarga aytiladi. Ideal eritmalar hosil bo'lishida issiqlik ajralib chiqishi yoki yutilishi, shunigdek hajm o'zgarishi kuzatilmaydi. Agar eritma  $A$  va  $B$  komponentlardan tashkil topgan bo'lsa,  $A-A$ ,  $B-B$  va  $A-B$  molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir teng kuchlidir. Ideal eritmalarning xossalari alohida komponentlar xossalaridan farq qilmaydi. Bu eritmalar Vant-Goff va Raul qonunlariga bo'ysunadi.

**Osmos va osmotok bosim.** Turli konsentratsiyali ikki eritmani o'zaro aralashtirilsa, diffuziya jarayoni oqibatida ma'lum vaqtdan so'ng ularning konsentratsiyasi tenglashadi. Agar turli konsentratsiyali ikki eritma o'rtasiga yarimo'tkazgich parda qo'yilsa, diffuziya asosan bir yo'nalishda ro'y beradi. Yarimo'tkazgich parda tirqishlari nihoyatda kichik bo'lib, undan faqat erituvchi molekulalarigina o'ta oladi, erigan modda molekulalari esa o'tmaydi. Erituvchi molekulalari asosan konsentratsiyasi kam eritmadan konsentratsiyasi ko'p eritmaga o'tadi. Natijada konsentratsiyasi yuqori eritmaning sathi balandlashib, konsentratsiyasi oz eritmaning sathi pasayadi.

Erituvchi molekulalarining yarimo'tkazgich parda orqali bir tomonlama diffuziyasiga osmos deyiladi.

Osmos hodisasini to'xtatish uchun yuqori konsentratsiyali eritmaga berilishi zarur bo'lgan bosim osmotik bosim deyiladi.



4-rasm. Osmotik bosimni o'lchashga imkon beruvchi uskuna.

*a*— osmotik bosimni to'g'ridan to'g'ri o'lchashga mo'ljallangan osmometr; *1*— sopol idish va *2*— monometr. *b*— Berkeli va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni o'lchaydigan qurilma: *1*— monometr; *2*— eritma solinadigan idish; *3*— yarimo'tkazgich parda; *4*— erituvchi saqlanadigan silindr.

4- rasmda osmosni to'g'ridan to'g'ri o'lchash uchun mo'ljallangan uskuna berilgan (a). Monometr osmotik bosim o'zgarishini ko'rsatadi. Berkeli va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni o'lchaydigan qurilma esa osmotik bosim o'zgarishini monometr ko'rsatkichida aks ettiradi (b).

**Vant-Goff qonuni.** Osmos hodisasini o'rganib, Vant-Goff quyidagi qonunni kashf etdi: erigan modda gaz holatida bo'lib, eritma hajmiga teng hajmni egallaganda hosil qiladigan bosimi shu eritmaning osmotik bosimiga teng bo'ladi:

$$p = C_m R T$$

bunda:  $p$  — osmotik bosim, kPa;  $C_m$  — molar konsentratsiya, mol/l;  $R$  — gaz doimiysi 8,31;  $T$  — mutloq harorat, K.

Osmotik bosim erigan modda molar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Noelektrolit moddalarda bunday bog'lanish  $1 \cdot 10^{-2}$  mol/l konsentratsiyagacha kuzatiladi. Noma'lum modda eritmasining osmotik bosimini o'lchab, uning molar massasini aniqlash mumkin:

$$C_m = \frac{n}{V} = \frac{m}{M V}, \text{ bo'lgani uchun, } p = \frac{m R T}{M V}; \quad M = \frac{m \cdot R T}{p V},$$

bunda:  $n$  — erigan moddaning mollar soni;  $m$  — erigan moddaning massasi, g;  $R$  — universal gaz doimiysi;  $V$  — eritmaning litr soni;  $p$  — eritmaning osmotik bosimi, kPa;  $T$  — eritmaning harorati, K.

Osmos hodisasi o‘simlik va tirik organizmlar hayotida muhim rol o‘ynaydi. Osmotik bosimlari teng bo‘lgan eritmalar ni izotonik eritmalar deb, osmotik bosimi yuqori eritmalar ni gipertonik, past bo‘lgan eritmalar ni esa gipotonik eritma deb ataladi. Dengiz suvining osmotik bosimi  $2,83 \cdot 10^6$  Pa ga teng. Hayvonlar hujayralaridagi osmotik bosim 300 kPa ni tashkil etadi. Hujayralarga oziq moddalarning kirib borishi, shuningdek chiqib ketishi osmos hodisasiga asoslangan.

Ko‘p dori moddalarning ta’siri osmotik bosimning ortishi yoki kamayishiga asoslangan. Ichni yumshatuvchi dori moddalarining ta’siri oshqozonda tuzlar konsentratsiyasini oshiradi, bu esa oshqozondagi moddalarning suyulishiga olib keladi.

**Raul qonunlari.** Agar suvda uchuvchan bo‘lmagan qattiq moddalarni eritilsa, (glukoza, saxaroza, mochevina) eritma ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi toza erituvchining ustidagi to‘yingan bug‘ bosimidan har doim kichik bo‘ladi. 1887-yilda fransuz olimi Raul quyidagi qonunlarni kashf etdi.

**I qonun.** Suyultirilgan eritmalar da eritma ustidagi erituvchi to‘yingan bug‘ bosimining nisbiy pasayishi erigan modda molar ulushiga teng:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = N; \quad \frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n + n_0}; \quad N = \frac{n}{n + n_0}.$$

$$p_0 > p \quad \Delta p = p_0 - p$$

bunda:  $p_0$  — toza erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi;  $p$  — eritmadagi erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi;  $N$  — erigan moddaning molar ulushi;  $n_0$  va  $n$  — erituvchi va erigan moddaning mollar soni.

Ma’lumki, eritmaning muzlash harorati toza erituvchinikidan yuqori bo‘ladi.

**II qonun.** Eritma muzlash haroratining pasayishi erigan modda molar konsentratsiyasiga to‘g‘ri proporsional:

$$\Delta t_{muz} = k \cdot C; \quad \Delta t_{muz} = t^0_{muz} - t_{muz}$$

bunda:  $t_{\text{muz}}^{\circ}$  — toza erituvchining muzlash harorati;  $t_{\text{muz}}$  — eritmaning muzlash harorati;  $\Delta t_{\text{muz}}$  — muzlash haroratining pasayishi;  $C$  — molal konsentratsiya, mol/kg;  $k$  — krioskopik doimiylik, grad. kg/mol

Krioskopik doimiylikning fizik ma'nosi shundaki, u konsentratsiyasi 1 mol/kg bo'lgan noelektrolit modda eritmasining muzlash haroratini toza erituvchiga nisbatan necha gradusga pasayishini ko'rsatadi.

Har qanday suyuqlik uning to'yingan bug' bosimi tashqi atmosfera bosimga teng bo'lganida qaynaydi.

Eritma qaynash haroratining ortishi erigan modda molal konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir:

$$\Delta t_{\text{qay}} = E \cdot C; \quad \Delta t_{\text{qay}} = t_{\text{qay}} - t_{\text{qay}}^{\circ}$$

bunda:  $t_{\text{qay}}$  — eritmaning qaynash harorati;  $t_{\text{qay}}^{\circ}$  — toza erituvchining qaynash harorati;  $\Delta t_{\text{qay}}$  — qaynash haroratining ortishi;  $E$  — ebulioskopik doimiylik, grad.kg/mol.

Ebulioskopik doimiylik 1 kg erituvhida 1 mol noelektrolit modda eriganda eritmaning qaynash harorati toza erituvchidan necha gradusga farq qilishini ko'rsatadi.

Krioskopik va ebulioskopik doimiyliklar faqat erituvchi tabiatigagina bog'liq kattaliklardir. Suv uchun  $K = 1,86$ ;  $E = 0,52$ ; benzol uchun  $K = 5,12$ ;  $E = 2,57$ .

Eritma muzlash haroratining pasayishini yoki qaynash haroratining ortishini o'lchab, noma'lum erigan moddaning molekular massasini aniqlash mumkin:

$$\Delta t_{\text{muz}} = k \cdot C; \text{ bu yerda } C = \frac{m}{M \cdot g}; \quad \Delta t_{\text{muz}} = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{M \cdot g},$$

$$M = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{\Delta t \cdot g}; \quad M = \frac{E \cdot m \cdot 1000}{\Delta t_{\text{muz}} \cdot g},$$

bunda:  $C$  — erigan moddaning molal konsentratsiyasi;  $m$  — erigan modda massasi, g;  $g$  — erituvchining massasi, g;  $M$  — erigan moddaning molar massasi.

Eritmaning zarrachalar soniga bog'liq xossalari, ya'ni osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlari va to'yingan bug' bosimini o'zgarishi ularning kolligativ xossalari deyiladi.

Vant-Goff va Raul qonunlari faqat noelektrolit moddalarining eritmalarigagina qo'llaniladi. Agar eritmada elektrolit modda bo'lsa, elektrolitning dissotsilanishi natijasida zarrachalarning soni ortadi. Shu sababli elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi shunday konsentratsiyali noelektrolit modda eritmasinikidan yuqori bo'ladi. Yuqoridagi formulalarni elektrolitlar eritmasiga qo'llash uchun Vant-Goff izotonik koeffitsiyent (i) tushunchasini kiritdi:

$$p = i \cdot C_m \cdot R \cdot T; \quad \Delta t_{muz} = i \cdot k \cdot C_m; \quad \Delta t = i \cdot E \cdot C_m.$$

Izotonik koeffitsient elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi teng konsentratsiyali noelektrolit moddanikidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi:

$$i = \frac{\Delta p_{taj}}{\Delta p_{naz}} = \frac{\Delta t_{muz\ taj}}{\Delta t_{muz\ naz}} = \frac{\Delta t_{qay\ taj}}{\Delta t_{qay\ naz}}; \quad i = 1 + \alpha(m-1).$$

bunda:  $\alpha$  — dissotsilanish darajasi;  $m$  — har bir molekuladan ionlarning hosil bo'lish soni.

**Osmotik bosimning tibbiyotdagi ahamiyati.** Odam organizmidagi biologik suyuqliklar — qon, limfa, to'qimalardagi suyuqliklar NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> kabi past molekular moddalarning suvli eritmalaridir. Yuqori molekular moddalar eritmaları oqsillar, polisaxaridlar, nuklein kislotalar bo'lsa, eritrotsidlar, leykotsidlar va trombotsidlarning shakllanishida ishtirok etadi.

Insonning qon bosimi 37°C da 780 kPa bosimga teng bo'lib, shunday bosim 0,9% li NaCl eritmasida yuzaga keladi (0,15 mol/l), bu eritmaning osmotik bosimi qondagi bosim bilan baravar (fiziologik eritma). Ammo qonda Na<sup>+</sup> va Cl<sup>-</sup> ionlaridan tashqari boshqa ionlar, yuqori molekular birikmalar, shakllangan elementlar (eritrotsidlar, leykotsidlar, trombotsidlar) ham bor. Shuning uchun tibbiyotda qonning o'rnini bosadigan va tarkibi qon bilan bir xil bo'lgan erimalar ishlatiladi.

Achchiq tuz (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) va glauber tuzi (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O) ichni surish xossasi ham osmos hodisasiga asoslangan. Oshqozonga tushgan bu tuzlar juda yomon so'riladi. Tuzlar bosimlaridagi o'zgarishlar tufayli bu tuzlarga qarab suv harakat qiladi va surgi ta'sir yuzaga keladi.

## 6.4. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi

Bu nazariyani 1887-yilda shved olimi S.Arrenius yaratgan. Uning mohiyati quyidagilardan iborat:

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi. Bu jarayonni elektrolitik dissotsiatsiya deb ataladi.

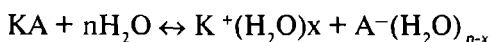
2. Elektr toki ta'sirida musbat zaryadli ionlar katodga, manfiy zaryadli ionlar anodga tortiladi. Shu sababli ularni mos ravishda kationlar va anionlar deb ataladi.

3. Dissotsiatsiya qaytar jarayondir.

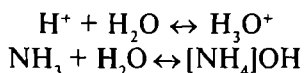
Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazadigan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga tuzlar, kislotalar va asoslarning suvdagi eritmaları kiradi.

Eritmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalarni noelektrolitlar deyiladi. Noelektrolitlarga kislorod, shakar, glukoza, mochevina kabi moddalarning suvdagi eritmaları kiradi.

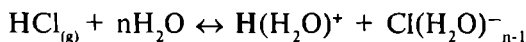
Arrenius nazariyasining kamchiligi shundaki, u erituvchi va erigan modda zarrachalarining o'zaro ta'sirlashuvini hisobga olmaydi. Vaholanki, eritmada ionlar erkin holda emas, balki gidratlangan holda bo'ladi:



Masalan, vodorod ioni eritmada gidroksoniy ioni holida bo'lishi aniqlangan:



Qutbli kovalent bog'lanishli moddalar molekularidagi atomlar orasidagi bog' qutbli suv molekulari ta'sirida bo'shashadi va dissotsiatsiya ro'y beradi:



Erituvchining ionlar orasidagi tortishuv kuchini susaytirish xossasiga dielektrik o'tkazuvchanlik deyiladi. Dielektrik o'tkazuvchanlik shu muhitda zaryadlar orasidagi tortishuv kuchi vakuumdagiga nisbatan necha marta kuchsiz ekanligini ko'rsatadi. Kulon qonuniga binoan  $e_1$  va  $e_2$  zaryadlar orasidagi masofa  $r$  bo'lsa, ular orasidagi tortishuv kuchi  $Q$  quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{e_1 \cdot e_2}{E \cdot r^2},$$

bunda:  $E$  — erituvchining dielektrik o'tkazuvchanligi.

Formuladan ko'rinib turibdiki, ayni erituvchi uchun  $E$  qancha katta bo'lsa, tortishuv kuchi shuncha kichik bo'ladi. Suvning dielektrik doimiyligi eng katta ( $E = 81$ ).

Biologik suyuqliklarda va to'qimalarda turli ionlar juda mo'l:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$  va boshqalar. Inson organizmidan doimo suv chiqib ketadi: asosan peshob orqali, qisman terlash va nafas olish sistemasi orqali yo'qotiladi. Ayniqsa peshob tarkibida anorganik ionlar ko'p bo'ladi. Organizmda suv almashinuvi tuzlarning kirib kelishi va chiqib ketishiga bog'liq.

### 6.5. Dissotsilanish darajasi

Ionlarga ajralgan molekularlar sonining umumiy molekularlar soniga nisbati dissotsilanish darajasi deyiladi:

$$\alpha = \frac{n}{N},$$

bunda:  $\alpha$  — dissotsilanish darajasi;  $n$  — ionlarga ajralgan molekularlar soni;  $N$  — umumiy molekularlar soni.

Kuchli elektrolitlar eritmasida molekularlar ionlarga to'la dissotsilangan. Ularda  $\alpha$  ning qiymati 30 % dan yuqori bo'ladi. Kuchli elektrolitlarga:

— kuchli kislotalar  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  lar kiradi;

— kuchli asoslarga I va II guruh metallarining asoslari olinishi mumkin ( $\text{Be}(\text{OH})_2$  va  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  dan tashqari);

— barcha suvda eruvchan tuzlar ham kuchli elektrolitlarga kiradi. Ba'zi elektrolitlarning 0,1 n eritmaları uchun dissotsilanish darajasi 12-jadvalda keltirilgan. Bu qiymatlarga qarab elektrolitlar kuchi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin.

Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsilanish darajasi 3% dan kam qiymatga ega bo'ladi. Kuchsiz elektrolitlarga:

**18°C da elektrolitlarning 0,1 n eritmalari uchun dissotsialanish darajasining qiymatlari**

| Elektrolit                     | $\alpha$ , % | Elektrolit          | $\alpha$ , % |
|--------------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| H <sub>2</sub> S               | 0,07         | HNO <sub>3</sub>    | 92           |
| HgCl <sub>2</sub>              | 1,0          | HI                  | 92           |
| NH <sub>4</sub> OH             | 1,34         | HCl                 | 91           |
| CH <sub>3</sub> COOH           | 1,34         | KOH                 | 91           |
| HF                             | 8,5          | NaOH                | 91           |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | 27           | KCl                 | 86           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> | 34           | NaCl                | 86           |
| CuSO <sub>4</sub>              | 38           | NaNO <sub>3</sub>   | 83           |
| MgSO <sub>4</sub>              | 42           | Ba(OH) <sub>2</sub> | 77           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 58           | CaCl <sub>2</sub>   | 75           |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 72           | Ca(OH) <sub>2</sub> | 75           |

— barcha organik kislotalar (R-COOH) va asoslar (R-NH<sub>2</sub>; R<sub>2</sub>NH; R<sub>3</sub>N);

— kuchsiz asoslar (d- elementlar gidoksidlari va NH<sub>4</sub>OH).

— ba'zi anorganik kislotalarni: H<sub>2</sub>S, HNO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, HClO, HCN, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> olish mumkin.

Ba'zi organik va anorganik kislotalar esa o'rtacha kuchli elektrolitlar qatoriga kiritiladi: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, HCOOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Dissotsialanish jarayoni eritma konsentratsiyasiga, elektrolit tabiatiga va haroratga bog'liq. Harorat ortishi dissotsialanish darajasining qiymati yuqori bo'lishiga olib keladi. Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsialanish darajasi konsentratsiya kamaysa ortadi (13-jadval).

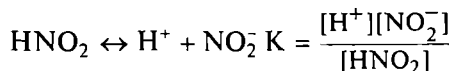
13- jadval

**25°C da sirka kislota eritmasi uchun dissotsialanish darajasining eritma konsentratsiyasiga bo'g'liqligi**

|              |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|
| C,M          | 0,2  | 0,1  | 0,05 | 0,01 | 0,005 | 0,001 |
| $\alpha$ , % | 0,95 | 1,40 | 1,90 | 4,20 | 6,00  | 12,40 |



Dissotsialanish jarayonini dissotsialanish konstantasi bilan tavsiflash mumkin:



$K$  — elektrolitning dissotsilanish konstantasi;  $[\text{H}^+]$  va  $[\text{NO}_2^-]$  — ionlarning molar konsentratsiyasi;  
 $[\text{HNO}_2]$  — dissotsiyalanmagan kislotaning konsentratsiyasi.  
 Kislota va asoslarning dissotsialanish konstantalari 14- jadvalda keltirilgan.

14- jadval

**Ba'zi elektrolitlarning dissotsilanish konstantalari (25°C da)**

| Kislotalar               | K                          | Asoslar                           | K                         |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| HCN                      | $7,2 \cdot 10^{-10}$       | $\text{NH}_4\text{OH}$            | $1,76 \cdot 10^{-5}$      |
| $\text{HNO}_2$           | $4 \cdot 10^{-4}$          | $\text{Ca}(\text{OH})_2$          | $4 \cdot 10^{-2}$         |
| $\text{H}_2\text{S}$     | $k_1 = 1 \cdot 10^{-7}$    | $\text{Zn}(\text{OH})_2$          | $k_1 = 4,4 \cdot 10^{-5}$ |
|                          | $k_2 = 2,5 \cdot 10^{-3}$  |                                   | $k_2 = 1,5 \cdot 10^{-9}$ |
| $\text{H}_2\text{CO}_3$  | $k_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$  | $\text{Pb}(\text{OH})_2$          | $k_1 = 9,6 \cdot 10^{-4}$ |
|                          | $k_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$ |                                   | $k_2 = 3 \cdot 10^{-8}$   |
| $\text{H}_3\text{PO}_4$  | $k_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$  | $\text{NH}_2\text{OH}$            | $1 \cdot 10^{-3}$         |
|                          | $k_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$  | $\text{N}_2\text{H}_4$            | $3 \cdot 10^{-6}$         |
|                          | $k_3 = 5 \cdot 10^{-10}$   | $\text{CH}_3\text{NH}_2$          | $4,4 \cdot 10^{-4}$       |
| $\text{HCOOH}$           | $1,4 \cdot 10^{-4}$        | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ | $3,8 \cdot 10^{-10}$      |
| $\text{CH}_3\text{COOH}$ | $1,74 \cdot 10^{-5}$       | $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$    | $1,70 \cdot 10^{-9}$      |

Dissotsialanish konstantasi o'zgarmas haroratda ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasining muvozanatdagi ayni elektrolit konsentratsiyasiga nisbatidir.

$K$  elektrolit tabiati va haroratga bog'liq.  $K$  qiymati qancha kichik bo'lsa, elektrolit kuchsiz hisoblanadi.

Dissotsialanish darajasi bilan dissotsialanish konstantasi orasida quyidagi bog'lanish bor.

Agar  $[\text{H}^+] = \alpha \cdot C$ ;  $[\text{NO}_2^-] = \alpha \cdot C$ ;  $[\text{HNO}_2] = (1 - \alpha) \cdot C$ ,

$$K = \frac{C \cdot \alpha \cdot C \cdot \alpha}{(1 - \alpha) \cdot C} = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}; \quad K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}.$$

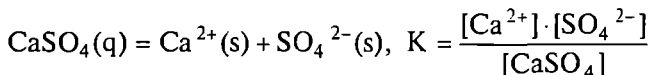
Bu tenglama Ostvaldning suyultirish qonunini ifodalovchi tenglama deyiladi.  $\alpha$  ning qiymati qanchalik katta bo'lsa,  $K$  ning qiymati ham shuncha katta bo'ladi. Juda kuchsiz elektrolitlar uchun  $1-\alpha = 1$  bo'lsa,  $K = \alpha^2 \cdot C$  qiymatga teng bo'ladi:

$$\alpha = \sqrt{K/C}.$$

Agar konsentratsiya 100 marta kamaysa, dissotsialanish darajasi 10 marta ortadi.

## 6.6. Eruvchanlik ko'paytmasi

Qiyin eriydigan moddalarning ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$  va boshqalar) to'yingan eritmasida cho'kma bilan erigan modda ionlari o'rtasida muvozanat qaror topadi. Masalan,  $25^\circ\text{C}$  da  $\text{CaSO}_4$  eritmasida:



Kasrning maxrajidagi  $K \cdot [\text{CaSO}_4] = K_1$  o'zgarmas qiymatga uning eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deyiladi.

Ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to'yingan eritmasida ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi o'zgarmas son bo'lib shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi.

*EK* — haroratga bog'liq bo'lgan kattalik:

$$EK = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 2,25 \cdot 10^{-4}$$

Juda ko'p moddalar uchun *EK* qiymati berilgan (15- jadval) va u moddalarning eruvchanligini hisoblashlarda ishlatiladi. Quyidagi jadvalga ko'ra eng yomon eriydigan birikma  $\text{HgS}$  deyish mumkin.

*15- jadval*

### $25^\circ\text{C}$ da ba'zi qiyin eruvchan tuzlarning eruvchanlik ko'paytmasi

| Birikmalar      | Eruvchanlik ko'paytmasi | Birikmalar               | Eruvchanlik ko'paytmasi |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| $\text{CaSO}_4$ | $2,25 \cdot 10^{-4}$    | $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | $1 \cdot 10^{-17}$      |
| $\text{CaCO}_3$ | $5 \cdot 10^{-9}$       | $\text{FeS}$             | $5 \cdot 10^{-18}$      |
| $\text{BaSO}_3$ | $1,1 \cdot 10^{-10}$    | $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | $2,2 \cdot 10^{-20}$    |
| $\text{AgCl}$   | $1,8 \cdot 10^{-10}$    | $\text{ZnS}$             | $1 \cdot 10^{-23}$      |
| $\text{MnS}$    | $2,5 \cdot 10^{-10}$    | $\text{CuS}$             | $6 \cdot 10^{-36}$      |
| $\text{AgBr}$   | $6 \cdot 10^{-13}$      | $\text{Cu}_2\text{S}$    | $1 \cdot 10^{-48}$      |
| $\text{AgI}$    | $1 \cdot 10^{-16}$      | $\text{HgS}$             | $1 \cdot 10^{-52}$      |

Qator farmatsevtik preparatlar tahlilida cho'ktirish usuli keng qo'llaniladi, bu usul yomon eriydigan moddalarning eruvchanligiga asoslangan. Klinik tahlilda ham peshob tarkibini aniqlashda, oshqozon shirasi tekshirilganda, qon tarkibi va sanitariya- gigiyena tekshiruvlarida cho'ktirish usuli keng ko'lamda ishlatiladi.

Moddalarning suvdagi eruvchanligi va uning toksik ta'siri orasida bog'liqlik bor. Agar organizmga ko'p miqdorda  $Al^{3+}$  kiritilsa, erimaydigan fosfatlar hosil bo'lishi hisobiga raxit paydo bo'ladi.

## 6.7. Ionli reaksiyalar va ionlar muvozanatining siljishi

Barcha elektrolitlar ishtirokida amalga oshadigan reaksiyalar ionlar orasida sodir bo'ladi. Bunday reaksiyalar ionli reaksiyalardir. Ion almashinish reaksiyalariga quyidagilar kiradi:

1. Neytrallanish reaksiyalari. Kislota va asoslarning o'zaro ta'siri tufayli tuz va suv hosil bo'lish reaksiyasidir:

$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$  (reaksiyaning molekular tenglamasi)

$2Na^+ + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = 2Na^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O$  (to'liq ionli tenglama)

$OH^- + H^+ = H_2O$  (qisqartirilgan ionli tenglama)

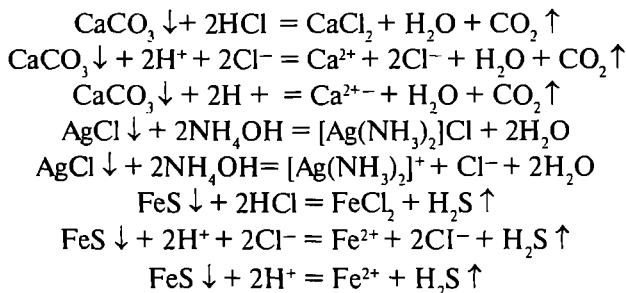
2. Reaksiya paytida kuchsiz elektrolitlarning hosil bo'lishi ham ion almashinuv reaksiyalari tufayli sodir boladi:

$KCN + HCl = HCN + KCl$      $K^+ + CN^- + H^+ + Cl^- = HCN + K^+ + Cl^-$   
 $CN^- + H^+ = HCN$

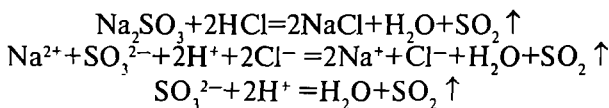
3. Reaksiya davomida yomon eriydigan moddalar hosil bo'lishi yuz bersa:

$Na_2CO_3 + CaCl_2 = CaCO_3 \downarrow + 2NaCl$   
 $2Na^+ + CO_3^{2-} + Ca^{2+} + 2Cl^- = CaCO_3 \downarrow + 2Na^+ + 2Cl^-$   
 $CO_3^{2-} + Ca^{2+} = CaCO_3 \downarrow$

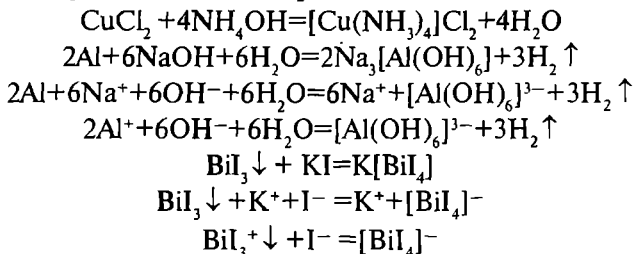
4. Ba'zi reaksiyalarda reaksiya boshida olingan cho'kma reaksiya davomida eritmaga o'tishi mumkin. Bu paytda eruvchanlik yaxshilanadi yoki reaksiya davomida gaz modda hosil bo'lishi kuzatiladi.



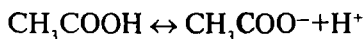
5. Reaksiya paytida gaz moddalarning hosil bo'lishi orqali ham ion almashinish reaksiyalari yuzaga keladi:



6. Reaksiya davomida kompleks birikmalar hosil bo'lsa:



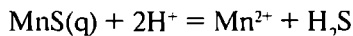
Ionlar orasidagi reaksiyalar doimo muvozanatda bo'ladi. Agar sirka kislota eritmasiga natriy atsetat qo'shilsa muvozanat chapga, ya'ni molekullar hosil bo'lishi tarafiga qarab siljiydi:



Eritmaga kuchsiz elektroliti bilan bir xil ionga ega bo'lgan elektrolit qo'shilsa, muvozanat kuchsiz elektrolitning dissotsiylanish darajasi kamayish tarafiga qarab suriladi. Agar sirka kislota eritmasiga biror kuchli kislota, masalan, HCl qo'shilsa, muvozanat ionlar konsentratsiyasini kamayishi (chapga) tarafiga qarab siljiydi.

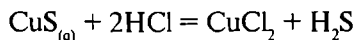
Ionlar konsentratsiyasi ortishi uchun bu eritmaga ishqor qo'shish kerak bo'ladi.

Kam eriydigan tuz  $\text{MnS}(\text{q})$  xlorid kislotada eritilsa, erish jarayoni oson sodir bo'ladi:  $\text{MnS}(\text{q}) + 2\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$



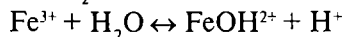
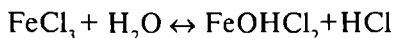
Eruvchanlik ko'paytmasiga ko'ra  $E_{K_{\text{MnS}}} = 2,5 \cdot 10^{-10}$  ga teng.  $K_{\text{H}_2\text{S}} = 6 \cdot 10^{-22}$ . Shuning uchun muvozanat o'ngga surilgan.

Shunday muvozanat mis sulfidi va xlorid kislotasi eritmasi orasida sodir bo'lishi kuzatilsa:



$E_{K_{\text{CuS}}} = 6 \cdot 10^{-36}$ ; bu qiymat  $\text{H}_2\text{S}$  ning dissotsiyanlash konstantasidan ancha kichik, shuning uchun muvozanat bu jarayonda chapga siljigan. Mis sulfidi xlorid kislotasida erimaydi.

Ba'zan gidroliz reaksiyalaridagi muvozanatning siljishiga ham ionlarning qo'shilishi ta'sir etadi:



Muvozanatni o'ngga siljitish uchun suyultirish yoki  $\text{H}^+$  ionlarini bog'lash, ya'ni ishqor qo'shish kerak. Muvozanatni chapga surilishi uchun esa eritmadagi  $\text{H}^+$  ionlarini ko'paytirish talab etiladi.

Neytrallanish reaksiyalari laboratoriyalarda oshqozon shirasi kislotaligini aniqlashda, xlorid, sulfat, borat kislotasi kabi anorganik kislotalarni, sirka, benzoy, limon, salitsilga o'xshash organik kislotalarining miqdoriy aniqlash uchun ishlatiladi.

## 6.8. Suvning ion ko'paytmasi

Suv ham kuchsiz elektrolitlarga kiradi. Suv molekulasini oz bo'lsada ionlarga dissotsilanadi:



Suv uchun dissotsiyanlash konstantasining qiymati yozilsa:

$$K_D = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16} (20^\circ\text{C})$$

Agar shu qiymat asosida  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  ko'paytma topilsa, u suvning ion ko'paytmasi deyiladi.

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_D \cdot [\text{H}_2\text{O}] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{1000}{18} = 1 \cdot 10^{-14}$$

$K_w$  — suvning ion ko'paytmasi;  $K_d = 1,8 \cdot 10^{-16}$

Agar eritmada vodorod va gidroksil ionlari konsentratsiyasi teng  $[H^+] = [OH^-]$  bo'lsa, muhit neytral hisoblanadi. Bunda  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  mol/l ga teng bo'ladi.

Agar muhit kislotali bo'lsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan katta bo'lib,  $[H^+] > 10^{-7}$  bo'ladi.

Agar muhit ishqoriy bo'lsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan kichik bo'lib,  $[H^+] < 10^{-7}$  bo'ladi.

Lekin vodorod ionlari konsentratsiyasi orqali hisoblashlarda juda kichik sonlar ishlatilgani uchun bunday hisoblar anchagina qiyinchiliklar yuzaga keltiradi. Hisoblashlarni osonlashtirish uchun vodorod ko'rsatkich yoki pH qabul qilingan.

Vodorod ko'rsatkich yoki pH deb, vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan o'nli logarifmi tushuniladi:

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

Shunga o'xshash  $pOH = -\lg[OH^-]$ .

Toza suvning pH qiymati  $pH = -\lg[10^{-7}] = -(-7) \lg 10 = 7$  ga teng. Hisoblashlarga ko'ra kislotali muhit uchun pH qiymati 0 dan 7 gacha o'zgaradi.

Ishqoriy muhitda esa pH qiymati 7 dan 14 gacha bo'lgan sonlarni qabul qiladi.

$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$  qiymat logarifmlansa, unda  $pH + pOH = 14$  ga teng.

Oxirgi tenglama pH ma'lum bo'lsa, pOH ni yoki teskarisini topishga imkon beradi.

## 6.9. Indikatorlar haqida tushuncha

Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasiga qarab o'z rangini o'zgartiradigan moddalar indikator deyiladi. Indikatorlar bir rangli yoki ikki rangli indikatorlarga bo'linadi. Masalan, lakmus ikki rangli indikatorga kiradi, chunki u o'z rangini kislotali muhitda ham va ishqoriy muhitda ham o'zgartiradi.

Fenoltalein indikator bir rangli indikatordir. Bu indikator o'z rangini faqat ishqoriy muhitda o'zgartiradi.

Universal indikator bir necha indikatorlar to'plamidan iborat bo'lib, uning rangi anchagina keng chegarada o'zgaradi. Rangli jadval bilan solishtirish orqali bu indikator pH ni 0 dan 14 gacha  $\pm 1$  aniqlikda topishga imkon beradi.

Hozirgi paytda elektrometrik va kolorimetrik usulda pH ni aniqlash usullari ancha aniq usullardan hisoblanadi.

**pH ning tibbiyotdagi ahamiyati.** Biologik suyuqliklar, to'qimalar pH qiymati o'zgaras qiyamatga ega bo'ladi. 16-jadvalda ba'zi biologik suyuqliklarning pH qiymati keltirilgan.

*16- jadval*

**Ba'zi biologik suyuqliklarning pH qiymati**

| Biosuyuqliklar                              | Me'yordagi pH | Biosuyuqliklar               | Me'yordagi pH      |
|---------------------------------------------|---------------|------------------------------|--------------------|
| Teri(hujayralar ichi),<br>har xil qatlamlar | 6,2-7,5       | Ingichka ichak<br>O't pufagi | 7,0-8,0<br>6,6-6,9 |
| Siydik                                      | 4,8-7,5       | Umurtqamiya<br>suyuqligi     | 7,40+0,05          |
| Tufuk                                       | 6,35-6,85     | Ko'z yoshlari                | 7,40+0,1           |
| Oshqozon shirasi                            | 0,9-1,1       | Sut                          | 6,6-6,9            |
| Oshqozon osti bezi<br>shirasi               | 7,5-8,0       | Qon zardobi                  | 7,4+0,05           |

Bu jadvalga ko'ra odam organizmidagi turli suyuqliklarning pH qiymati anchagina keng chegarada o'zgaradi. Oshqozon shirasining pH qiymati 1 ga yaqin bo'lgan holda qon zardobining pH qiymati 7,4 ekanligi ma'lum.

Qondagi, umurtqa pog'onasi, miya suyuqligining pH qiymati, ko'z yoshlari, oshqozon shirasi doimiy pH qiymatiga ega. Biologik suyuqliklarda pH ning doimiyligi bufer tizimlar tufayli ushlab turiladi.

Ba'zan to'qimalarda ketayotgan reaksiyalardagi fermentlarning biologik faolligi suyuqliklarning pH qiymatiga bog'liq. Oshqozon shirasi fermenti pepsinning faolligi  $\text{pH}=1$  eng faol hisoblanadi. Oqsillar va peptidlar girolizini kuchaytiradigan oshqozon osti bezlari — tripsin va ximiotripsinning faolligi kuchsiz ishqoriy muhitda yuqoridir.

Qondagi pH ning odatdagi holatdan ( $\text{pH}=7,4$ ) kislotali muhitga qarab o'zgarishi asidoz deyiladi. Agar o'zgarish ishqoriy muhitga qarab borsa alkaloz deb ataladi.

Oshqozon shirasining muhitini aniqlash klinik tekshiruvlarda katta ahamiyatga ega hisoblanadi.

## 6.10. Kislota va asoslar to'g'risidagi zamonaviy tasavvurlar

Arrenius nazariyasiga ko'ra kislotalar dissotsilanganda  $\text{H}^+$  kationi hosil qiladigan moddalardir. Asoslar dissotsilanganda  $\text{OH}^-$  anioni hosil bo'ladi. Sharoitga qarab ham  $\text{H}^+$  va ham  $\text{OH}^-$  anioni hosil qiladigan moddalar amfoter elektrolitlar deyiladi.

Lekin bunday qarashlar anchagina kamchiliklarga ega bo'lib, ulardan eng muhimlari:

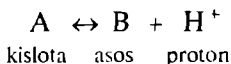
- dissotsilanish sababini va bunda erituvchining o'rni hisobga olinmagan;

- kislota va asoslarning ta'rifi ham juda to'g'ri emas. Shunday organik moddalar borki (sulfadimezin) ular vodorod ionini ajratmaydi, lekin kislota xossalariga ega;

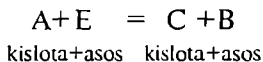
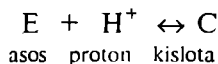
- ayni paytda trimetilamin, geksametilentetramin, amidopirin kabi birikmalar gidroksil guruhiga ega emas, lekin asos xossalarini namoyon etadi;

- bu nazariyani suvsiz elektrolitlar hamda kuchli elektroltlarga qo'llab bo'lmaydi.

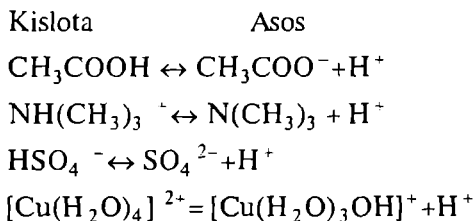
**Brensted-Louri ta'rifi.** 1923-yil daniyalik olim Brensted va ingliz olimi Louri tomonidan ishlab chiqilgan. Agar sistema o'zidan proton ajratsa (protonlar donori) kislota, agar o'zi proton bilan biriksa asos hisoblanadi. Demak, neytrallanish reaksiyasi protonning kislotadan asosga o'tishi bilan sodir bo'ladi. Protonni yo'qotib kislota asosga aylanadi, chunki hosil bo'lgan modda proton biriktirib kislotaga aylanadi:



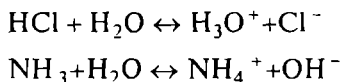




Neytrallanish reaksiyasi protonga ega bo'lish uchun ketadigan konkurent reaksiyadir. *A* va *B* tutash sistema deyiladi. Kislota va asoslar neytral molekullar, musbat yoki manfiy ionlar bo'lishi mumkin:



Brensted – Louri ta'rifiga ko'ra suv, ammiak amfoter elektrolit hisoblanadi. Chunki u kuchli asoslar ishtirokida o'zini kislota, kuchli kislotalar ishtirokida asos xossasini namoyon etadi:



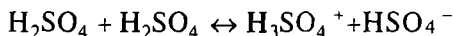
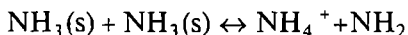
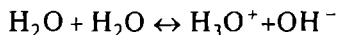
Barcha bu jarayonlar muvozanatda bo'lib, moddalarning proton berish qobiliyatiga bog'liq. HCl eritmasida muvozanat o'ngga surilgan, chunki HCl protonlarning donori hisoblanadi.  $\text{Cl}^-$  ioni HCl nisbatan kuchsiz asosdir.  $\text{NH}_3$  ishtirokida kuchsiz kislota  $\text{H}_2\text{O}$  ga kuchli asos  $\text{OH}^-$  to'g'ri keladi.

Kislotalarning kuchi ularning dissotsilanish konstantasi bilan tavsiflanadi. Odatda, kislotalarning dissotsilanish konstantasi ( $K_a$ ) emas, balki uning logarifmi olinadi ( $\text{p}K_a$ ). Indeksdagi «a» asidum - kislota so'zining bosh harfidan olingan. Masalan,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  uchun  $\text{p}K_a = 4,76$ .  $\text{NH}_4\text{OH}$  uchun  $\text{p}K_b = 4,75$ .

Shunga o'xshash asoslar uchun ham asoslik konstantasi mavjud, u ham  $K_b$  deb belgilanadi, «b» indeksi base — asos so'zining bosh harfidan olingan. Asoslarda ham ko'pincha bu qiymat o'miga

uning logarifmi ( $pK_b$ ) olinadi. Masalan, rux gidroksidi uchun  $pK_b = 4,36$  va  $pK_b = 8,83$  ga teng.

**Erituvchilar sistemasi ta'rifi.** Bu ta'rifga ko'ra kislota ayni erituvchida kation hosil qiladigan moddadir:



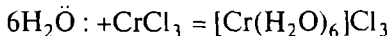
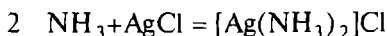
Eriganda o'z kationlarining konsentratsiyasini oshiradigan erituvchilar kislotalar, o'z anionlari konsentratsiyasini oshiradigan erituvchilar asoslar deyiladi. Ko'pgina reaksiyalar eritmada ketgani uchun bunda erituvchining xossalarini bilish juda muhimdir.

Tarkibida proton tutgan va ozmi yoki ko'pmi kislota xossasiga ega bo'lgan erituvchilar proton erituvchilar deyiladi. Proton erituvchilar o'z-o'zidan ionlasha oladi ( $H_2O$ ,  $H_2SO_4$  va boshqalar). Proton erituvchilarda erigan modda zarrachalari nafaqat erituvchi zarrachalari balki autodissotsilanish jarayonida yuzaga kelgan kation va anionlar bilan o'ralgan.

Aproton erituvchilar sifatida qutbliligi kam yoki kuchsiz qutblangan dissotsilanmaydigan lekin kuchsiz solvatatsiyaga uchraydigan suyuqliklar kiradi ( $CCl_4$ ,  $C_6H_6$  va boshqalar).

Dissotsiylanmaydigan lekin kuchli solvatlanadigan qutbli erituvchilar (dimetilformamid, dimetilsulfoksid va boshqalar) hamda kuchli qutblangan autodissotsilanadigan erituvchilar kiradi ( $POCl_3$ ,  $BrF_3$  va boshqalar).

**Lyuys ta'rifi.** 1923-yil amerikalik kimyogar Lyuis taklifiga ko'ra kislota elektron juft akseptorlaydigan modda, asos bo'lsa elektron juft beradigan moddadir. Kislota va asosning o'zaro ta'siri donor-akseptor mexanizm bo'yicha boradi:



Ammiak bo'linmagan elektronlar juftiga ega bo'lgani uchun asos bo'ladi, koordinatsion to'yinmagan modda  $AgCl$  kislota hisoblanadi.

Lyuis fikricha barcha odatdagi ligandlar ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar) asoslar hisoblanib, barcha metallarning ionlari kislotalardir. Metall ionining ligandga munosabati lyuis kislotaligi deyiladi. Ayni holatda ligandning metall ion bilan bog' hosil qilish qobiliyati lyuischa asoslik deyiladi. Lyuisning kislotaligi va asosligi juftining tabiatiga qarab o'zgarishi mumkin.

Metall ionlarining ligandga munosabatiga qarab ikkiga bo'lish mumkin. Birinchi guruh metallar yengil ligandlar bilan donor akseptor mexanizm bo'yicha eng barqaror bog' hosil qilishi mumkin. Bu bog'ning mustahkamligi ligandning massasi ortgan sari kamayadi ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NR}_3$ ,  $\text{R}_3\text{P}$ ,  $\text{R}_3\text{As}$ ,  $\text{R}_3\text{Sb}$ ).

I guruhga ishqoriy va ishqoriy yer metallarining ionlari kiradi, shuningdek  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ . Bu guruh metall ionlari (kislotalar) kam qutblanadi va yengil hamda kam qutblanadigan ligand (asos)lar bilan ta'sirlashadi. Bunday kislota va asoslar qattiq hisoblanadi.

II guruhga og'ir metallar ionlari kiradi. Masalan,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{4+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^+$  ionlari kiradi. Bu guruh metall ionlari va ligandlari katta hajmga ega, oson qutblanadi. Ana shunday kislota va asoslar yumshoq hisoblanadi.

## **6.11. Aktivlik, aktivlik koeffitsiyenti. Eritmaning ion kuchi**

**Kuchli elektrolitlar.** Kuchli elektrolitlar eritmalarida ionlar konsentratsiyasi yuqoriligi sababli eritmadagi elektrostatik ta'sir ancha kuchli hisoblanadi. Kuchli elektrolitlar nazariyasi P. Debye va E. Hückel tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, ionlar orasidagi elektrostatik ta'sirning eritma xossalariga ta'sirini tushuntiradi.

Bu nazariya asosida har bir ion atrofida qarama-qarshi zaryadli ion atmosferasi borligi asos qilib olingan. Ion atmosferasining hosil bo'lishi, bir xil zaryadlangan ionlarning bir-biridan qochishi va har xil zaryadli ionlarning o'zaro tortilishiga asoslangan. Ana shu hodisa tufayli har bir ion qarama-qarshi zaryadli ionlar bilan o'ralgan. Ion atmosferasining zichligi markaziy ionda eng yuqori

bo'lib undan uzoqlashgan sari kamayadi. Ion atmosferasining zichligi va o'lchami elektrolit eritmasining termodinamik xossalariga bog'liq.

Odatda, kuchsiz kislota va asoslarning dissotsilanish konstantasi o'zgarmas haroratda doimiy qiymatga ega. Lekin elektrolit konsentratsiyasi oshganda ( $C > 0,2 \text{ mol/l}$ ) eritmadagi ionlar soni ortib, ularning o'zaro va erituvchi molekulari bilan ta'siri kuchiyadi, bu esa elektrolit dissotsilanish konstantasini o'zgarishiga olib keladi.

Konsentratsiya va ion kuchi o'zgarishi bilan dissotsilanish konstantasidagi o'zgarishlarni tavsiflaydigan kattalik aktivlik deyiladi.

1907-yil amerikalik olim Luyis konsentratsiyani to'laroq ifodalash uchun aktivlik tushunchasini kiritdi. Aktivlik shunday kattalik bo'lib, uni massalar ta'sir qonuni ifodasiga qo'yilsa bu tenglama har qanday konsentratsiyada o'rinli bo'lib qoladi. Demak, aktivlik haqiqiy konsentratsiyadir. Aktivlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\alpha = \gamma \cdot C.$$

Bunda:  $\alpha$  — erigan moddaning aktivligi, mol/l,  $C$  — erigan moddaning konsentratsiyasi,  $\gamma$  — aktivlikning molar koeffitsiyenti (u o'lchamsiz kattalik).

Agar molal konsentratsiya olinsa, aktivlik koeffitsiyenti molal aktivlik koeffitsiyenti deyiladi.

Agar konsentratsiya o'rniga aktivlik qo'yilsa dissotsilanish konstantasi konsentratsiyaga bog'liq bo'lmay qoladi. Masalan, HA kislota uchun dissotsilanish konstantasini aktivlik bilan bog'lash mumkin:

$$K_{\alpha} = \frac{\alpha_{H^+} \cdot \alpha_{A^-}}{\alpha_{HA}} = \frac{[H^+] \cdot \gamma_{+} \cdot [A^-] \cdot \gamma_{-}}{[HA] \cdot \gamma_{HA}},$$

$K_{\alpha}$  — termodinamik dissotsilanish konstantasi deyiladi. Bu qiymat eritmadagi ion kuchiga bog'liq emas.

Suyultirilgan eitmalarda aktivlik koeffitsiyenti birga teng, aktivlik va molarlik o'zaro teng bo'ladi. Demak, aktivlik ideal eritmalarining real eritmalaridan farqini baholashda qo'llanilishi mumkin. Aktivlik koeffitsiyenti eritmaning ion kuchiga bog'liq bo'lib, elektrolit tabiatiga bog'liq emas. Turli zaryadli ionlarning kuchi 17 -jadvalda keltirilgan.

**Eritmalardagi turlicha zaryadlangan ionlarning aktivlik  
koeffitsiyentlarining qiymati**

| Eritmaning ion<br>kuchi | Ionlarning aktivlik koeffitsiyenti |               |              |
|-------------------------|------------------------------------|---------------|--------------|
|                         | Bir zaryadli                       | Ikki zaryadli | Uch zaryadli |
| O                       | 1,0                                | 1,00          | 1,00         |
| 0,001                   | 0,97                               | 0,87          | 0,73         |
| 0,002                   | 0,95                               | 0,82          | 0,64         |
| 0,005                   | 0,93                               | 0,74          | 0,51         |
| 0,01                    | 0,90                               | 0,66          | 0,39         |
| 0,05                    | 0,81                               | 0,44          | 0,15         |
| 0,10                    | 0,76                               | 0,33          | 0,08         |

Eritmaning ion kuchi — elektrolit eritmasidagi ionlarning elektrostatik ta'sirini tavsiflab beradigan kattalikdir. Ion kuchi qiymati barcha ionlar konsentratsiyasi va zaryadi ko'paytmasining yig'indisini yarmiga teng:

$$I = \frac{(C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + C_3 Z_3^2 + \dots)}{2}$$

Bunda  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  eritmada har xil ionlarning molar konsentratsiyalari;  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  — ionlarning zaryadlari.

Kuchsiz elektrolitlar ion kuchuni topish uchun uning konsentratsiyasi dissotsialanish darajasiga ko'paytiriladi. Dissotsialanmagan molekullarning ion kuchi nolga teng.

**Eritmalarning tibbiyotdagi ahamiyati.** Biologik suyuqliklar va to'qimalar tarkibida  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  va boshqa qator ionlar bor. Ko'p biokimyoviy jarayonlar va yuqori molekular moddalarning tirik organizmdagi barqarorligi ionlar tabiatiga, konsentratsiyasiga va eritmada boradigan jarayonlarga bog'liq.

Odam organizmi doim suv yo'qotadi. Bu suv terlash, nafas olish va peshob orqali chiqib ketadi. Ayniqsa peshob orqali tuzlarning ionlari organizmdan tashqariga chiqadi. Lekin shunga qaramay to'qimalarda ionlar konsentratsiyasi o'zgarmaydi (ionli

gemostaz). Ionlarning organizmga kirishi va chiqib ketishi undagi suvning aylanib turishiga bog'liqdir.

Agar organizm uzoq vaqt chanqab yursa yoki suv yetishmagandagi doimiy tashnalikda to'qimalardagi suv ham kamayadi. Endi to'qimalarda ionlar konsentratsiyasi ortib ketadi, bu esa ionlarning asosan peshob orqali chiqib ketishiga olib keladi.

Eritmada  $K^+$  ionlarining almashinuvi nerv va muskul to'qimalarining faoliyati uchun kerak. Ovqatlanish orqali  $K^+$  ionlarining kerakli miqdori organizmga kirib turadi. Hujayra ichida  $K^+$  ionlarining kamayib ketishi vaqtinchalik falaj yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Agar ionlar konsentratsiyasi odatdagi holatga kelsa, kasallik o'tib ketadi.

## 6-bobga oid savol va masalalar

1. 15% sulfat kislota eritmasidan 150 g tayyorlash uchun 10% ( $\rho_1 = 1,092$  g/ml) va 25% ( $\rho_2 = 1,177$  g/ml)  $H_2SO_4$  eritmalarining har qaysisidan necha ml kerak? (*Javob:* 91,5 ml 10% li eritma, 42,5 ml 5% eritma).

2. Kaliy gidroksidning 50% li 2 l eritmasiga ( $\rho = 1,54$  g/ml) necha l suv qo'shilganda 20% eritma hosil bo'ladi? (*Javob:* 4,62 l).

3. 26% li KOH eritmasiga ( $\rho = 1,24$  g/ml) molar konsentratsiyasini hisoblang. (*Javob:*  $C_m = 5,76$ ).

4. 200 ml 60% li NaOH eritmasiga ( $\rho = 1,64$  g/ml) 300 ml suv qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning ( $\rho_2 = 1,34$  g/ml) foiz va molar konsentratsiyalarini hisoblang. (*Javob:* 31,8%; 10,49 mol/l).

5. 250 ml 2,1 M  $H_2SO_4$  eritmasini tayyorlash uchun 20% li eritmadan ( $\rho = 1,143$  g/ml) necha ml kerak? (*Javob:* 112,5 ml).

6. 30% li 150 ml  $H_2SO_4$  eritmasidan ( $\rho = 1,22$  g/ml) necha l 0,1 M eritma tayyorlash mumkin? (*Javob:* 5,6 l).

7. 3 l 0,5 n  $HNO_3$  eritmasidan necha l 0,25 n eritma tayyorlash mumkin? (*Javob:* 6 l).

8. 30 ml 0,1 n ishqor eritmasini neytrallash uchun 12 ml kislota sarflandi. Kislotaning normalligini hisoblang. (*Javob:* 0,25 n).

9. 62% li 5 l  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  eritmasidan ( $\rho = 1,12$  g/ml) temir (III) gidroksidni to'la cho'ktirish uchun 12 n ammiak eritmasidan qancha kerak?

10. 20 g glukozaga 140 g suvda eriganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini hisoblang (*Javob:* 12,5%).

11.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ning 8% li 5 l eritmasini tayyorlash uchun ( $\rho = 1,075 \text{ g/ml}$ ) necha g  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  kerak? (*Javob:* 430 g).

12. 200 g 50% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan 50 g suv bug'latilgan. Hosil bo'lgan eritmadagi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning foiz konsentratsiyasini aniqlang (*Javob:* 66,7%).

13. 100 ml 1 n eritmadan qancha 0,05 n eritma tayyorlash mumkin? (*Javob:* 2 l).

14. Tarkibida 16 g NaOH bo'lgan eritmani neytrallash uchun 10% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan ( $\rho = 1,07 \text{ g/ml}$ ) qancha kerak? (*Javob:* 183 ml).

15. 200 ml 1 n  $\text{CaCl}_2$  eritmasiga ortiqcha miqdorda soda qo'shilganda necha g  $\text{CaCO}_3$  cho'kmaga tushadi? (*Javob:* 10 g).

16. 24,3 Mg ni eritish uchun 10% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan ( $\rho = 1,10 \text{ g/ml}$ ) qancha kerak? (*Javob:* 594 ml).

17. 200 g 15% li  $\text{BaCl}_2$  eritmasidan  $\text{BaSO}_4$  to'la cho'ktirish uchun 28,8 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sarflangan.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasining normalligini hisoblang (*Javob:* 10 n).

18. Necha g  $\text{SO}_3$  ni 400 g suvda eritganda  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning 15% li eritmasi hosil bo'ladi? (*Javob:* 55,6 g).

19. Zichligi 1,25 g/ml, massa ulushi 40% li bo'lgan 300 ml nitrat kislotasi eritmasiga 125 ml suv qo'shildi. Olingan eritmaning massa ulushini hisoblang (*Javob:* 0,30).

20. Massasi 29,25 g bo'lgan natriy xlorid tuziga ortiqcha sulfat kislotaga qo'shib olingan vodorod xlorid konsentratsiyasi 2,5 n bo'lgan 250 ml natriy gidroksid eritmasidan o'tkazildi. Olingan eritmaning muhiti qanday? Necha g tuz hosil bo'ldi? (*Javob:* 29,25 g).

21. 43% li 1,6 l  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ning to'yingan eritmasi bilan reaksiyaga kirishish uchun (qizdirilganda) 4 n li KOH eritmasidan qancha hajm kerak? Ajralib chiqqan  $\text{NH}_3$  0°C va 101,3 kPa bosimda qancha hajmni egallaydi? (*Javob:* 3,25 l; 292 l).

22. Zichligi 1,07 g/ml, massa ulushi 7% bo'lgan 15 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasi bilan zichligi 1,09 g/ml bo'lgan 8 ml 16% li  $\text{HNO}_3$  eritmasi aralashtirilganda qancha hajm  $\text{CO}_2$  hosil bo'ladi? (*Javob:* 0,224).

23. Hajmi 120 ml 0,45 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasini tayyorlash uchun zichligi 1,16 g/ml 15% li  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasidan qancha hajm olish kerak?

24. 8,5% li ( $\rho = 1,08 \text{ g/ml}$ )  $\text{NaHSO}_4$  ning qancha hajmiga 400 ml 2,5 n NaOH qo'shilganda natriy sulfat hosil bo'ladi? (*Javob:* 1310 ml).

**25.** 12% li 20 g bariy gidroksid eritmasidan normal sharoitda 280 ml uglerod (IV) oksidi o'tkazilganda necha g cho'kma hosil bo'ladi? (*Javob:* 2,46 g).

**26.** Hajmi 200 ml bo'lgan 0,5 n  $\text{AgNO}_3$  eritmasi bilan hajmi 120 ml bo'lgan 10% li ( $\rho = 1,05$  g/ml)  $\text{HCl}$  aralashtirilganda qancha cho'kma hosil bo'ladi? (*Javob:* 0,1 mol).

**27.** 800 ml 3 n  $\text{KOH}$  va 1,2 l 12% li ( $\rho = 1,1$  g/ml)  $\text{KOH}$  eritmaları aralashtirildi. Hosil bo'lgan eritmaning normalligini hisoblang. (*Javob:* 2,61 n).

**28.** 250 ml 1,6 n li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasiga 400 ml 0,35 n li  $\text{NaOH}$  eritmasidan qo'shildi. Eritmani neytrallash uchun 0,25 n  $\text{KOH}$  eritmasidan necha ml kerak? (*Javob:* 1040 ml).

**29.** 1 l  $\text{K}_2\text{CO}_3$  eritmasiga ( $\rho = 1,22$  g/ml) xlorid kislotasidan qo'shib ( $0^\circ\text{C}$  va 101,3 kPa) 44,5 l  $\text{CO}_2$  olindi. Eritmadagi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ning massa ulushini va normalligini hisoblang. (*Javob:* 22,5%; 3,97 n).

**30.** Massasi 57,2 bo'lgan  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ni neytrallash uchun 1,6 M li  $\text{HCl}$  eritmasidan qancha hajm kerak? (*Javob:* 250 ml).

**31.** 75 ml 0,75 n  $\text{H}_3\text{PO}_4$  eritmasida 0,1 M qancha hajm eritma tayyorlash mumkin?

**32.** 8 l 0,5 n  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan kalsiy gidrosulfat olish uchun qancha hajm ( $5^\circ\text{C}$ , 64 kPa)  $\text{SO}_2$  olish kerak? (*Javob:* 93,7 l).

**33.** Zichligi 1,35 g/ml bo'lgan 14,2 M nitrat kislotaaning massa ulushini hisoblang. (*Javob:* 3,04%).

**34.** Tarkibida 90 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lgan eritmaga 120 g suv qo'shilganda eritmadagi kislotaaning massa ulushi 20% ga kamaygan. Dastlabki eritmadagi kislotaaning massa ulushini hisoblang.

**35.** Tarkibida 50 g  $\text{NaOH}$  bo'lgan eritmaning massasi 100 g ga kamayguncha bug'latilgan. Bunda  $\text{NaOH}$  ning massa ulushi 2,5% ga ortgan. Dastlabki eritmadagi  $\text{NaOH}$  ning massa ulushini hisoblang.

**36.** 600 g eritmaga 200 g suv qo'shilganda eritmadagi erigan modda konsentratsiyasi 2% ga kamaygan. Dastlabki eritmadagi moddaning massa ulushini aniqlang.

**37.** Tarkibida 48 g glukoza bo'lgan eritmaga 100 g suv qo'shilganda, eritmadagi glukozaning massa ulushi 4% ga kamaygan. Dastlabki eritmadagi glukozaning massa ulushini hisoblang.

**38.** Tarkibida 0,6 mol xlorid kislota bo'lgan eritmaga 100 ml suv qo'shilganda uning molar konsentratsiyasi 0,2 mol/l ga kamaygan. Dastlabki eritmadagi xlorid kislotaaning molar konsentratsiyasini aniqlang.



39. Glukozaning 150 ml suvda erishidan hosil bo'lgan eritmaga 50 ml suv qo'shilganda glukozaning massa ulushi 5% ga kamaygan. Dastlabki eritmadagi glukozaning massa ulushini hisoblang.
40. 0,5 M glukoza  $C_6H_{12}O_6$  eritmasining  $25^\circ C$  dagi osmotik bosimini hisoblang (*Javob*: 1240 kPa).
41. 350 g suvda 16 g saxaroza  $C_{12}H_{22}O_{11}$  erigan. Shu eritmaning 293 K dagi osmotik bosimini hisoblang. Eritma zichligi birga teng deb olinsin (*Javob*: 311 kPa).
42. Biron bir eritmaning  $25^\circ C$  dagi osmotik bosimi 1,24 MPa bo'lsa, shu eritmaning  $0^\circ C$  dagi osmotik bosimini hisoblang. (*Javob*: 1,14 MPa).
43. 100 ml ida 2,3 erigan modda bo'lgan eritmaning 298 K dagi osmotik bosimi 618,5 kPa. Moddaning molekular massasini hisoblang (*Javob*: 92).
44.  $100^\circ C$  da 10% karbamid  $CO(NH_2)_2$  eritmasi ustidagi to'yingan bug' bosimini hisoblang (*Javob*: 98 kPa).
45. 100 g suvda 9 g glukoza  $C_6H_{12}O_6$  eritilsa, suvning qaynash harorati necha gradusga ortadi? (*Javob*: 0,26 gradusga).
46. Saxarozaning  $C_{12}H_{22}O_{11}$  suvdagi eritmasining qaynash harorati  $101,4^\circ C$ . Eritmaning molal, foiz konsentratsiyasini va muzlash haroratini aniqlang (*Javob*: 2 mol/kg, 40,6%, —  $3,72^\circ C$ ).
47. 1 l eritmada necha mol noelektrolit erisa,  $0^\circ C$  da uning osmotik bosimi 2,27 kPa bo'ladi? a) 0,001 mol; b) 0,01 mol; d) 0,1 mol.
48. 250 g suvda erigan noelektrolit modda molekularlari soni  $3 \cdot 10^{23}$  dona bo'lsa, shu eritmaning muzlash haroratini aniqlang:  
a) 273 K; b) 269,28 K; d) 271,14 K.
49. 0,1% li glukoza ( $M = 180$ ,  $t_1$ ) va albumin ( $M = 68000$ ,  $t_2$ ) eritmalari muzlash haroratlarining qaysi biriniki katta, qaysi biriniki kichik ekanligini ko'rsating. a)  $t_1 > t_2$  b)  $t_1 = t_2$  d)  $t_1 < t_2$ .
50. 2 l eritmada 0,25 mol glukoza va 0,25 mol spirt birgalikda erigan bo'lsa, eritmaning osmotik bosimi qancha bo'ladi?  
a) 760 mm sim. ust. b) 380 mm sim. ust. d) 4256 mm sim. ust.
51.  $27^\circ C$  va 100 ml eritmada 5 g gemoglobin erigan eritmaning osmotik bosimi 1,82 kPa ga teng. Gemoglobinning molekular massasini hisoblang (*Javob*: 68500 u.b.).
52. Toza erituvchining qaynash haroratini  $0,05^\circ C$  ga oshirish uchun 260 g suvda necha g glukozani eritish kerak?

**53.** Formalin, sirka kislota va glukozaga bir xil % tarkibga ega: C— 39,97%; H—6,73%; O—53,3%. Yuqorida aytilgan moddalarning har biridan 1,5 g li 25 ml suvda eritib, uchta eritma tayyorlanadi. Eritmalarning muzlash harorati: formalin —3,72°C, sirka kislota — 1,86°C, glukozaga — 0,62°C ga teng. Aytilgan moddalarning molekular massasini chiqaring.

**54.** Efirning qaynash harorati 34,6°C, ebulioskopik doimiyligi 2,16 ga teng. Agar benzoik kislotasining 5% li eritmasi 35,52°C da qaynasa, uning molekular massasini hisoblang (*Javob:* 122).

**55.** Qandaydir moddaning 0,4 g 10 g suvda eriganda, eritmaning muzlash harorati 1,24°C kamayadi. Eritmaning molekular massasini hisoblang (*Javob:* 60).

**56.** Glitserinning suvli eritmasi —2,79°C da muzlaydi. Eritma bug'ining 20°C dagi bosimini va har 100 mol suvga to'g'ri keladigan glitserinning mollar sonini hisoblang. Suv bug'ining 20°C dagi bosimi 2,34 kPa ga teng.

**57.** 17 g efirda 0,552 g kamfora erigan eritmaning qaynash harorati toza efirnikiga qaraganda 0,468°C ga ortiq. Kamforaning molekular massasini aniqlang. Efirning ebulioskopik doimiyligi 2,16 ga teng (*Javob:* 155,14 u.b.).

**58.** Atsetonning qaynash harorati 56,1°C ga, ebulioskopik doimiyligi esa 1,73 ga teng. 8% li glitserinning atsetondagi eritmasining qaynash haroratini hisoblang (*Javob:* 57,73°C).

**59.** KJO<sub>3</sub> eritmasining 500 ml da 5,35 g tuz bo'lgan eritmasi 17,5°C da 221 kPa ga teng osmotik bosimni ko'rsatadi. Tuzning eritmadagi dissotsiylanish darajasini va izotonik koeffitsiyentini hisoblang.

**60.** Gipoxlorit kislota HClO ning 0,2 n eritmasidagi dissotsiylanish darajasini hisoblang. ( $K(\text{HClO}) = 5,0 \cdot 10^{-8}$ ) (*Javob:*  $5 \cdot 10^{-4}$ ).

**61.** Chumoli kislota HCOOH ning 0,2 n eritmasidagi dissotsiylanish darajasi 0,03 ga teng. Dissotsiylanish doimiyligini hisoblang (*Javob:*  $1,8 \cdot 10^{-4}$ ).

**62.** H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> karbonat kislota 0,1 n eritmasida birinchi bosqich bo'yicha dissotsiylanish darajasi  $2,11 \cdot 10^{-3}$  ga teng.  $K_1$  ni hisoblang. (*Javob:*  $4,5 \cdot 10^{-7}$ ).

**63.** HNO<sub>2</sub> nitrit kislota konsentratsiyasi qancha bo'lganda uning dissotsiylanish darajasi 0,2 bo'ladi? ( $K(\text{HNO}_2) = 4 \cdot 10^{-4}$ ) (*Javob:* 0,01 mol/l).

**64.** Sulfat kislota 0,2 M eritmasidagi vodorod ionlari konsentratsiyasi  $[\text{H}^+]$  ni hisoblang. Kislota 2-bosqichdagi dissotsiylanish hisobga olinmasin.  $K_2 = 2,2 \cdot 10^{-10}$ . (*Javob:* 0,014 mol/l).

65. 1 l 0,005 M sirka kislota eritmasiga 0,05 mol natriy atsetat qo'shilsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi necha barobar kamayadi?  $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  (*Javob*: 167 marta).
66. 3,9 KOH va 250 g suvdan iborat eritma  $-0,519^\circ\text{C}$  da muzlaydi. Shu eritmaning izotonik koeffitsiyentini hisoblang (*Javob*: 1,86).
67. Vodorod ionlari konsentratsiyalari: a)  $2 \cdot 10^{-7}$ ; b)  $8,1 \cdot 10^{-3}$ ; d)  $2,7 \cdot 10^{-10}$  bo'lsa, shu eritmalarning pH larini hisoblang (*Javob*: a) 6,70; b) 2,09; d) 9,57).
68. 0,01 n sirka kislota eritmasida dissotsialanish darajasi 0,042 ga teng. Eritmaning pH hisoblansin. (*Javob*: 3,38).
69.  $\text{PbBr}_2$  ning  $25^\circ\text{C}$  dagi eruvchanligi  $1,32 \cdot 10^{-2}$  mol/l bo'lsa, uning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang. (*Javob*:  $EK(\text{PbBr}_2) = 9,2 \cdot 10^{-6}$ ).
70. Kaltsiy karbonatning eruvchanlik ko'paytmasidan (*Javob*:  $EK(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-2}$ ) foydalanib, 100 ml to'yingan eritmadagi  $\text{CaCO}_3$  massasini hisoblang (*Javob*:  $7,1 \cdot 10^{-4}$  g).
71.  $25^\circ\text{C}$  va 1 g  $\text{BaSO}_4$  ni eritish uchun zarur bo'lgan suv hajmini hisoblang (*Javob*: 408 l).
72. Quyidagi moddalarning qay tartibda joylashishi ularning 0,1 M eritmalaridagi osmotik bosimlari kamayishiga mos keladi?  
 a)  $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{NaCl} - \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{CaCl}_2$   
 b)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{NaCl} - \text{CaCl}_2$   
 d)  $\text{CaCl}_2 - \text{NaCl} - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$   
 e)  $\text{CaCl}_2 - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - \text{NaCl}$
73.  $\text{OH}^-$  ionlari konsentratsiyalari (mol/l) a)  $4,3 \cdot 10^{-4}$ ; b)  $5 \cdot 10^{-6}$ ; d)  $9,3 \cdot 10^{-9}$  bo'lgan eritmalarining pH larini hisoblang. (*Javob*: a) 10,66; b) 8,70; d) 5,97).
74. Qonda ( $\text{pH} = 7,36$ ) vodorod ionlari konsentratsiyasi orqa miya suyuqligidan ( $\text{pH} = 7,53$ ) necha barobar ko'p? (*Javob*: 1,5 marta).
75. Bir negizli kislota eritmasida  $\text{pH} = 4$  bo'lsa, shu kislota eritmasining kuchi haqida qanday xulosaga kelish mumkin?  
 a) kislota kuchli; b) kislota kuchsiz.
76. 0,2 n HCN eritmasiga 0,5 mol/l KCN qo'shilsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?  
 a) ortadi; b) kamayadi; d) o'zgarmaydi.
77. Vodorod ionlari konsentratsiyasini qanchaga o'zgartirganda eritmaning pH bir birlikka ortadi?

- a) 10 marta oshirilsa; b) 1 mol/l ga oshirilsa;  
d) 10 marta kamaytirilsa; e) 1 mol/l ga kamaytirilsa.

**78.**  $\text{pH} = 13$  bo'lgan eritmaning 1 ml da necha dona vodorod ionlari bo'ladi? a) 1013; b)  $60,2 \cdot 10^{13}$ ; d)  $6,02 \cdot 10^7$ ; e)  $6,02 \cdot 10^{10}$ .

**79.**  $18^\circ\text{C}$  da 500 ml suvda 0,0166 g  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  erigan. Tuzning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang (*Javob:*  $4 \cdot 10^{-12}$ ).

**80.**  $\text{AgBr}$  ning 1 l to'yingan eritmasidagi kumush ionlarining massasini hisoblang. ( $E_{\text{AgBr}} = 6 \cdot 10^{-13}$ ) (*Javob:*  $8,36 \cdot 10^{-5}$ ).

**81.** 50 ml 0,001 n  $\text{HCl}$  eritmasiga 450 ml 0,0001 n  $\text{AgNO}_3$  eritmasi qo'shilsa, kumush xlorid cho'kmaga tushadimi? ( $E_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ). (*Javob:* Ha ).

**82.** Quyidagi eritmalmarni bir-biriga qo'shganda ro'y beradigan reaksiya tenglamalarining molekular va ion ko'rinishida yozing.

a) kumush nitrati va natriy gidroksidi; b) xrom (III) xlorid va kaliy gidroksid (ortiqcha).

**83.** Quyidagi moddalar orasida boradigan reaksiya tenglamasini molekular, ion va qisqargan ion ko'rinishida yozing: a)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  va  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; b)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  va  $\text{HCl}$ ; d)  $\text{CaCl}_2$  va  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ .

**84.** Quyidagi moddalarning  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{CuSO}_4$  har biriga  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan qo'shildi. Qaysi holda reaksiya boradi? Ion va molekular ko'rinishdagi reaksiya tenglamasini yozing.

**85.** Quyidagi moddalar orasida ketadigan reaksiya tenglamalarini ion va molekula ko'rinishida yozing.

- a)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{NaOH}$ ; b)  $\text{AgNO}_3$  va  $\text{NaJ}$ ;  
d)  $\text{CdSO}_4$  va  $\text{Na}_2\text{S}$ ; e)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va  $\text{HCl}$ .

**86.** Suvda va benzolda  $\text{NaCl}$ ,  $\text{J}_2$ ,  $\text{HJ}$  larning erish imkoniyatlarini tushuntiring.

**87.** Qonning  $\text{pH} = 7,4$  ga teng bo'lishi kerak. Agar  $\text{pH}$  6,8 dan kichik yoki 7,8 dan ortiq bo'lishi hayot jarayoniga mos kelmaydi. Bunda vodorod ionlarining konsentratsiyalari normaga qaraganda qancha marta o'zgaradi?

**88.** Xlorid kislotasining inson oshqozoni sharbatidagi miqdori 0,5 %. Oshqozon sharbatining  $\text{pH}$  ni hisoblang (Uning zichligi 1 g/ml).

**89.** Qo'rg'oshin yodidning eruvchanlik ko'paytmasi  $20^\circ\text{C}$  va  $8 \cdot 10^{-9}$  ga teng. Uning eruvchanligi mol/l va g/l da hisoblang.

**90.**  $\text{PbBr}_2$  ning  $25^\circ\text{C}$  dagi eruvchanligi  $1,32 \cdot 10^{-2}$  mol/l bo'lsa, uning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang.

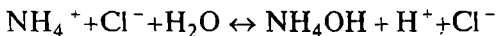
**91.** Kalsiy karbonatning eruvchanlik ko'paytmasidan ( $E(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$ ) foydalanib, 100 ml to'yingan eritmadagi  $\text{CaCO}_3$  ning massasini hisoblang.

## 7.1. Gidroliz turlari

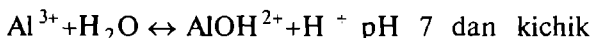
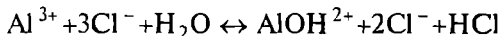
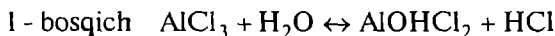
Tuz ionlarining suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolit hosil qilish jarayoni tuzlar gidrolizi deyiladi. Barcha tuzlarni ularni hosil qilgan asos va kislotalaning kuchiga qarab to'rtga bo'lish mumkin.

1. Kuchli asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi, ya'ni ularning ionlari suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolitlar hosil qilmaydi.

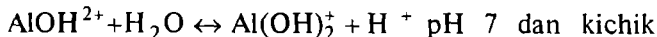
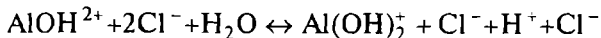
2. Kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar kation bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti kislotali bo'ladi. Agar kuchsiz asos bir kislotali bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchsiz asos va kuchli kislota hosil bo'ladi:



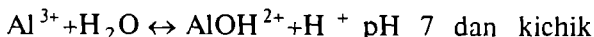
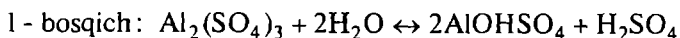
Agar kuchsiz asos ko'p kislotali bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda asosli tuz va kuchli kislota hosil bo'ladi:

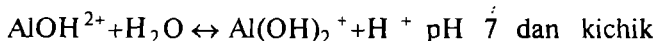
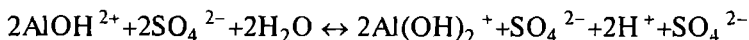
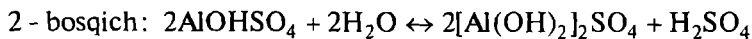


Gidroliz reaksiyasi qaytar bo'lib, qisman sodir bo'ladi. Gidrolizning 2- va 3-bosqichlari eritmani suyultirganda hamda qizdirganda sodir bo'lishi mumkin:



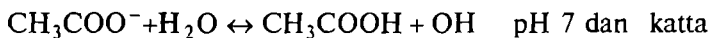
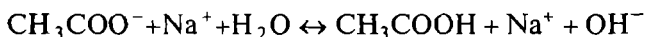
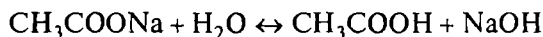
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ko'p kislotali asosdan hosil bo'lgan tuz bo'lgani uchun ham bosqichli gidrolizga uchraydi:



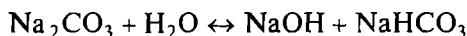


Eritmada vodorod ionlari konsentratsiyasining ortishi gidrolizning 2- va 3-bosqichlarining borishiga to'sqinlik qiladi.

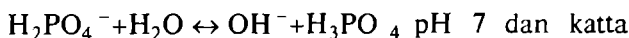
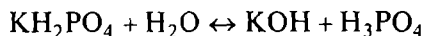
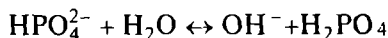
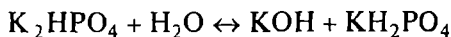
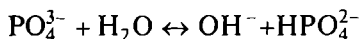
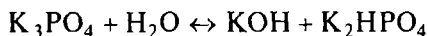
3. Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar anion bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti ishqoriy bo'ladi. Agar kuchsiz kislota bir asosli bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchli asos va kuchsiz kislota hosil bo'ladi:



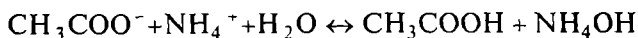
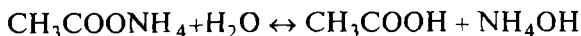
Agar kuchsiz kislota ko'p asosli bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda kuchli asos va nordon tuz hosil bo'ladi:



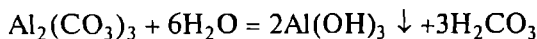
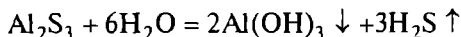
Uch asosli kislotalarning tuzlari uchta bosqichda gidrolizga uchraydi:



4. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi. Eritma muhiti neytral yoki kislota va asosning nisbiy kuchiga qarab kuchsiz kislotali yoki ishqoriy bo'lishi mumkin:



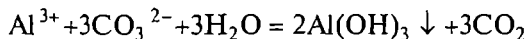
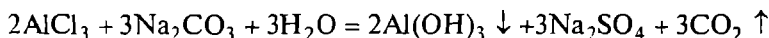
Bunday tuzlar eritmalarida muhit deyarli neytral bo'лади. Ko'pchilik gidrolizlanish reaksiyalari qaytardir. Agar gidroliz natijasida cho'kma yoki gaz modda hosil bo'lsa, bunday gidroliz to'la gidroliz deyiladi. Chunki bu holda reaksiya qaytmas bo'lib oxirigacha boradi:



Shuning uchun ham  $\text{Al}_2\text{S}_3$  va  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$  larning eritmaları mavjud emas, ularni faqat quruq holda olish mumkin.

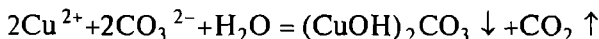
**Birgalikdagi gidroliz.** Kuchli asos hamda kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuz va kuchsiz asos hamda kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar eritmalarini aralashtirganimizda ular bir-birining gidrolizlanishini kuchaytiradi. Chunki bunda hosil bo'layotgan  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  o'zaro birikib suv hosil bo'лади va muvozanat o'ngga siljiydi. Bunday gidrolizni birgalikdagi gidroliz deyiladi.

Agar gidroliz jarayonida bir nechta tuz ishtirok etsa gidroliz oxirigacha boradi:



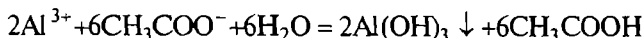
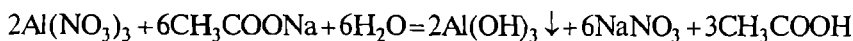
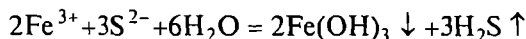
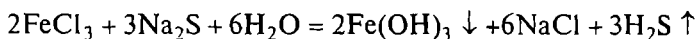
Bu jarayonda  $\text{AlCl}_3$  o'rniga  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{CrCl}_3$ ;  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ;  $\text{BiCl}_3$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  larni olish mumkin.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o'rniga  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  o'xshash karbonatlarni olsa bo'лади.

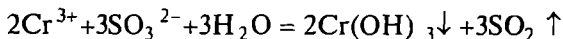
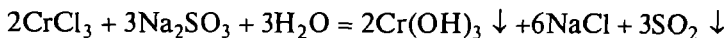
Agar gidroliz jarayoni  $\text{CuSO}_4$  ishtirokida olib borilsa:



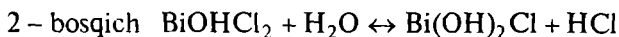
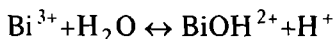
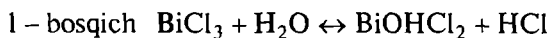
Bu gidroliz jarayonida  $\text{CuSO}_4$  o'rniga  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{BeSO}_4$  olish mumkin.

Gidroliz jarayonida karbonatlar o'rniga, sulfidlar, atsetatlar ham olsa bo'лади:

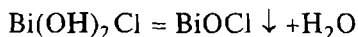




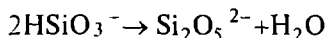
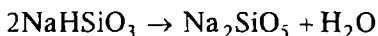
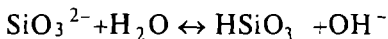
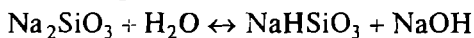
**Gidrolizda alohida holatlar.** Bunday jarayonda gidroliz bosqichli amalga oshib, cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi. Ushbu gidroliz vismut (III), qalay (IV), surma (III) va boshqa qator tuzlar eritmalarida borishi mumkin. Masalan, vismut(III) xlorid eritmasida avval reaksiya kation bo‘yicha ikki bosqichda amalga oshib, vismutil xlorid cho‘kmasi hosil bo‘lishi bilan nihoyasiga yetadi:



Lekin hosil bo‘lgan  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$  suv ajratib oksoxloridlar hosil qiladi va cho‘kma hosil qiladi:



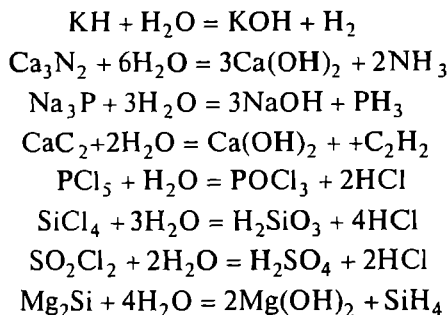
Shunga o‘xshash silikat natriy gidrolizi, butunlay boshqacha amalga oshib dimetasilikat natriy hosil bo‘lib, gidrosilikat ionlarining dimer hosil qilishi amalga oshadi:



Haqiqatda ketayotgan gidroliz jarayonlari anchagina murakkab bo‘lib, yuqorida keltirilgan reaksiyalar shartli deb qabul qilinishi darkor. Aslida gidroliz reaksiyalari kompleks hosil bo‘lishi, dimer, oligomer, polimerlar hosil bo‘lishi bilan ketishi mumkin. Shuning uchun ham gidroliz reaksiyalari mexanizmi to‘la o‘rganilgan emas.

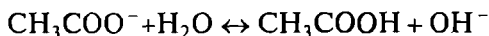
**Kovalent bog‘lanishga ega bo‘lgan birikmalar gidrolizi.** Ushbu birikmalar qatoriga kovalent bog‘lanishga ega bo‘lgan metall va metallmasdan tashkil topgan yoki ikkita turli metallmaslardan iborat lekin bog‘lanish qutbli tabiatga ega bo‘lgan birikmalar kiradi. Bu birikmalar noelektrolit moddalar qatoriga kirib, ularning gidrolizi faqat molekular teglamalar holatida yoziladi:





## 7.2. Hidroliz konstantasi

Gidroliz reaksiyasi qaytar bo'lganligi uchun unda muvozanat qaror topadi. Muvozanatga massalar ta'siri qonunini tatbiq etamiz. Masalan, kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz:



$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}; K_g = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}.$$

Shu tenglamaning surat va maxrajini  $[\text{H}^+]$  ga ko'paytirsak:

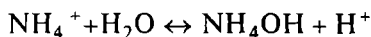
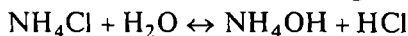
$$K_g = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-] [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+]}{K_{\text{kis}}}, \quad \frac{1}{K_{\text{kis}}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}$$

$[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] = K_w$  qiymat suvning ion ko'paytmasi ekanligi hisobga olinsa:

$$K_g = \frac{K_w}{K_{\text{kis}}}.$$

Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzning gidrolizlanish konstantasi, suvning ion ko'paytmasini kuchsiz kislota dissotsiya konstantasiga nisbatiga teng. Hidroliz konstantasi tuzning tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'lib, tuzning konsentrat-siyasiga bog'liq emas.

Kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi:



$$K_g = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

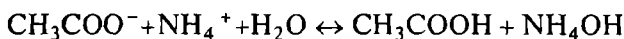
Bu tenglamani ham surat va maxraji  $[\text{OH}^-]$  ga ko'paytirilsa, unda:

$$K_g = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{K_{\text{asos}}}; K_{\text{asos}} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}$$

$$K_g = \frac{K_w}{K_{\text{asos}}}$$

Tuzning gidroliz konstantasi asos yoki kislolaning dissotsiylanish konstantasi qancha kichik bo'lsa, shuncha yuqori bo'ladi.

Agar tuz kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan tashkil topgan bo'lsa gidroliz konstantasi:



$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{NH}_4^+]}$$

Agar bu tenglama  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  ga ko'paytirilsa:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{K_{\text{kis}} \cdot K_{\text{asos}}}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]; K_g = \frac{K_w}{K_{\text{kis}} K_{\text{asos}}}$$

Bu tenglamaga ko'ra kislota va asosning dissotsiylanish konstantasi qancha kichik bo'lsa, uning gidrolizlanish konstantasi shuncha yuqori bo'ladi.

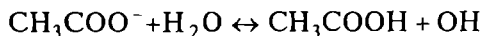
### 7.3. Gidrolizlanish darajasi

Gidrolizlangan tuz molekullari sonining ( $n$ ) umuman erigan tuz molekullari soni ( $N$ ) ga nisbati gidroliz darajasi ( $\beta$ ) deyiladi:

$$\beta = \frac{n}{N} \quad \text{yoki} \quad \beta = \frac{n}{N} \cdot 100.$$

Gidroliz darajasi tuzning tabiatiga, konsentratsiyasiga va eritmaning haroratiga bog'liq bo'ladi.

Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizini ko'raylik:



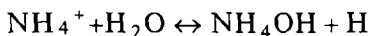
$$K_g = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1 - \beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{1 - \beta}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1 - \beta}.$$

Agar gidrolizlanish darajasi juda kichik bo'lsa,  $1 - \beta = 1$  bo'ladi va formula soddalashadi:

$$K_g = \beta^2 \cdot C; \quad \beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C} \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{\text{kis}} \cdot C}}.$$

Demak, gidroliz darajasi kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning konsentratsiyasi qancha kichik bo'lsa, gidroliz darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

Agar kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizlanish tenglamasi qarab chiqilsa:

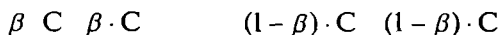
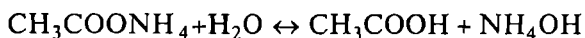


$$K_g = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1 - \beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{(1 - \beta)}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1 - \beta}.$$

$$\beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C} \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{\text{asos}} \cdot C}}.$$

Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan iborat bo'lgan tuzlar uchun gidroliz darajasi tuzning konsentratsiyasiga teskari bog'langan. Eritma qancha suyultirilgan bo'lsa, gidroliz shuncha tez boradi.

Agar ammoniy atsetatning ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) gidrolizlanishi hisobga olinsa, bu modda ham anion va ham kation bo'yicha gidrolizga uchraydi:



$$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$$

$$K_g = \frac{(1-\beta) \cdot C \cdot (1-\beta) \cdot C}{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C} = \frac{(1-\beta)^2}{\beta^2}; \quad K_g = \frac{(1-\beta)^2}{\beta^2}.$$

Demak, kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzning gidroliz darajasi eritma konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Gidroliz jarayoni farmatsiyada katta ahamiyatga ega. Ko'pgina dori moddalar eritmada tayyorlanadi. Ayniqsa tuzlar, oqsillar va boshqa holatlarda gidroliz jarayoni hisobga olinishi kerak. Masalan, yiringli yaralarni tuzatish uchun  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ishlatiladi. Bu tuz gidrolizlanishi tufayli  $\text{PbOHNO}_3$  hosil bo'lib, asosiy ta'sir etuvchi modda ana shu ekan.

Qondagi va biologik suyuqliklarda kuchli va kuchsiz elektrolitlar borligi uchun ularda pH doimiy ushlab turiladi. Buning sababi biologik suyuqliklarda  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  va boshqalarning borligidir.

Tirik organizm yashashi uchun energiya kerak. Odam o'ziga kerak bo'ladigan energiyani oziq moddalarning bosqichli gidrolizlanish jarayonida oladi. Ayniqsa oqsillar, yog'lar, uglevodlar, murakkab efirlar, peptidlar, glukozidlar gidrolizida ancha miqdorda energiya ajraladi.

Biokimyoviy jarayonlarda gidrolizning ahamiyati beqiyosdir. Polisaxaridlar va disaxaridlarning o'zlashtirilishi sababi ularning fermentlar ta'sirida monosaxaridlarga to'la gidrolizlanishidir. Shuningdek, oqsillar va lipidlar ham to'la gidrolizlangandan so'ng o'zlashtiriladi.

## 7-bobga oid savol va masalalar

1. Quyidagi gaz modda yoki cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarning molekular, ionli va qisqartirilgan ionli tenglamalarini yozing:

- |                                             |                                                       |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| a) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KJ} =$ | f) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} =$                     |
| b) $\text{NiCl}_2 + \text{H}_2\text{S} =$   | g) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ |
| d) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} =$   | h) $\text{AlBr}_3 + \text{AgNO}_3 =$                  |
| e) $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} =$          | i) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 =$         |

2. Quyidagi kam dissotsialanadigan modda hosil bo'lishi bilan bora-digan reaksiylarning molekular va ionli tenglamalarini yozing:

- a)  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$  e)  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 =$   
b)  $\text{FeS} + \text{HCl} =$  f)  $\text{NaOCl} + \text{HNO}_3 =$   
d)  $\text{HCOOK} + \text{HNO}_3 =$  g)  $\text{NaCN} + \text{HCl} =$

3. Quyidagi neytrallanish reaksiylarining molekular, ionli tenglamalarini yozing.

- a)  $\text{HCl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 =$  g)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} =$   
b)  $\text{HF} + \text{KOH} =$  d)  $\text{HNO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} =$   
d)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 =$  e)  $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_4\text{OH} =$

4. Quyidagi kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizining molekular, ionli va qisqartirilgan ionli tenglamalarini yozing hamda eritma muhitini ko'rsating:

- a)  $\text{NaCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;  
b)  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  
d)  $\text{BaCrO}_4$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KHCOO}$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{Sr}(\text{NO}_2)_2$ ;  
e)  $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{CN})_2$ ,  $\text{Rb}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{KSCN}$

5. Quyidagi kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizining molekular, ionli va qisqartirilgan ionli tenglamalarini yozing hamda eritma muhitini ko'rsating:

- a)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  
b)  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ;  
d)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HgCl}_2$ ;  
e)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{SnCl}_2$

6. Quyidagi kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizining molekular va ionli tenglamalarini yozing:

- a)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CuSO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{HCOO}$ ;  
b)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{CN})_2$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ;  
d)  $\text{Cr}_2\text{S}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ,  $\text{NH}_4\text{CN}$ ;  
e)  $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{ZnSO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

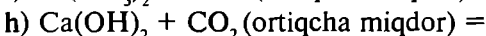
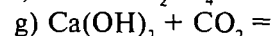
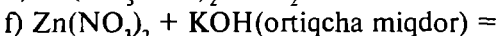
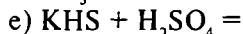
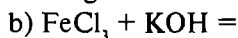
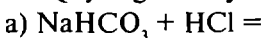
7. 0,01 M ammoniy xlorid eritmasida uning gidrolizlanish konstantasini, gidrolizlanish darajasini va eritmaning pH ni hisoblang. ( $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ). (Javob:  $K_g = 5,6 \cdot 10^{-10}$ ;  $h = 2,4 \cdot 10^{-4}$ ;  $\text{pH} = 5,63$ ).

8.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  gidrolizining faqat 1- bosqichini hisobga olgan holda uning 0,02 n eritmasining pH hisoblang. ( $\text{H}_2\text{CO}_3$   $K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_2 = 4,7 \cdot 10^{-11}$ ). (Javob: 11,66).

9.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  eritmasining muhiti kuchsiz kislotali,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  eritmasining muhiti esa kuchli ishqoriy bo'ladi. Bu dalillarni tushuntiring va javobingizni tegishli molekular va ionli tenglamalar bilan asoslang.

10. Nima uchun  $\text{NaHCO}_3$  eritmasi kuchsiz ishqoriy muhit,  $\text{NaHSO}_3$  eritmasi esa kuchsiz kislotali muhit hosil qiladi? ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$ ).

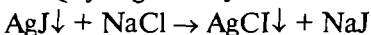
11. Quyidagi reaksiyalarning molekular va ionli tenglamalarini tuzing:



12. Quyidagi tuzlar eritmalarida lakmus qog'ozining rangi qanday bo'ladi?  $\text{KCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Javobingizni asoslang.

13.  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  va  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmalarini aralashtirganda xrom (III) gidroksid cho'kmaga tushgan va gaz modda ajralib chiqqan. Reaksiyaning molekular va ionli tenglamalarini tuzing.

14. Quyidagi reaksiyada muvozanat qay tarafga siljigan bo'ladi?



a) o'ngga; b) chapga.

Javobingizni asoslang.

15.  $\text{FeCl}_3$  eritmasiga quyidagi moddalarning qaysi birini qo'shganda gidroliz kuchayadi?

a)  $\text{HCl}$ ; b)  $\text{NaOH}$ ; d)  $\text{ZnCl}_2$ ; e)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; f)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; g)  $\text{Zn}$ ;

h)  $\text{H}_2\text{O}$

16. Kaliy sulfid ko'proq gidrolizlanadimi yoki aluminiiy sulfidmi? Javobingizni gidroliz tenglamalarini yozib asoslang.

17.  $\text{NaCN}$  va  $\text{NH}_4\text{CN}$  larning 0,1 M eritmalaridagi gidroliz konstantalarini, gidroliz darajalarini va eritmalarining pH hisoblang. (Javob:  $\text{NaCN}-K_g = 2 \cdot 10^{-5}$ ;  $h = 1,42\%$ ;  $\text{pH} = 11,15$ ;  $\text{NH}_4\text{CN}-K_g = 1$ ;  $h = 90\%$ ;  $\text{pH} = 13$ ).

18.  $\text{Na}_2\text{S}$  va  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmalarini qo'shganda ketadigan gidroliz tenglamasining molekula va ion ko'rinishida yozing.

19. Quyidagi tuz eritmaları qanday muhit beradi?  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ . Bu tuzlarning gidrolizi tenglamasini va ion ko'rinishida yozing.

20.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  gidrolizini molekular va ion tenglamasini tuzib, gidrolizlanish konstantasini hisoblang.

21.  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ning gidrolizini molekula va ion tenglamasini yozing va  $K_g$  ni hisoblang.

22. Konsentratsiyasi 0,5 M bo'lgan  $\text{ZnCl}_2$  ning 1-bosqichdagi gidrolizlanish darajasini hisoblang.

23.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozing.  $K_g$  ni hisoblang.

24.  $\text{K}_3\text{PO}_4$  ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib,  $K_g$  ni hisoblang.

25.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib,  $K_g$  ni hisoblang.

26.  $\text{CuSO}_4$  ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib,  $K_g$  ni hisoblang.

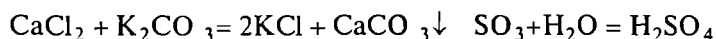
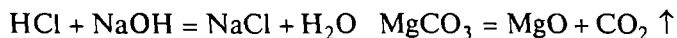
27.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  va  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmasini qo'shganda ketadigan gidroliz tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozing.

### 8- bob. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

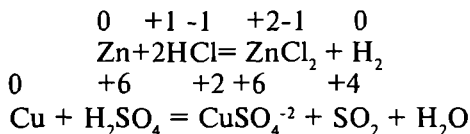
Oksidlanish- qaytarilish reaksiyalari tabiatda keng tarqalgan bo'lib ularga nafas olish, oksidlanish, fotosintez kabi reaksiyalarni olish mumkin. Analitik kimyoda keng qo'llaniladigan oksidometriya oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan bo'lib, eritmadagi oksidlovchi va qaytaruvchilarning miqdorini hajmiy analiz bilan aniqlash usulidir.

Oksidometriya farmatsiyada, biologik kimyoda, tibbiy va klinik tekshiruvlarda, masalan,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  ionlari konsentratsiyasini, aseton, gidroksinon, antipirin, askorbin kislotani, fermentlardan katalaza peroksidini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikkiga bo'lish mumkin. Birinchi xil reaksiyalarda jarayonda ishtirok etayotgan moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmay qoladi. Masalan, neytrallanish reaksiyasi, almashinish, ba'zi parchalanish va birikish reaksiyalarini olish mumkin:



Ikkinchi xil reaksiyalarda bir yoki bir necha elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:



Yuqoridagi misollarda (neytrallanish, almashinish, parchalanish) elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmagan edi. Ikkinchi xil reaksiyalarda bo'lsa elementlarning oksidlanish darajasi, masalan  $\text{Zn}^0$  dan  $\text{Zn}^{+2}$  ga o'zgardi.  $\text{Cu}^0$  dan  $+2$  ga, oltingugurt bo'lsa  $+6$  dan  $+4$  ga o'zgardi.

Elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

Oksidlanish darajasi atomning molekuladagi shartli zaryadi bo'lib, u molekula hosil qilishda atom nechta elektron bergani yoki olganini ko'rsatadi. Oksidlanish darajasi umumlashgan elektron juftning elektomanfiyligi kattaroq element atomi tomon siljishi tufayli vujudga keladi. Elektron juftni o'z tomoniga siljitgan element atomi manfiy oksidlanish darajasiga, o'zining elektron juftini berayotgan element atomi esa musbat oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Oksidlanish darajasi musbat, manfiy yoki nolga teng bo'lishi mumkin. Ba'zan kasr oksidlanish darajasiga ega bo'lgan elementlar ham uchraydi.

Barcha oddiy moddalar uchun oksidlanish darajasi nolga teng.  $\text{P}^0$ ,  $\text{Cl}_2^0$ ,  $\text{H}_2^0$ ,  $\text{C}^0$ ,  $\text{Al}^0$ ,  $\text{Cr}^0$  va hokazo.

Vodorodning birikmalardagi oksidlanish darajasi  $+1$  ga teng. Faqat metall gidridlarida vodorodning oksidlanish darajasi  $-1$  ga teng ( $\text{K}^{+1}\text{H}^{-1}$ ,  $\text{Ca}^{+2}\text{H}^{-1}$ ,  $\text{Al}^{+3}\text{H}_3^{-1}$ ).

Kislorodning oksidlanish darajasi ko'pchilik birikmalarda  $-2$  bo'ladi:  $\text{H}_2\text{O}^{-2}$ ,  $\text{PbO}_2^{-2}$ ,  $\text{HNO}_3^{-2}$ ,  $\text{KMnO}_4^{-2}$  va hokazo. Faqat peroksidlarda kislorodning oksidlanish darajasi  $-1$  ga teng:  $\text{H}_2\text{O}_2^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2^{-1}$ ,  $\text{BaO}_2^{-1}$  va boshqalar. Faqat birgina birikma, u ham bo'lsa  $\text{OF}_2$  da kislorodning oksidlanish darajasi  $+2$  ga teng bo'ladi.

Metallarning oksidlanish darajasi har doim musbat va odatda son jihatdan metallning valentligiga teng:  $\text{Na}^{+1}\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}^{+2}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}^{+3}_2(\text{SO}_4)_3$  va boshqalar.



Agar murakkab modda ikkita elementdan tashkil topgan bo'lsa, bu elementlarning oksidlanish darajasi valentlikka teng, lekin u «+» yoki «—» ishoraga ega bo'ladi. Masalan,  $\text{H}^+\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2^+\text{S}^{-2}$ ,  $\text{S}^{+6}\text{O}_3^{-2}$ ,  $\text{Mn}_2^{+7}\text{O}_7^{-2}$  va bosqalar.

Murakkab moddani tashkil etgan atomlarning oksidlanish darajalari yig'indisi nolga teng.

Masalan,  $\text{H}_2^{+1}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2} = +2 + 6 - 4 \times 2 = +8 - 8 = 0$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  da fosforning oksidlanish darajasi +5;  $\text{H}^{+1}$ ,  $\text{O}^{-2}$ . Vodorod va kislorodning oksidlanish darajalari yig'indisidan oksidlanish darajasi noma'lum element topiladi.  $\text{HMnO}_4$ ;  $\text{H}^{+1}$ ,  $\text{O}^{-2}$ ;  $+1 - 8 = -7$ ; +7 marganesning oksidlanish darajasini ko'rsatadi.

Murakkab ionlarda atomlar oksidlanish darajalarining yig'indisi ion zaryadiga teng:

$\text{NH}_4^{+} (-3 + 4 = +1)$ ,  $\text{MnO}_4^{-} (+7 - 8 = -1)$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (+12 - 14 = -2)$ ,  
 $\text{SO}_4^{2-} (+6 - 8 = -2)$ ,  $\text{PO}_4^{3-} (+5 - 8 = -3)$  va hokazo.

Bir elementning oksidlanish darajasining qiymati bir nechta bo'lishi mumkin.  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dagi oltin-gugurtning oksidlanish darajasi -2, 0, +4, +6, +4 va +6 ga teng. Ularning ichida eng kichik oksidlanish darajasiga ega bo'lgan element birikmasi ( $\text{H}_2\text{S}$ ) qaytaruvchi va eng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan element birikmasi ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) oksidlovchi bo'ladi.

$\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HNO}_2$  va  $\text{HNO}_3$  birikmalardagi azotning oksidlanish darajasi -3, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +3 va +5 ga teng. Bu birikmalardan -3 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikma ( $\text{NH}_3$ ) qaytaruvchi va +5 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikma ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) oksidlovchilardir.

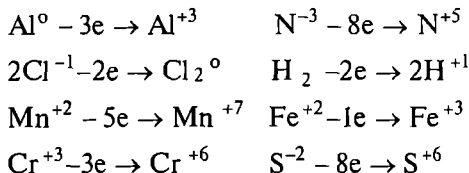
Ba'zi bir birikmalar, masalan,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  da kislorodning oksidlanish darajasi -2, lekin Fe uchun bunday hisoblash kasr son  $+\frac{8}{3}$  ga teng.

Organik birikmalarda ham oksidlanish darajasini topish ancha qiyinroq hisoblanadi. Masalan,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  da  $\text{C}^{-3}$  va  $\text{C}^{+3}$  ga teng.

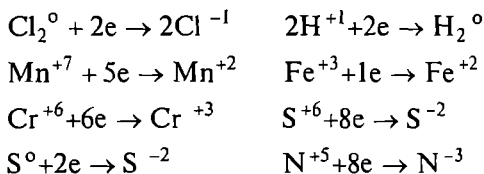
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  birikmada uglerod atomlarining oksidlanish darajasi -3, -2, -2, -3 ga teng.

## 8.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining nazariyasi

1. Agar atom-molekula yoki ion o'zidan elektron bersa, bunday reaksiyalar oksidlanish reaksiyalari deyilib, shu jarayonda ishtirok etgan zarrachalar qaytaruvchilarga kiradi. Bunday jarayonda ayni elementning oksidlanish darajasi ortadi:



2. Agar atom, molekula, yoki ion o'ziga elektron qabul qilsa bunday jarayon qaytarilish deyiladi. Bunda ayni zarrachaning oksidlanish darajasi kamayadi. Shu atom, molekula yoki ion oksidlovchi deyiladi.



3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bir paytning o'zida sodir bo'ladi.

## 8.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish

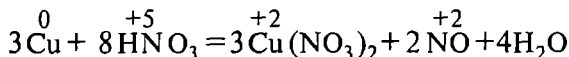
Bu reaksiyalarni tenglashtirishning ikki xil usuli bor:

- elektron balans usuli;
- yarim reaksiyalar usuli.

Birinchi usulda tenglashtirish maktab dasturi asosida keng o'rganilgan. Tenglashtirish asosida oksidlovchi va qaytaruvchilarning oksidlanish darajasi o'zgarishi asosida tenglama koeffitsiyentlarini topish yotadi. Quyida oksidlanish-qaytarilish tenglashtirishda ko'p ishlatiladigan oksidlovchi va qaytaruvchilar keltirilgan (18- jadval).

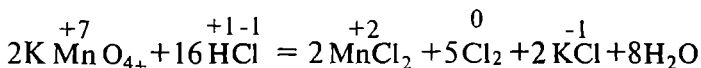
## Eng muhim qaytaruvchi va oksidlovchilar

| Qaytaruvchilar                                                       | Oksidlovchilar                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Na, K, Ca, Zn, Fe, Mg, Al, C, Si, H <sub>2</sub>                     | Galogenlar F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , J <sub>2</sub> |
| Uglerod (II) oksidi CO                                               | Marganes (VII) oksidi Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , MnO <sub>2</sub>        |
| Vodorod sulfid H <sub>2</sub> S                                      | kaliy permanganat KMnO <sub>4</sub> ,                                          |
| Natriy sulfid Na <sub>2</sub> S                                      | Kaliy manganat K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>                                 |
| Oltinugurt (IV) oksid SO <sub>2</sub>                                | Xrom (VI) oksidi CrO <sub>3</sub> ,                                            |
| sulfit kislotasi va uning tuzlari Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>    | kaliy xromati K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> ,                                |
| Natriy tiosulfat Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       | kaliy dixromati K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ,                |
| vodorod xlorid HCl                                                   | HNO <sub>3</sub> va uning tuzlari;                                             |
| vodorod bromid HBr                                                   | kislorod O <sub>2</sub> , ozon O <sub>3</sub> ,                                |
| vodorod yodid HI                                                     | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> va uning tuzlari                                 |
| temir (II) sulfati FeSO <sub>4</sub>                                 | sulfat kislotasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (kons).                        |
| Marganes sulfati MnSO <sub>4</sub>                                   | Mis(II) oksidi CuO,                                                            |
| Vodorod peroksid H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                       | kumush oksidi Ag <sub>2</sub> O                                                |
| HNO <sub>2</sub> va uning tuzlari                                    | qo'rg'oshin oksidi PbO <sub>2</sub>                                            |
| NH <sub>3</sub> ; N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , NH <sub>2</sub> OH | AuCl <sub>3</sub> , AgCl                                                       |
| azot (II) oksidi NO                                                  | Ammoniy persulfati                                                             |
| fosfit kislotasi H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>                      | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>                  |
| arsenit kislotasi H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>                    | gipoxloritlar KClO                                                             |
| aldegidlar; spirtlar                                                 | xloratlar KClO <sub>3</sub>                                                    |
| chumoli kislotasi va aldegidi                                        | perxloratlar KClO <sub>4</sub> ;                                               |
| shavel kilotasi; glukoza                                             | zar suvi (3HCl+HNO <sub>3</sub> ); HNO <sub>3</sub> va                         |
| katoddagi elektr toki                                                | HF aralashmasi                                                                 |
|                                                                      | anoddagi elektr toki                                                           |



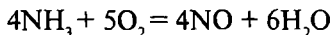
Qaytaruvchi  $\text{Cu}^0 - 2e \rightarrow \text{Cu}^{+2}$  2 3 oksidlanish

Oksidlovchi  $\text{N}^{+5} + 3e \rightarrow \text{N}^{+2}$  3 2 qaytarilish



Oksidlovchi  $\text{Mn}^{+7} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{+2}$  2 5 qaytarilish

Qaytaruvchi  $2\text{Cl}^{-1} - 2e \rightarrow \text{Cl}_2^0$  5 2 oksidlanish



Qaytaruvchi  $\text{N}^{-3} - 5\text{e} \rightarrow \text{N}^{+2}$  5 4 oksidlanish

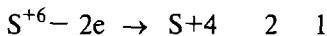
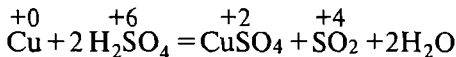
Oksidlovchi  $\text{O}_2^0 + 4\text{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2}$  4 5 qaytarilish

### 8.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari

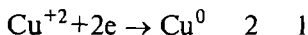
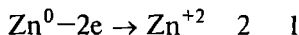
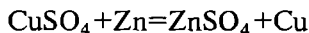
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari 4 ga bo'linadi:

- 1) molekulararo;
- 2) ichki molekular;
- 3) disproporsiyalanish reaksiyalari;
- 4) murakkab oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.

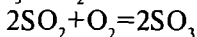
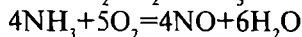
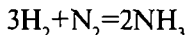
**Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish** reaksiyalarida oksidlanish darajasi o'zgaradigan element atomlari turli moddalar molekulari tarkibiga kiradi:



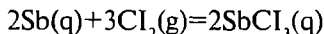
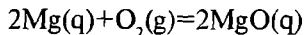
Qaytaruvchi Cu, oksidlovchi S bo'lsa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tarkibiga kirgan:



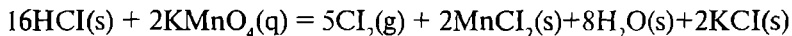
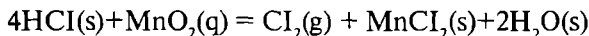
Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari gazlar orasida:



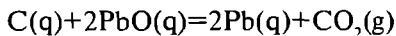
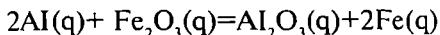
Qattiq moddalar va gazlar orasida:



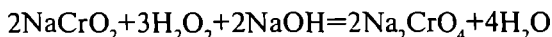
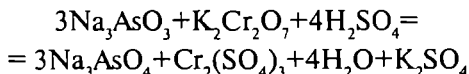
Qattiq moddalar bilan suyuqliklar orasida:



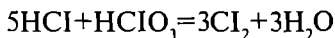
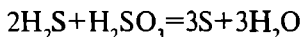
Faqat qattiq moddalar orasida:



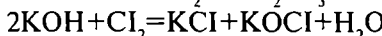
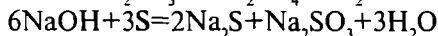
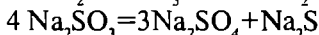
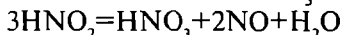
Aksariyat oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari eritmada ketadi:



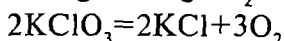
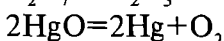
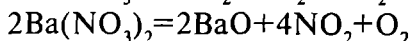
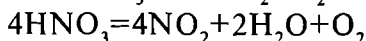
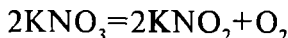
Bunday reaksiyalar qatoriga oksidlanish darajasi turlicha bo'lgan lekin bir xil atomlardan iborat moddalar orasidagi reaksiyalarni ham olish mumkin, ushbu reaksiyalarni sinproparsiatsiya reaksiyalari ham deb ataladi:



Disproporsiyalanish yoki o'z-o'zidan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bitta element atomlarining o'zi ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi bo'ladi. Molekula tarkibidagi bir xil element atomining oksidlanish darajasi ham ortadi, ham kamayadi:

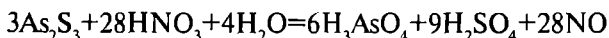
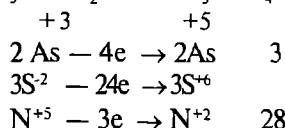
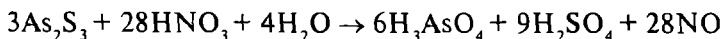


Ichki molekular oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanish darajasi o'zgarayotgan turli xil atomlar bitta modda molekula tarkibiga kiradi:



Murakkab oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ikkitadan ortiq elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi.

$\text{As}_2\text{S}_3$  ga konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  ta'sirida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Elektron balans usuli maktab dasturi bo'yicha to'la o'rganilganligi uchun faqat yarim reaksiyalar usuli (ion — elektron) usulga to'xtalamiz. Bu usul faqat eritmada sodir bo'ladigan oksidlanish qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish uchun qo'llaniladi. Elektron balans usulidan farq qilib oxirgi holatda haqiqiy mavjud ionlar qo'llaniladi. Elektron balans usulida esa faraz qilinadigan ionlar ishlatiladi, chunki eritmada  $\text{Mn}^{+7}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{S}^{+6}$ ,  $\text{N}^{+5}$ ,  $\text{N}^{-3}$ ,  $\text{Cl}^{+7}$  va boshqa ionlar mutlaqo uchramaydi. Ayni paytda eritmada haqiqiy bor bo'lgan ionlar  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  va boshqalar hisoblanadi. Yarim reaksiyalar usulida atomlarning oksidlanish darajasini bilish shart emas va reaksiya mahsulotlarini ham reaksiyani tenglashtirish jarayonida oson topish mumkin bo'ladi.

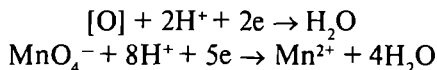
Yarim reaksiyalar usulida tenglashtirishda quyidagilarni hisobga olish kerak. Bunda oksidlovchi va qaytaruvchi hamda ularning reaksiya mahsulotlari ion holda yozilib ular asosida yarim reaksiyalar tuziladi. Kuchli elektrolitlar ion holda yozilib, kuchsiz elektrolitlar molekular holda (cho'kma, gaz) yoziladi. Reaksiya mahsulotlarini yozishda 19-jadval asos qilib olinadi.

Yarim reaksiyalar usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish uchun jadval ma'lumotlari asosida yoki moddalarning oksidlanish-qaytarilish xossalari bilan bilgan holda oksidlanish yoki qaytarilish mahsulotlari topiladi. Bunda oksidlovchi va qaytaruvchi uchun 4 ta qoidadan foydalaniladi:

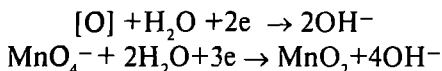
**Eng ko'p qo'llaniladigan qaytaruvchi va oksidlovchilar  
hamda ularning reaksiya mahsulotlari**

| Oksidlovchilar                                                                                                                                                                                     | Qaytaruvchilar                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Galogenlar va ularning birikmalari<br>$F_2 \rightarrow 2HF$ ; $Cl_2 \rightarrow 2HCl$<br>$Br_2 \rightarrow 2HBr$ ; $I_2 \rightarrow 2HI$                                                           | Vodorodgalogenidlar<br>$2HBr \rightarrow Br_2$                                                                                                                                                                                                                       |
| Galogenlarning kislorodli birikmalari<br>$HClO \rightarrow HCl$ ; $KClO_3 \rightarrow KCl$                                                                                                         | $HCl \rightarrow Cl_2$                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sulfatlar va sulfitlar<br>$H_2SO_4 \rightarrow SO_2$<br>$H_2SO_4 \rightarrow H_2S$<br>$H_2SO_4 \rightarrow S$<br>$Na_2SO_3 \rightarrow S$                                                          | Sulfidlar va sulfitlar<br>$H_2S \rightarrow S$<br>$SO_2 \rightarrow SO_3$<br>$S \rightarrow SO_2$                                                                                                                                                                    |
| Nitratlar va nitritlar<br>$HNO_3 \rightarrow NO_2$ $HNO_3 \rightarrow N_2O$<br>$HNO_3 \rightarrow NO$ $KNO_2 \rightarrow NO$<br>$HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$                                       | $NH_3 \rightarrow N_2$<br>$NH_3 \rightarrow NO$<br>$NH_3 \rightarrow KNO_3$                                                                                                                                                                                          |
| Permanganatlar va $Mn^{+4}$ birikmasi<br>$KMnO_4 \rightarrow MnSO_4$ (kislotali)<br>$KMnO_4 \rightarrow MnO_2$ (neytral)<br>$KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4$ (ishqoriy)<br>$MnO_2 \rightarrow MnSO_4$ | $Mn^{+2}$ , $Mn^{+4}$ va $Mn^{+6}$ birikmalari<br>$MnSO_4 \rightarrow MnO_2$ ;<br>$MnSO_4 \rightarrow K_2MnO_4$<br>$MnSO_4 \rightarrow KMnO_4$<br>$MnO_2 \rightarrow KMnO_4$ (kislotali)<br>$MnO_2 \rightarrow K_2MnO_4$ (ishqoriy)<br>$K_2MnO_4 \rightarrow KMnO_4$ |
| Xromatlar va dixromatlar<br>$K_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$<br>kucli kislotali( $H_2SO_4$ )                                                                                                  | $Cr^{3+}$ birikmalari<br>$CrCl_3$ (ishqoriy) $\rightarrow K_2CrO_4$                                                                                                                                                                                                  |
| $Pb^{+4}$ birikmalari<br>$Pb^{4+} \rightarrow Pb^{2+}$                                                                                                                                             | $Pb^{2+}$ birikmalari<br>$Pb^{2+} \rightarrow Pb^{4+}$                                                                                                                                                                                                               |
| $Sn^{+4}$ birikmalari<br>$SnCl_4 \rightarrow SnCl_2$                                                                                                                                               | $Sn^{2+}$ birikmalari<br>$SnCl_2 \rightarrow SnCl_4$                                                                                                                                                                                                                 |
| $K_3AsO_4$                                                                                                                                                                                         | $K_3AsO_3$ ; $As_2S_3$                                                                                                                                                                                                                                               |

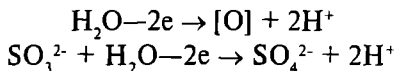
1) Kislotali muhitda oksidlovchi tarkibidagi ortiqcha kislorod vodorod ionini bilan bog'lanib suv molekulasini hosil qiladi va qaytariladi:



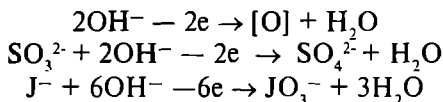
2) Neytral va ishqoriy sharoitda oksidlovchi tarkibidagi ortiqcha kislorod suv molekulasi bilan bog'lanib, gidroksid ionini hosil qiladi va qaytariladi:



3) kislotali va neytral sharoitda qaytaruvchi tarkibidagi yetishmayotgan kislorodni suvdan olib vodorod ionini hosil qiladi:

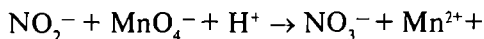


4) Kuchli ishqoriy muhitda qaytaruvchi yetishmayotgan kislorodni gidroksid ionidan olib oksidlanadi va suv hosil qiladi:



**1-misol.**  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

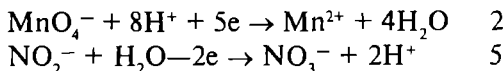
Reaksiya paytida eritmaning pushti rangi o'zgarib rangsizlanadi. Yarim reaksiya usulini qo'llash uchun reaksiyada qatnashgan ionlarni alohida ko'chirib yoziladi:



Oksidlovchining qaytarilgan va qaytaruvchining oksidlangan mahsulotlarini ko'rsatuvchi yarim reaksiyalar tuziladi:



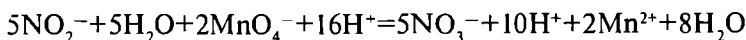
(1) yarim reaksiyaga 1 qoidani (2) yarim reaksiyaga (3) qoidani qo'llaymiz:



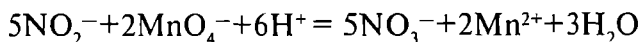


Bu reaksiyalardagi strelkalarni tenglik ishorasiga aylantirish uchun o'ng va chap tomondagi zaryadlar sonini tenglashtirish kerak.

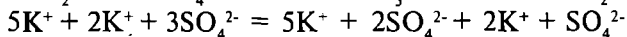
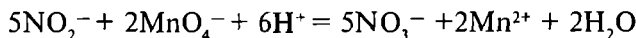
Umumiy reaksiyani tuzish uchun oksidlovchi qabul qilgan va qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar sonidan foydalanib va eng kichik ko'paytuvchiga ko'paytirib hadma had qo'shamiz:



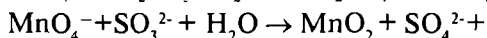
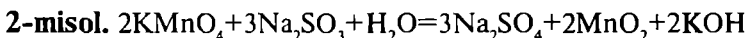
O'xshash ionlarni qisqartirib reaksiyaning ion tenglamasini hosil qilamiz:



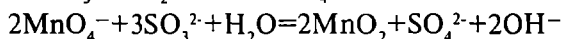
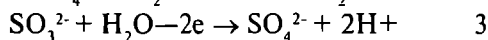
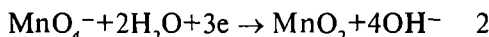
Ion tenglamadan molekular tenglamaga o'tish uchun ion tenglamaning chap va o'ng tomoniga mos keladigan anion hamda kationlarni qo'shamiz, shundan so'ng ionlarni molekullarga birlashtirib molekular tenglamani hosil qilamiz:



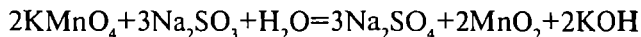
Oxirgi tenglama oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekular tenglamasi hisoblanadi.



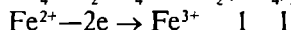
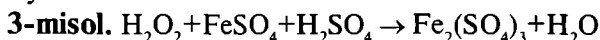
Oksidlovchi uchun (2) qoidani va qaytaruvchi uchun (3) qoidani qo'llab yarim reaksiyalarni yozamiz:

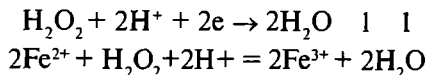


To'liq molekular tenglama yozish uchun mos ionlar qo'shiladi:

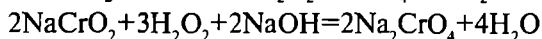
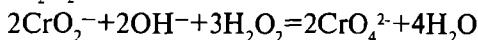
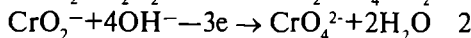
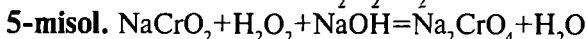
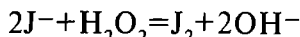
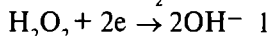
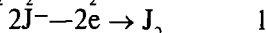
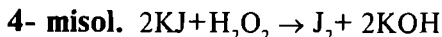
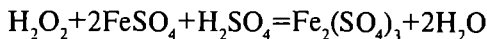


Vodorod peroksidi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida sharoitga qarab ham oksidlovchi ham qaytaruvchi xossasini namoyon etadi.

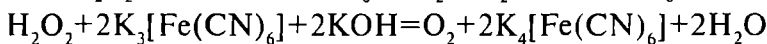
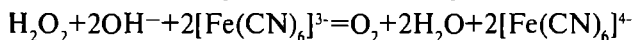
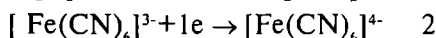
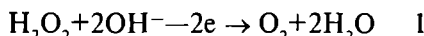
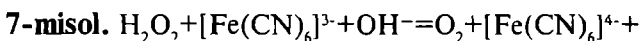
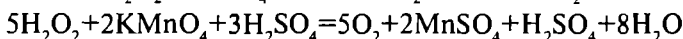
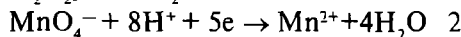
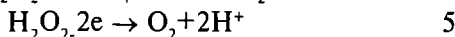
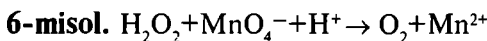




Bu reaksiya molekula holda quyidagicha yoziladi:



Vodorod peroksidi kuchli oksidlovchilar bilan ( $\text{KMnO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  va boshqalar) bilan qaytaruvchi bo'lib, reaksiyaga kirishadi va oksidlanadi.



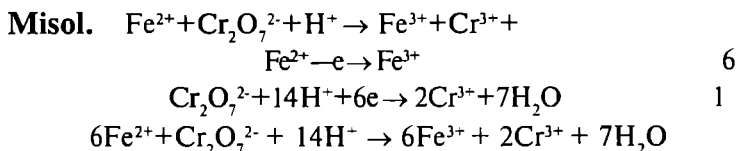
#### 8.4. Oksidlovchi va qaytaruvchining ekvivalenti

Oksidlovchi va qaytaruvchilar doim ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi.

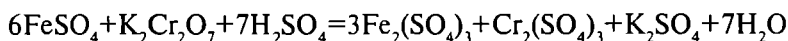
Oksidlovchi yoki qaytaruvchining ekvivalenti deb ularning 1 mol elektronlariga mos keladigan miqdorga aytiladi.

Oksidlovchining ekvivalentini topish uchun uning molekular massasini shu reaksiyada oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga bo'lish kerak.

Qaytaruvchining ekvivalentini topish uchun uning molekular massasini shu reaksiyada qaytaruvchi bergan elektronlar soniga bo'lish kerak.



Molekulyar holda yozilsa:



Oksidlovchining ekvivalenti:  $E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = M/6 = 296/6 = 49 \text{ g/mol}$

Qaytaruvchining ekvivalenti:  $E_{\text{FeSO}_4} = M/1 = 152 \text{ g/mol}$ .

Umumiy holda  $E = M/n$   $M$ -oksidlovchining yoki qaytaruvchining molekular massasi;  $n$ -oksidlovchi yoki qaytaruvchi molekulasidagi atom yoki ionlarning qabul qilgan yoki bergan elektronlar soni.

## 8.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari potentsiallari

Reaksiya uchun olingan oksidlovchi va qaytaruvchi orasida reaksiya ketishi yoki ketmasligini bilish uchun ularning normal oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini bilish kerak. Ularning qiymati 20-jadvalda keltirilgan.

20-jadval

### 298 K da standart oksidlanish-qaytarilish (elektrod) potentsiallari

| Elektroddagi yarim reaksiya                       | $\varphi_{\text{oks/red.}}$<br>V | Elektroddagi yarim reaksiya                                                        | $\varphi_{\text{oks/red.}}$<br>V |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| $\text{Li}^+ + e \rightarrow \text{Li}^\circ$     | -3,05                            | $\text{F}_2 + 2e \rightarrow 2\text{F}^-$                                          | +2,87                            |
| $\text{K}^+ + e \rightarrow \text{K}^\circ$       | -2,92                            | $\text{H}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$          | +1,78                            |
| $\text{Ba}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ba}^\circ$ | -2,90                            | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e \rightarrow$                   |                                  |
| $\text{Ca}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ca}^\circ$ | -2,76                            | $\rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$                                  | +1,69                            |
| $\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}^\circ$     | -2,71                            | $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | +1,68                            |

| Elektroddagi yarim reaksiya                              | $\Phi_{\text{oks/red, V}}$ | Elektroddagi yarim reaksiya                                                                   | $\Phi_{\text{oks/red, V}}$ |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| $\text{La}^{3+} + 3e \rightarrow \text{La}^0$            | -2,37                      | $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 3e \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$            | +1,51                      |
| $\text{Mg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mg}^0$            | -2,37                      | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$            | +1,46                      |
| $\text{H}^{2+} + 2e \rightarrow 2\text{H}^-$             | -2,23                      | $\text{Ge}^{4+} + e \rightarrow \text{Ge}^{3+}$                                               | +1,44                      |
| $\text{Al}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Al}^0$            | -1,71                      | $\text{Cl}^{2+} + 2e \rightarrow 2\text{Cl}^-$                                                | +1,36                      |
| $\text{Mn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mn}^0$            | -1,03                      | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ | +1,33                      |
| $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn}^0$            | -1,71                      | $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$                               | +1,23                      |
| $\text{Fe}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Fe}^0$            | -0,76                      | $\text{Br}_2(\text{s}) + 2e \rightarrow 2\text{Br}^-$                                         | +1,21                      |
| $\text{Cr}^{3+} + e \rightarrow \text{Cr}^{2+}$          | -0,41                      | $[\text{AuCl}_4]^- + 3e \rightarrow \text{Au} + 4\text{Cl}^-$                                 | +1,09                      |
| $\text{Co}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Co}^0$            | -0,41                      | $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$                | +0,99                      |
| $\text{PbSO}_4 + 2e \rightarrow$                         | -0,40                      | $2\text{Hg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Hg}_2^0$                                              | +0,96                      |
| $\rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$               | -0,35                      | $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag}^0$                                                     | +0,91                      |
| $\text{Ni}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ni}^0$            | -0,23                      | $\text{Hg}_2^{2+} + 2e \rightarrow 2\text{Hg}^0$                                              | +0,80                      |
| $\text{Sn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Sn}^0$            | -0,14                      | $\text{Fe}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$                                              | +0,80                      |
| $\text{Pb}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Pb}^0$            | -0,13                      | $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$                              | +0,77                      |
| $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2^0$              | 0,00                       | $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e \rightarrow \text{MnO}_2 +$                        | +0,68                      |
| $\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow$        | +0,20                      | $+ 4\text{OH}^-$                                                                              |                            |
| $\rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |                            | $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$                                          | +0,59                      |
| $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow$              | +0,27                      | $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightarrow 4\text{OH}^-$                              | +0,34                      |
| $\rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$                  |                            |                                                                                               | +0,40                      |
| $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0$          | +0,34                      |                                                                                               |                            |
| $\text{I}^{2+} + 2e \rightarrow 2\text{I}^-$             | +0,56                      |                                                                                               |                            |

Normal elektrod potentsiali qancha kichik bo'lsa, metall shuncha aktiv bo'lib, osonlik bilan oksidlanadi, tuzlaridan qiyinlik bilan qaytariladi. Har bir metall normal elektrod potentsiali o'zinikidan yuqori bo'lgan barcha metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqaradi. Galvanik elementlarda ham oksidlanish-qaytarilish jarayonlari ketganligi sababli ularning elektr yurituvchi kuchini normal elektrod potentsiallarining farqidan topish mumkin.

**Misol.**  $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$   $\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$

$$E_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = -0,763 \text{ v}; E_{\text{Cu/Cu}^{2+}} = +0,337 \text{ v}$$

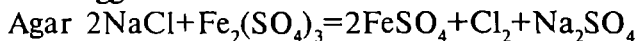
Unda shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi uchun:

$$E_{\text{Cu/Cu}^{2+}} - E_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = 0,337 - (-0,763) = 1,1 \text{ v}$$

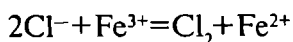
Agar  $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$  reaksiyasi olinsa

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}} = +0,77 \text{ v} \quad E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = +0,15 \text{ v}$$

Bu qiymatlarga ko'ra  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$  jufti qaytaruvchi,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  jufti esa oksidlovchi bo'la oladi. Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchidan katta shuning uchun bu reaksiya chapdan o'ngga bora oladi.



Reaksiyaning ion tenglamasi:



$2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti uchun  $E = +1,36 \text{ v}$ ;  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  jufti uchun  $E = +0,77 \text{ v}$ .

Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchidan kichik shuning uchun bu reaksiya to'g'ri yonalish bo'yicha bormaydi.  $2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti oksidlovchi,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  jufti esa qaytaruvchi bo'la oladi. Demak, reaksiya bu yerda teskari tarafga boradi. Elektronlar elektrod potentsiyali kichik metallardan potentsiali katta metallga o'tadi. Bir qancha elektrodlarning 298 K da standart oksidlanish-qaytarilish(elektrod) potentsiallari qiymati 20-jadvalda berilgan.

**Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining ahamiyati.** Tirik organizmdagi barcha reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan iboratdir. Nafas olish, ovqat hazm qilish, turli biokimyoviy sintezlar asosida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yotadi. Organizmda mikroelementlar yetishmasligi ana shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishida o'zgarishlar ro'y berishi bilan bog'langan.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari klinik analizda ishlatiladigan qondagi kalsiyni aniqlash, siydik kislotasi, katalaza va peroksidaza fermentlari, xlor, xlorli ohak, ichimlik suvlardagi qoldiq xlorni aniqlash va oksidimetriya usullarida qo'llaniladi.

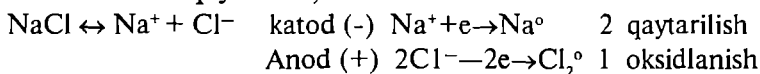
## 8.6. Elektroliz

**Elektroliz jarayoni.** Elektr toki ta'sirida suyuqlanma yoki eritmada ketadigan oksidlanish qaytarilish reaksiyalari elektroliz deb ataladi.

Elektroliz jarayoni suyuqlanma yoki eritmada amalga oshadi.

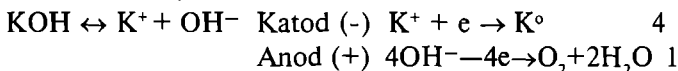
**Suyuqlanmalar elektrolizi.** Elektroliz jarayonini belgilaydigan ko'rsatkichlardan biri elektrodlardir. Agar tuzlarning suyuqlanmasiga biror inert modda, masalan, grafit, ko'mir yoki platina elektrod tushirilgan bo'lsa, shu suyuqlanmada oksidlanish qaytarilish reaksiyasi sodir boladi.

Suyuqlanmada ham  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari hosil bo'lgani uchun katodda kationlar qaytarilsa, anodda anionlar oksidlanadi:



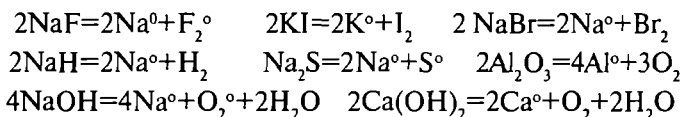
Elektrolizning umumiy tenglamasi:  $2\text{NaCl} = 2\text{Na}^0 + \text{Cl}_2^0$ .

Agar elektroliz jarayonida ishqorlar suyuqlanmasi ishtirok etsa:



Elektrolizning umumiy tenglamasi:  $4\text{KOH} = 4\text{K}^0 + \text{O}_2^0 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Suyuqlanmalar elektrolizi natijasida juda faol bo'lgan metallarni va metallmaslarni olish mumkin bo'ladi. Suyuqlanmalar elektrolizida ishqoriy va ishqoriy yer metallari, aluminiy, fluor, xlor olinadi. Bu moddalarning birikmalari faqat yuqori haroratdagina elektrolizga uchraydi:



**Eritmalar elektrolizi.** Tuzlarning, kislota va asoslarning suvdagi eritmaları elektrolizida suv molekullari ham ishtirok etganligi uchun bu jarayon ancha murakkabroq bo'ladi. Agar elektrolizda inert elektrodlar (ko'mir, grafit va platina) ishlatilsa katodda boradigan jarayonlar uchun quyidagi qoidalarga amal qilinadi.

Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida litiydan aluminiygacha bo'lgan metallarning kationlari turgan bo'lsa, katodda metall ionlari o'rniga suvdagi vodorod ionlari qaytariladi:

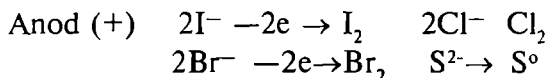
Katod (-)  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$  yozilishi mumkin.

Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida aluminiy va vodorod orasida joylashgan metallarning kationlari bor bo'lsa, u holda bir paytning o'zida ham metall ham vodorod kationlarining qaytarilishi kuzatiladi:

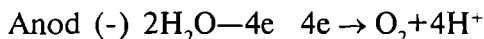
Katod (-)  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} \rightarrow \text{Zn}^0 + \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida vodoroddan keyin turgan metallar kationlari (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) bo'lsa, eritmada faqat shu metall kationlarining o'zi qaytariladi.

Eritmalar elektrolizi anodning qanday moddadan tayyorlanganligiga bog'liq. Agar anod inert hisoblansa, u erimaydi. Bunday elektrod sifatida ko'mir, grafit, platina olinishi mumkin. Anoddagi jarayonlar anionlari kislorodsiz kislotalardan iborat bo'lgan anionlar uchun shu ionlarning oksidlanishi hisobiga amalga oshadi. Bunday ionlar qatoriga  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  (ftor anionidan tashqari) ionlari kiradi:

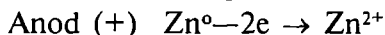


Agar eritmadagi anionlar kislorodli kislotalardan iborat bo'lsa ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$  va boshqalar) bu holda suvdagi gidroksid ionlari yoki suv molekulari oksidlanadi:

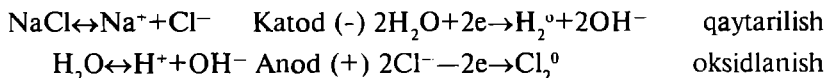


Eritmada ftor anionlari bor bo'lganda ham, ularning o'rniga suv molekularining oksidlanishi kuzatiladi va shuning uchun ham suvdagi eritmalaridan erkin ftorni ajratib olib bo'lmaydi.

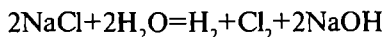
Elektroliz jarayonida eriydigan elektrod ishlatilgan bo'lsa, bunday elektrodlar qatoriga mis, kumush, rux, kadmiy, nikel, xrom olinganida, ana shu anod sifatida olingan metallarning oksidlanishi, ya'ni anod metalining erishi kuzatiladi:



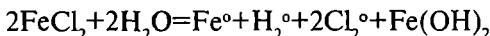
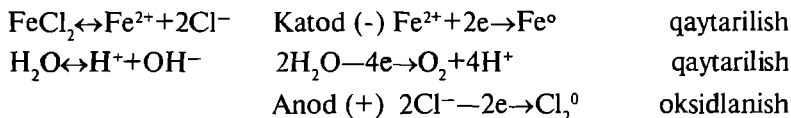
Eritmalarda elektroliz jarayoniga misollar ko'ramiz. Masalan, osh tuzining suvdagi eritmasini olaylik. Osh tuzining eritmasi elektroliz qilinsa katodda vodorod gazi, anodda xlor gazi ajralib chiqadi, eritmada esa natriy gidroksid qoladi.



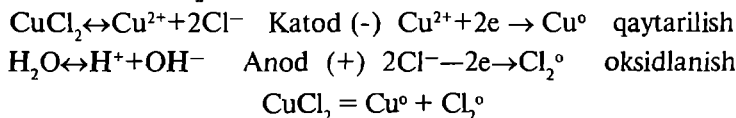
Elektrolizning umumiy tenglamasi:



Agar  $\text{FeCl}_2$  ning suvdagi eritmasi elektrolizi olinsa:

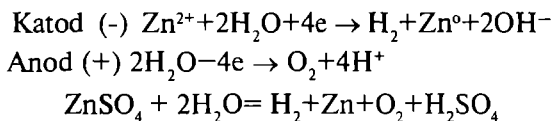


Agar elektroliz mis(II) xloridning suvdagi eritmasida amalga oshirilsa, eritma elektrolizi xuddi suyuqlanmaga o'xshab ketadi va ham Cu va ham  $\text{Cl}_2$  ajraladi:

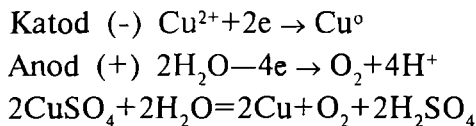


$\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$  kabi moddalarning suvdagi eritmaları elektroliz qilinsa faqat suv parchalanib, vodorod va kislorod gaz holida ajralib chiqadi. Bu moddalarning o'zi esa eritmada saqlanib qoladi, ular eritmaning elektr o'tkazuvchanligini oshirib elektroliz jarayonini tezlashtiradi va eritmaning konsentratsiyasi ortishi kuzatiladi.

Rux sulfat eritmasining elektrolizi tenglamasi:



Mis(II) sulfat eritmasining elektrolizi:



**Elektrolizning miqdoriy qonunlari.** Elektrolizning miqdoriy qonunlari M.Faradey formulalarida o'z ifodasini topgan.



**Faradeyning I qonuni.** Elektroliz natijasida elektrodda ajralib chiqqan moddalar massasi elektrolit eritmasi orqali o'tgan elektr tokining miqdoriga to'g'ri proporsionaldir:

$$m=k \cdot Q$$

bunda:  $m$  — elektrolizda ajralib chiqqan moddaning massasi;  $Q$  — tokning miqdori;  $k$  — proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, moddaning kimyoviy ekvivalenti deyiladi.

**Faradeyning II qonuni.** Agar turli elektrolit eritmalaridan bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa, elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalarning miqdori ularning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$m=I \cdot E \cdot t/F$$

bunda:  $m$  — elektrolizda ajralgan modda miqdori, g;  $I$  — amperlarda o'lchangan tok kuchi;  $E$  — elektrolizda ajralgan moddaning kimyoviy ekvivalenti:

$$E=A/v.$$

bunda:  $A$  — elementning atom massasi;  $V$  — uning valentligi.

Kimyoviy ekvivalent element atom massasini valentlikka bo'lgan nisbati orqali topiladi.

$F$  — faradey soni bo'lib, uning son qiymati 96500 Kl ga teng.

Har qanday moddaning bir ekvivalent miqdorini olish uchun eritma va suyuqlanmadan bir xil miqdorda elektr miqdorini, ya'ni 96500 Kl elektr miqdorini o'tkazish kerak.

**Elektrolizning amaliy ahamiyati.** Elektroliz jarayoni Na, K, Ca, Ba, Mg, Al kabi anchagina aktiv metallarni olishning usullaridan biri hisoblanadi. Metallmaslarning eng faoli bo'lgan ffor faqat floridlarning suyuqlanmalarini elektroliz qilib olinadi.

Elektroliz metallarning yuzalarini metallar qatlami bilan qoplashda ham keng qo'llaniladi. Bunda metallarning yuzasiga Ni, Cr, Ag, Cu qoplanadi.

Metallar yuzasini ko'rinishi chiroyli bo'lgan va himoya metall qatlamlari bilan qoplash galvanostegiya deyiladi. Metallar yuzasini shu tariqa xromlash, qalaylash, nikellash va mislash mumkin.

Tipografik, fotonusxalar olish maqsadida qavariq yuzalardan qoplamalar olish va ularni keyinchalik ko'paytirish galvanoplastika deyiladi.

## 8.7. Metallar korroziyasi

Metallar va ular qotishmalarining tashqi muhit ta'sirida o'z-o'zidan yemirilishi korroziya deb ataladi. Korroziyani ikki qismga bo'lish mumkin: kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya.

Kimyoviy korroziya metallar va ular qotishmalarining sirtqi qavatini havodagi turli gazlar (kislorod, vodorod sulfid, sulfid angidrid, azot oksidlari va boshqalar) ta'sirida yemirilishi tushuniladi. Bu jarayonda metallarning agressiv muhit ta'sirida oksidlari, sulfidlari va boshqa birikmalari hosil bo'lishi kuzatiladi.

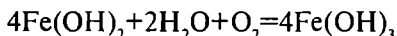
Korroziya tufayli kumush o'zining yaltiroqligini yo'qotadi, temir zanglaydi, rux, qalay, zanglamaydigan po'lat xiralaniq qoladi. Lekin metallarning aktivlik qatorida eng oxirida joylashgan oltin va platina atmosfera ta'siridan korroziyaga uchramaydi.

Namlik va havo kislorodi ta'sirida elektrokimyoviy korroziyasi yuzaga keladi. Ba'zi metallar o'z sirtida oksid pardasi hosil qilish xossasiga ega, shuning uchun aluminiy, rux, xrom, berilliy, nikel, magniy kabi metallar korroziyaga chidamlidir.

Temir va uning qotishmalari korroziyaga chidamsiz hisoblanadi. Korroziya jarayonida oksidlovchi kislorod bo'lgani uchun quyidagi jarayon sodir bo'ladi:

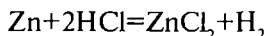


Temir(II) gidroksid havo kislorodi va namlik ta'sirida yana oksidlanib  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ga aylanadi:



Agar bu jarayon agressiv muhit ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) ishtirokida amalga oshsa korroziya yanada tezlashadi.

Agar ikkita metall bir-biriga ulangan holatda korroziyaga uchratilsa, bu metallarning eng faoli birinchi navbatda korroziyaga uchrashi aniqlangan:



Ruxning kislotada erishi kuzatiladi. Shu jarayon rux metali bilan tutashtirilgan mis ishtirokida amalga oshirilsa, rux metalining korroziyalanishi yanada kuchayadi. Bu yerda elektrokimyoviy

korroziyalanish yuzaga kelib, bir metall musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlanib qoladi.

**Korroziyaga qarshi kurash.** Metallar sirtini himoya qatlamlari bilan o'raladi. Metallar sirti lak, bo'yoq, emal bilan qoplanadi. Metallarning sirtiga havo va boshqa agressiv muhitning ta'siri kamayib, korroziya sekinlashadi.

Metallarning yuzasi boshqa metallar bilan (Ni, Cr, Zn, Cd, Sn, Cu, Ag, Au va boshqalar) qoplanadi. Metallarning yupqa pardasi ichkaridagi metallni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

Metallardan yasaladigan mashina va mexanizmlar metallning o'zidan emas, balki korroziyaga chidamli qotishmalardan yasaladi. Bunday qotishmalar juda ko'p. Ruxlangan, qalaylangan, xromlangan qotishmalar korroziyaga chidamli va xossalari toza metallardan ustun turadi.

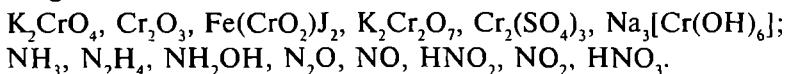
Metallarni korroziyadan saqlash uchun elektrokimyoviy himoya usullaridan foydalaniladi. Metall buyumlarga faolligi yuqori bo'lgan boshqa metallardan tutqich (закрепка) ulab qo'yiladi. Bunda agar faol metall yemirilib tugamaguncha asosiy metall korroziyaga uchramaydi. Dengizdagi kemalar, yer osti quvurlari, gaz o'tadigan quvurlar korroziyasini sekinlashtirish uchun protektor himoya ishlatiladi. Bunday sharoitda ko'pincha po'lat quvurlarni himoyalash uchun aktiv metall (masalan, rux) ishlatiladi. Protektor sifatida magniy, rux, aluminiy qotishmalari ham qo'llanilsa, yaxshi natijalar olingan. Protektor yemirilib bo'lsa, unga yangisi ulab qo'yiladi. Kemalarni korroziyalanishdan saqlash uchun ular mis bilan qoplanadi. Misli qoplamaga protektor (Zn, Fe, Mg) ulab qoyilsa kema korpusining korroziyalanishi sekinlashadi.

Metallar saqlanadigan muhitga korroziyani sekinlashtiruvchi moddalar — ingibitorlar qo'shib qo'yiladi. Ingibitorlar organik moddalar, nitrit, xromat, silikat, fosfat kislota tuzlarining samadorligi yuqoriligi ma'lum.

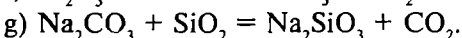
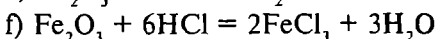
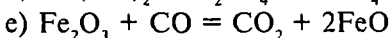
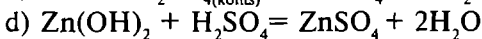
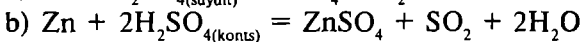
## **8-bobga oid savol va masalalar**

1. Quyidagi birikmalarda oltingugurtning oksidlanish darajasini aniqlang:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ .

2. Quyidagi birikmalarda xrom va azotning oksidlanish darajalarini hisoblang:

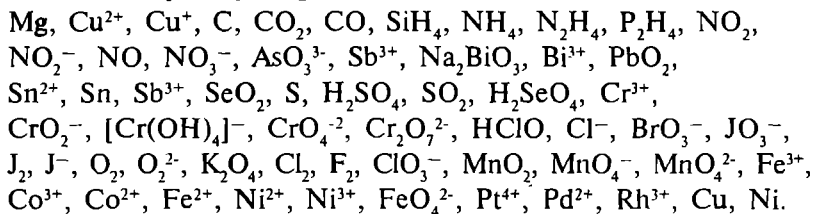


3. Quyidagi reaksiyalarning qaysi birlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kiradi:

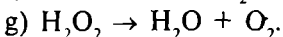
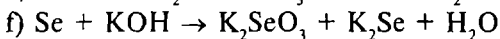


Javobingizni asoslang va oksidlovchi va qaytaruvchilarni ko'rsating.

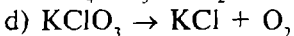
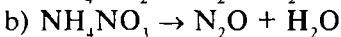
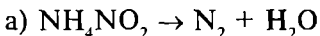
4. Quyidagi ion, molekula va atomlarning a) faqat oksidlovchi; b) faqat qaytaruvchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'la oladiganlarni alohida-alohida ajratib yozing:



5. Quyidagi disproportiysialanish reaksiyalarini elektron balans usulida tenglashtiring:



6. Quyidagi molekularlarning ichidagi boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini elektron balans usulida tenglashtiring:



- e)  $\text{Au}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Au} + \text{O}_2$   
 f)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$   
 g)  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

7. Quyidagi disproportsiyanlash va molekulaning ichida boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

- a)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$   
 b)  $\text{P} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{KH}_2\text{PO}_2$   
 d)  $\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 e)  $\text{HClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{HClO}_4$   
 f)  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$   
 g)  $\text{J}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KJO}_3 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{O}$

8. Quyidagi kislotali sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

- a)  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{kons})} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} +$   
 b)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{kons})} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{S} +$   
 d)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \dots$   
 e)  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{SnO}_2 + \text{NO} + \dots$   
 f)  $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \dots$   
 g)  $\text{As} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO} + \dots$   
 h)  $\text{Bi} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \dots$   
 i)  $\text{J}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HJO}_3 + \text{NO} + \dots$   
 j)  $\text{Se} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{NO} + \dots$   
 k)  $\text{As} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \dots$   
 l)  $\text{HCl} + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$   
 m)  $\text{HgS} + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{HgCl}_2 +$   
 n)  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{KNO}_3 +$   
 o)  $\text{KBiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{BiCl}_3 + \text{Cl}_2 +$   
 p)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 +$   
 q)  $\text{PbO}_2 + \text{KJ} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{J}_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 +$   
 r)  $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow \text{NO} + \text{S} +$

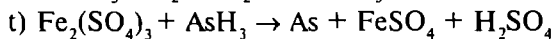
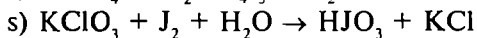
9. Quyidagi ishqoriy sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

- a)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 +$   
 b)  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 +$   
 d)  $\text{P} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$

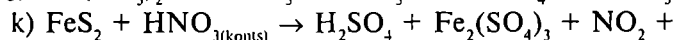
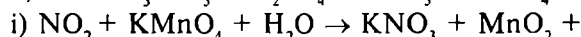
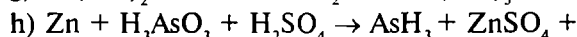
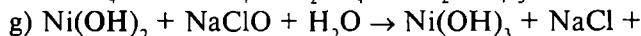
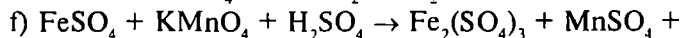
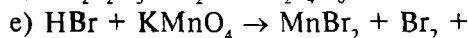
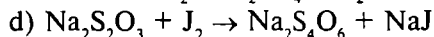
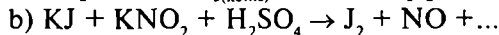
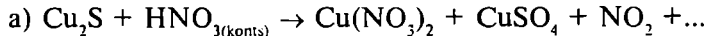
- e)  $\text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- f)  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$
- g)  $\text{BiCl}_3 + \text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] +$
- h)  $\text{NaFeO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_4 +$
- i)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} +$
- j)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- k)  $\text{KBrO} + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \text{MnO}_2 +$
- l)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 +$
- m)  $\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$
- n)  $\text{Zn} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 + \text{KNO}_2 +$
- o)  $\text{ReO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{ReO}_5 +$
- p)  $\text{KMnO}_4 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] +$
- q)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} +$
- r)  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{J}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KJ} + \text{K}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- s)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} +$
- t)  $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2.$

**10.** Quyidagi neytral sharoitda boradigan reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

- a)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KMnO}_4 + \dots$
- b)  $\text{Cl}_2 + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HJO}_3 + \text{HCl}$
- d)  $\text{AsH}_3 + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NaCl}$
- e)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{Ag}$
- f)  $\text{SO}_2 + \text{TeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Te} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- g)  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 +$
- h)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 +$
- i)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} + \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 +$
- j)  $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 +$
- k)  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- l)  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- m)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Br}_2 \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KBr}$
- n)  $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{O}_2$
- o)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
- p)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- q)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$



**11.** Quyidagi reaksiyalarni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

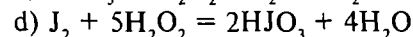
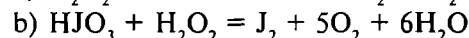
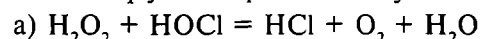


**12.** Agar  $\text{KClO}_4$  a) xlor (IV) oksidgacha; b) erkin xlogachaga; d) xlor ionigachaga qaytarilsa, shu reaksiyalarda uning ekvivalentini hamda ekvivalent massasini hisoblang. (*Javob:* a) 1,3 mol, 46,2 g/mol; b) 1,7 mol, 19,8 g/mol; d) 1,8 mol, 17,3 g/mol).

**13.** Bir gramm yod bilan necha gramm vodorod sulfidni oltingugurtgacha oksidlash mumkin? (*Javob:* 0,134 g).

**14.** Kislotali muhitda 20 ml 0,1 n  $\text{KMnO}_4$  eritmasi bilan necha gramm temir (II) sulfidni oksidlash mumkin? (*Javob:* 0,304 g).

**15.** Quyidagi reaksiyalar qay tarafga borishi mumkinligini ko'rsating. (Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari jadvalidan foydalaning).



**16.** Eritmada temir (III) tuzini temir (II) tuziga a) kaliy bromid bilan; b) kaliy yodid bilan qaytarish mumkinmi?

**17.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining asosiy turlariga misollar keltiring.

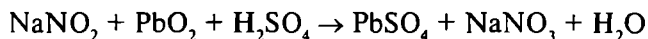
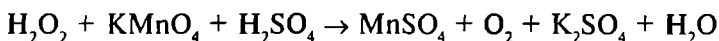
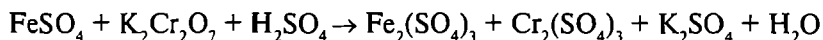
**18.** Dorishunoslik amaliyotida keng qo'llaniladigan asosiy oksidlovchi va qaytaruvchilarga misollar keltiring.

**19.**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , KJ va  $\text{NaNO}_2$  birikmalardagi xrom, yod va azotning oksidlanish darajasini bilgan holda qaysi biri faqat oksidlovchi, qaysi biri

ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'lishi mumkin? Reaksiya tenglamalarini yozib tasdiqlang.

20. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ion-elektron usuli bilan tenglashganda koeffitsiyent topish nimaga asoslangan? Bu usulning elektron balans usulidan afzalligi nimada? Misollar keltiring.

21. Quyidagi reaksiyalarni elektron balans va yarim reaksiyalar usuli bilan tenglang:



22. Kislotali sharoitda oksidlanish-qaytarilish titrlash uchun kerak bo'ladigan 0,02 n li 500 ml kaliy permanganat eritmasini tayyorlash uchun necha g  $\text{KMnO}_4$  tuzidan kerak?  $\text{MnO}_4^-$ , ioni  $\text{Mn}^{2+}$  gacha qaytariladi.

23. Standart elektron potensial qiymatini hisobga olib,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  va  $\text{Br}_2$  orasidagi reaksiya ishqoriy sharoitda ketish-ketmasligini aniqlang.

### **9-bob. D.I.MENDELEYEVNING DAVRIY QONUNI VA ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI**

Elementlarni birinchi marta sinflashga bo'lgan urinish fransuz olimi A.Lavuazye va Ya. Bersilius tomonidan amalga oshirilgan. Ular barcha elementlarni metall va metallmaslarga bo'lgan edilar.

Nemis kimyogari Debernayer elementlarni o'xshash kimyoviy xossalriga ko'ra birlashtirib elementlarning «triadalarini» hosil qildi.

1857-yilda ingliz Odling va fransuz Shankurtua elementlarning atom massalari ortib borishi bilan ularning kimyoviy xossalari o'zgarishida davriylik borligini payqadilar. O'tgan asrning 60- yillarida 64 ta kimyoviy element ma'lum bo'lib, ular qatoriga oltin, kumush, temir, mis, oltingugurt va boshqalar kirgan edi. Keyinchalik azot, kislorod, vodorod va boshqa elementlar kashf etildi.

1864-yilda Nyulendes «oktavalalar» qonunini ochdi. Bu qonunga ko'ra har bir yettita elementdan keyin elementlarning xossalari qaytarilishi kuzatildi. Nyulendes elementlarning eng asosiy kattaligi



sifatida ularning ekvivalent massalarini oldi. U o'sha paytda ma'lum bo'lgan 64 ta elementni yettidan qilib sakkizta guruhga bo'lib chiqdi. U ba'zan bir katakka ikkita elementni joylashtirib, hali yangi elementlar ham ochilishini hisobga olmadi.

L.Meyer e'lon qilgan jadvalida o'sha paytda ma'lum bo'lgan 64 ta elementdan 44 tasini joylashtirib, ularning atom massasi ortib borishi va vodorodga nisbatan yuqori valentligi ortishiga ko'ra jadvalga qo'yib chiqdi. 1868-yilda L.Meyer davrlar ham ko'rsatilgan yarim uzun ko'rinishda elementlar jadvalini chop etdi. Bu jadvalga vodorod, bor, indiy, uran va ko'pgina boshqa elementlar kiritilmagan edi. Bu jadvalda 12 ta elementning joylanishi noto'g'ri ko'rsatilgan bo'lib, bir davrda vodorod va geliyning joylanishi mulaqo hisobga olinmagan edi.

1869-yilda rus kimyogari D.I.Mendeleyev elementlarning eng asosiy kattaligi sifatida ularning atom massasi deb hisobladi. U elementlarning bir-biriga o'xshamaydigan tabiiy guruhlarini taqqoslab, atom massasining o'zgarishiga qarab elementlar xossalarini davriy ravishda o'zgarishini aniqladi. Shularga asoslangan holda D.I. Mendeleyev elementlar davriy qonunini quyidagicha ta'rifladi:

Kimyoviy elementlar va ular hosil qilgan oddiy va murakkab moddalarning xossalari shu elementning atom massasiga davriy ravishda bog'liqdir.

Boshqalardan farqli ravishda D.I.Mendeleyev galogenlar, ishqoriy metallar, ishqoriy-yer metallarining atom massalarini o'zgarishini ko'rsatib, elementlar va ularning birikmalari xossalarini davriy ravishda o'zgarishiga alohida e'tibor berdi. Bu qonun asosida u elementlar atom massasini ortib borishiga asoslanib davriy jadval yaratdi.

1871-yilda D.I.Mendeleyev davriy sistemadagi 17 elementni davriy jadvaldagi o'rnini atom massalari ortib borish tartibidan boshqacha bo'lsa ham o'zgartirdi. Keyinchalik bu tuzatishlar to'g'ri ekanligi ma'lum bo'ldi. Davriy qonun va elementlar davriy jadvaliga asoslangan holda D.I.Mendeleyev oltita element hali ochilishi mumkinligini ko'ra bildi, ularga bo'sh joy qoldirdi hamda ularning xossalarini tavsiflab berdi. Shu orada uchta element — skandiy, galliy va germaniy ochildi. Keyinchalik bo'lsa qolgan elementlar

ham (texnisiy, reniy va polloniy) kasf etildi. Davriy qonun asosida keyinchalik yana 20 ta yangi elementlar ochilib, kimyo fanining jadal rivojlanishiga turtki bo'ldi.

Davriy qonun va davriy sistema atom tuzilishini jadal rivojlantirishiga, atom tuzilish nazariyasi esa davriy qonunni yanada chuqur ma'noga ega bo'lishiga sabab bo'ldi. Keyinchalik elementlarning tartib raqami ham chuqur ma'noga ega ekanligi va u elementlarning atom yadrosining zaryadini va atomdagi elektronlar sonini ko'rsatishi ma'lum bo'ldi.

Hozirgi vaqtda D.I.Mendeleyevning elementlar davriy qonuni quyidagicha ta'riflanadi: «Elementlarning xossalari, birikmalarining shakli va xossalari ularning atom yadrolari zaryadiga davriy ravishda bog'liqdir».

D.I.Mendeleyevning kimyoviy elementlarning davriy qonuni va davriy sistemasi kimyo fani rivojlanishida juda katta ahamiyatga ega.

## **9.1. Davriy sistemaning tuzilishi**

Elementlar davriy sistemasi davriy qonunning grafik tasviridir. Hozirgi paytda elementlar davriy sistemasida 110 ta element keltirilgan.

D.I.Mendeleyevning 1869-yilda taklif etgan uzun shakldagi jadvalda davrlar bir qatorga joylashgan edi. 1870-yilda D.I.Mendeleyev davriy sistemaning ikkinchi xili qisqacha shaklni e'lon qildi. Bu sistemada davrlar qatorlarga, guruhlar bo'lsa asosiy va qo'shimcha guruhlariga bo'lingan.

Hozirgi paytda davriy sistemaning 500 xili ma'lum bo'lib, ularning ichida eng ko'p qo'llanilayotgani D.I.Mendeleyev taklif etgan variantlar hisoblanadi. Qisqa shakldagi davriy sistemaning eng asosiy kamchiligi xossalari keskin farq qiladigan asosiy va qo'shimcha guruh elementlarining bir guruhda joylashganligidir. Shuning uchun ham ba'zan davriy jadvalning uzun shakli ko'proq ishlatiladi. Ba'zan jadvaldagi lantanoidlar va aktinoidlar jadvalda alohida qatorga joylashtirilib, davriy sistema yarim uzun variantga aylantirilgan.

Davriy sistemada xossalari o'xshash elementlar guruhlarga bo'lingan. Elementlar davrlarga ham bo'lingan bo'lib, davrlar ishqoriy metallardan boshlanib tipik metallmaslar bilan tugallanadi. D.I.Mendeleyevning davriy jadvalida yettita davr bo'lib, faqat birinchi davrda ikkita element joylashtirilgan (vodorod va geliy). Qolgan davrlar ishqoriy metallardan boshlanib, inert gaz bilan tugallanadi. 2- va 3- davrlar kichik davrlar hisoblanadi va ularda 8 tadan element joylashgan. 4-, 5-, 6- davrlar bo'lsa katta davrlar deyiladi. 4- va 5- davrlarda 18 tadan element bor bo'lgan holda, 6-davrda 32 element joylashtirilgan. Oxirgi 7-davr tugallamagan davr hisoblanib, bu davrda unda hozir 24 ta element keltirilgan. Bu davr tugallanishi uchun unga yana 10 ta element yetishmaydi.

6-davrdagi elementlar tarkibiga 14 ta element kiritilgan bo'lib, ular lantanoidlar deyiladi. Bu elementlar lantandan keyin keladigan elementlar, ular o'xshash kimyoviy xossalarga ega. Shunga o'xshash 7-davrga 14 element- aktinoidlar kiritilgan. Bu elementlarning barcha xossalari aktiniyga o'xshaydi. Ba'zan aktinoidlarning xossalari lantanoidlarga ham o'xshab ketadi.

Elementlar davriy jadvalida vertikal joylashgan elementlar qatori kimyoviy xossalari o'xshash bo'lib, ular guruhlar deyiladi. Guruhlar asosiy(A) va qo'shimcha(B) guruhlarga bo'lingan. Davriy jadvalda guruhlar soni 8 taga bo'lingan. Bosh guruhcha elementlari kichik davrlardan, qo'shimcha guruh elementlari katta davrlardan boshlangan. Ko'pchilik bosh va qo'shimcha guruh elementlari orasida kimyoviy o'xshashlik va o'ziga xos tafovutlar uchraydi.

Barcha elementlar ichida vodorod o'ziga xos xossaga ega bo'lganligi tufayli u davriy jadvalda ham I guruhga ham 7-guruhga joylashtirilgan. Vodorod xossalari jihatidan metallarga ham o'xshab ketadi, galogenlar bilan birikmalar hosil qiladi. Metallar bilan hosil qiladigan birikmalarda bo'lsa, metallmaslarga o'xshaydi.

I va II A guruhcha elementlari (VIII guruhdagi geliy ham) s- elementlar, qolgan III–VIII guruhcha elementlari p-oila elementlari hisoblanadi. d-elementlar katta davrda joylashgan, ular qo'shimcha (B) guruhcha elementlariga kiritilgan.

Litiydan ftorga qarab elementlarning metallik xossalari kamayib, metallmaslik xossalari ortib boradi. Nodir gazlar tipik metallmaslar bilan metallarni ajratuvchi chegara hisoblanadi. Birinchi davrdagina shunday qonuniyat kuzatilmaydi.

Katta davrlarda elementlarning xossalari kichik davrdagilardan ko'ra sust o'zgaradi.

## **9.2. Elementlar va ularning birikmalari xossalariidagi davriylik**

D.I.Mendeleyev elementlar davriy jadvalida davr bo'ylab, chapdan o'ngga qarab elementlarning metallmaslik xossalari ortib boradi. Bosh guruhcha elementlarida bo'lsa, yuqoridan pastga qarab elementlarning atom yadro zaryadi ortishi bilan metallik xossalari kuchayib boradi.

**Elementlarning atom radiusi.** Davriy jadvalda elementlarning atom radiusi davr bo'ylab chapdan o'ngga qarab kamayib keladi. Bosh guruhcha elementlari uchun guruhcha bo'ylab yuqoridan pastga qarab elementlarning atom radiusi ortib boradi. Shuni e'tiborga olish kerakki, metallarda ionlar radiusi ham yuqoridagi qonun bo'yicha o'zgaradi.

**Ionlanish energiyasi (I).** Atomdan bitta elektron uzib chiqarish uchun kerak bo'ladigan energiyaga ionlanish energiyasi deyiladi. Bu energiyaning miqdori elektron-Voltlarda(eV) o'lchanadi (1 eV 96,32 kJ/molga teng). Davrda ionlanish energiyasi chapdan o'ngga qarab ortib boradi. Gurmhda yuqoridan pastga qarab ionlanish energiyasi kamayadi. Atom radiusi va ionlanish energiyasining o'zgarishi atomlarning kimyoviy xossalarini belgilaydi. Bu xossalarga qaytaruvchilik, oksidlovchilik va kislota-asos xossalari kiradi.

**Elektronga moyillik energiyasi (E).** Elektronga moyillik energiyasi deb, atomga bitta elektron biriktirganda ajraladigan energiyaga aytiladi (birligi eV). Elektronga moyillik energiyasining qiymati ionlanish energiyasiga o'xshash o'zgaradi. Odatda, atom elektron biriktirsa anion holatiga o'tadi. Bunday xossa metallmaslarga tegishli. Metallmaslarda eng yuqori elektronga moyillik energiyasi qiymati galogenlarda kuzatiladi. Ularning orasida bo'lsa, ftorning elektronga

moyillik energiyasi eng yuqoridir. Ftorning elektronini tortib oladigan boshqa element yo'q.

**Elektrmanfiylik ( $X=I+E$ ).** L. Poling taklifiga ko'ra atomning o'ziga elektron tortish xususiyatiga elektrmanfiylik deyiladi. Bosh guruhchalarda elementlarning elektrmanfiyligi yuqoridan pastga qarab va davrlarda o'ngdan chapga qarab elektrmanfiylik kamayib boradi. Elektrmanfiylik kimyoviy bog'lanishni aniqlashda keng qo'llaniladi. Bu qiymatlar asosida elementlarning oksidlanish darajasi aniqlanadi.

Litiyning nisbiy elektrmanfiyligi bir deb qabul qilingan. Ftorning nisbiy elektrmanfiyligi 4,1 ga teng. Qolgan elementlarning elektrmanfiyliklari shu qiymatlar orasida joylashgan.

**Atomlarning oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari.** Element atomlarining oksidlovchilik-qaytaruvchilik xossalari atomlar yoki ionlar radiusi hamda atomlarning elektron tuzilishi bilan bog'liq. Odatda, metallar qaytaruvchilardir. Metallmaslarda oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari kuzatiladi. Ftor faqat oksidlovchi xossasiga ega.

Agar atom kichik radiusga ega bo'lsa, unga elektronlarning tortilishi oson va atomning oksidlovchilik xossasi kuchayadi. Shuning uchun ham galogenlar ichida ftor eng kuchli oksidlovchidir.

Metallarda esa atom radiusining kattalashganligi hisobiga elektronlarni berish osonlashadi va ularning qaytaruvchilik xossalari ortib boradi. Davrlar bo'yicha bo'lsa chapdan o'ngga qarab elementlarning qaytaruvchilik xossasi zaiflashadi.

Qo'shimcha guruh elementlarida bo'lsa, element atom radiusi ortgan sari yadro zaryadi ortib, qaytaruvchi xossalarning zaiflashishi yuz beradi. Bu holatda metallarning kimyoviy faolligi kamayadi.

**Element atomlarining kislota-asos xossalari.** Odatda, tipik metallarning oksidlari asosli oksidlardir. Ular davrlarning boshlaridan o'rin olgan. Davrlarning oxirida joylashgan metallmaslarning oksidlari kislotali oksidlar hisoblanadi. Davriy jadvaldagi ba'zi elementlarning oksidlari amfoter oksidlardir. Ularga Al, Zn, Be, Sn, Pb, Ge kabi metallarning oksidlari va ba'zi metallmaslarning oksidlari ham kiradi.

Agar element bir necha valentlikka ega bo'lganida past valentlikka ega bo'lgan element oksidlari asosli, o'rtachasi amfoter va yuqori valentlikka ega bo'lganda esa, ularning oksidlari kislotali xossasiga egaligi kuzatiladi. Masalan, xrom birikmalarida shunday qonuniyatlar topilgan.  $\text{CrO}$  — asosli oksid,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — amfoter va  $\text{CrO}_3$  — kislotali oksiddir.

### 9.3. Davriy jadvaldagi qonuniyatlar

Davriy jadvaldagi elementlarning elektron tuzilishi asosida bir element atomidan ikkinchisiga o'tganda ba'zi o'xshash qonuniyatlar kuzatiladi.

**Chala o'xshash elementlar.** Bu xil elementlar elektron konfiguratsiyalari ba'zan kichik oksidlanish darajasi uchun o'xshash (C, Si va Ge, Sn, Pb) yoki yuqori oksidlanish darajasida bir xil elektron strukturali valent pog'onaga ega bo'ladi (Si va Ti).

**To'la o'xshash elementlar.** Bunday elementlar turli xil oksidlanish darajasida tashqi elektron pog'onalari bir xil tuzilishga ega. Bunday guruhlash V.B.Nekrasov tomonidan kiritilgan bo'lib, ularga II guruhda Be, Mg, IV guruhda C, Si, ishqoriy-yer metallardan Ca, Sr, Ba, Ra, qo'shimcha guruh elementlaridan Zn, Cd, Hg, IV guruh elementlaridan Ge, Sn, Pb va Ti, Zr, Hf lar kabi o'xshash elementlar kiradi.

**Diogonal o'xshashlik.** Bir guruhdagi element atomlarining xossalari keyingi davrdagi qo'shni guruhning xossalariga o'xshab ketadi. Masalan, II davrda joylashgan berilliy atomining xossalari III davrda joylashgan aluminiy xossalariga o'xshab ketadi. Diogonal o'xshashlik  $\text{Li}^+ - \text{Mg}^{2+} - \text{Ga}^{2+} - \text{Sn}^{2+} - \text{Bi}^{3+}$  va  $\text{Be}^{2+} - \text{Al}^{3+} - \text{Ga}^{2+} - \text{Ge}^{4+} - \text{Sb}^{5+}$  qatorida yaqqol kuzatiladi.

Bunday o'xshashlik bir guruhdagi juft davr elementlari atomlarining xossalari o'zaro va toq davr elementlari atomlariga o'xshashdir. Fosfor va surma bir-biriga (ular toq davrda joylasgan), mishyak va vismut (toq davrda) atomlarining o'zaro o'xshashligi tufayli fosfor va mishyakda (mos ravishda toq va juft) o'xshashlik kuzatiladi.

**Ichki davriylik.** Bir davrning ichida element atomlarining ba'zi xossalari ichki davriylik qonuniyati kuzatiladi. Bunday xossalari 2 va 3 davr elementlarining yadro zaryadi bilan ionlanish potentsiali ortishida o'ziga xos maksimum va minimumlar yuzaga kelishi bilan amalga oshadi. Agar I davrda joylashgan elementlarning litiydan neongacha qatori e'tiborga olinsa, berilliy va azotda atomlarning ionlanish potentsiali maksimumga ega bo'ladi. 2 davrda joylashgan magniy va fosforda ham ionlanish energiyasining yadro zaryadiga bog'liqligida ana shunday maksimumlar aniqlangan. Ikkala guruhdagi bor, kislorod, aluminiy va oltingugurtda bo'lsa, bu qiymatlar kichiklashib minimum qiymatga ega bo'lib qolgan. Bu qonuniyatlar tashqi elektron pog'onadagi elektronlar bilan yadro orasidagi tortishish kuchini ichki elektron pog'onadagi elektronlar zaiflashtirishi bilan tushuntiriladi.

**Ikkilamchi davriylik.** Bunday qonuniyat asosiy guruhcha elementlarida (s- va p- elementlarda) kuzatilgani uchun uni vertikal davriylik ham deyiladi. Ikkilamchi davriylik yuzaga kelishi d- va f- pog'onachalarning elektronlar bilan to'lib, yadro zaryadining to'silishi tufayli valent elektronlarning yadroga tortilishining zaiflashishi hisoblanadi. Bu ta'sir tufayli atom radiusi, ionlanish potentsiali, elektronga moyillik energiyasi va atomlarning elektro-manfiyliklari o'zgaradi. Yuqoridagi sababga ko'ra faqat IV guruhda emas, boshqa guruh elementlarida ham o'xshashlik ko'rinadi. Masalan, litiyning xossalari magniyga, berilliy aluminiyga, titan niobiyya, vanadiy esa molibdenga o'xshash xossalarga ega.

## *10- bob. ATOM TUZILISHI*

Fanda uzoq vaqt atomlar bo'linmasdir degan fikr hukm surgan. Atomlar mayda qismlarga bo'linmaydi deb hisoblangan. Ayni element boshqa elementlarga aylanmaydi deb qaralgan.

Lekin XIX asr boshlarida ingliz fizigi J. Tomson atomning eng kichik bo'lagi elektronni topdi. Elektron atomning eng kichik zarrachasi bo'lib u manfiy zaryadga ega, uning massasi  $9,1095 \cdot 10^{-28}$  g ga teng. Uning massasi vodorod atomining massasidan 1843 marta kichik. Elektronning zaryadi -1.

Elektronlar manfiy zaryadlangan atomlar esa elektroneytral. Demak, atomlarda musbat zaryadlangan zarrachalar ham bor. Atomlar yana ham kichik zarrachalardan iborat ekanligi radioaktivlik hodisasi ochilgandan so'ng aniqlandi. Radioaktivlik hodisasi 1896-yilda Fransuz olimi Anri Bekkerel tomonidan ochildi. U uran va uning birikmalarini ko'zga ko'rinmas nurlar tarqatishini aniqladi.

Hozirgi paytda uch xil radioaktiv nurlar borligi aniqlangan. Bular  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ - nurlardir. Bu nurlar magnit maydoni ta'sirida 3 qismga ajraladi.

$\alpha$  - nurlar magnit maydonida manfiy plastinkaga qarab og'adi, demak ular musbat zaryadlangan. Har qaysi  $\alpha$ - zarracha geliy atomlaridan 2 ta elektron yo'qolishidan hosil bo'lishi aniqlangan. Shuning uchun ularning zaryadi +2 atom massa geliyning atom massasiga tengdir.

$\alpha$ - zarrachalar havodagi elektronlarni biriktirib, geliy atomlariga aylanadi.

$\beta$ - nurlar elektronlar oqimidan iboratdir. Ular magnit maydonida musbat qutbga qarab og'adi va ularning harakat tezligi 200000 km/sek ni tashkil etadi.

$\gamma$  - nurlar qisqa elektromagnit to'lqinlaridan iborat. Ular zaryadga ega emas. Radioaktiv bo'linish o'z o'zidan katta miqdorda energiya chiqishi bilan boradi.

## 10.1. Atomning yadroviiy tuzilishi

Birinchi atom tuzilishi to'g'risidagi nazariya 1903-yili ingliz olimi Tomson tomonidan yaratildi. Bu nazariya ion-elektron yoki statik nazariya deyiladi.

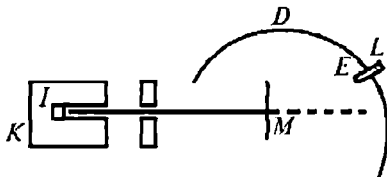
Tomson nazariyasiga ko'ra atom musbat zaryadlangan doira bo'lib, bu zaryadning ichida doimo elektronlar tebranib turadi. Ana shu atomning musbat zaryadlangan qismi atomning butun qismini egallab turadi.

Lekin 1911-yilda ingliz fizigi Ernest Rezerford dinamik yoki atom tuzilishining yadroviiy nazariyasini yaratdi.

Agar nur manbasi (K) dan tirqish (L) orqali  $\alpha$ -zarrachalar yuborilsa, ular to'g'riga o'tib, E ekranda chaqnash yuzaga keltiradi.



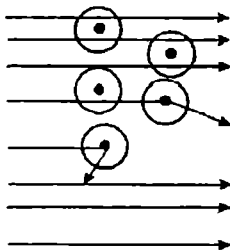
Rezerford yupqa metall plastinkadan (M)  $\alpha$ - zarrachalarning o'tishini o'rgandi, bunda  $\alpha$ -zarrachalarning bir qismini o'z-o'zidan ma'lum burchakka og'ishini topdi (5-rasm).



5- rasm.  $\alpha$ - zarrachalarning yupqa metallar pardadan o'tishi.

Bu hodisa zarrachalarning tarqalishi hodisasi sifatida dunyoga mashhur. Bunday jarayonni Tomson nazariyasi yordamida tushuntirib bo'lmaydi. Chunki o'rtada musbat zaryadni to'plashigina plastinkaga tushayotgan musbat zarrachalarning yo'nalishini o'zgartirishga qodir. Shu tufayli Tomson nazariyasidan voz kechishga to'g'ri keldi.

Agar qalinligi yuz ming atomlar tutgan juda yupqa metall pardadan  $\alpha$ -zarrachalar o'tkazilsa, nur manbasidan chiqqan  $\alpha$ -zarrachalar asosan yupqa pardadan o'tib ketadi. Bu rux sulfid bilan qoplangan ekranda chaqnash ro'y berganligi uchun tirqishda ko'rinadi. Lekin kamdan kam  $\alpha$ -zarrachalar o'z yo'nalishini o'zgartirishi aniqlandi. Ana shu tajribalarga ko'ra Rezerford atomning markazida yadro turadi, shu sababli  $\alpha$ -zarrachalarning og'ishi sodir bo'ladi degan xulosaga keldi (6-rasm).



6-rasm.  $\alpha$ - zarrachalarning metalldan o'tishida og'ishi.

E.Rezerford  $\alpha$ - zarrachalarning og'ishini tushuntirish uchun atomning planetar modelini yaratdi.

Bu nazariyaga ko'ra atom juda kichik o'lchamga ega bo'lgan yadroga ega. Yadroda atomning butun massasi to'plangan. Yadro atrofida manfiy zaryadlangan elektronlar aylanadi. Markazdan qochma kuchlar elektronlarning yadroga tortilishiga qarshilik ko'rsatadi.

Atomning o'lchami  $10^{-11}$  m, yadroning o'lchami bo'lsa  $10^{-16}$  m atrofida. Ko'rinib turibdiki, yadro atomga nisbatan 100000 marta kichik. Shuning uchun ham  $\alpha$ -zarrachalar yupqa metall plastinkadagi yadrolar orasidagi masofadan o'tib ketadi va u o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi. Agar  $\alpha$ -zarrachalar yadrolarning yaqinidan o'tsa ular og'adi.  $\alpha$ -zarrachalar yadrolar mavjudligini isbot etibgina qolmay, balki ularning zaryadini ham aniqlashga imkon beradi. Elementlarning davriy jadvaldagi tartib nomeri yadrodagi protonlar sonini hamda yadro atrofida aylanuvchi elektronlar sonini ko'rsatadi.

1913-yil Rezerfordning o'quvchisi ingliz olimi Mozli rentgen nurlarining spektrini tekshirib, element tartib nomeri bilan rentgen nurlarini to'lqin uzunliklari orasida quyidagi bog'lanish borligini aniqladi:

$$\sqrt{\nu} = A(z - b).$$

bunda:  $z$  — elementning tartib nomeri;  $A$ ,  $b$  — o'zgarmas sonlar;  $\nu$  — rentgen nurining to'lqin chastotasi, uni o'rniga  $\nu = 1/\gamma$  nurning to'lqin uzunligi ham olinadi.

Mozli formulasi asosida rentgen nurining to'lqin uzunligini o'lchab elementning tartib nomerini topish mumkin. Mozli qonuni D.I. Mendeleyev elementlarni davriy jadvalga to'g'ri joylashtirganini ko'rsatadi.

Rentgen nurlari spektrini o'rganish asosida  $Z = 72$  Re elementi ochilgan. Mozli qonuniga ko'ra elementning tartib nomeri bu oddiy nomerlash emas balki atomning musbat zaryadining qiymatini ko'rsatar ekan, atomning asosiy xossalari uning yadro zaryadiga bog'liqdir.

Masalan,  ${}_{11}\text{Na}^{23}$  natriy atomida elektronlar 11 va protonlar 11. Protonlar va neytronlar bir zarracha nuklonlarning ikki holatini ko'rsatadi.

Protonning massasi 1,0073 u.b. ga teng bo'lib, uning zaryadi +1 ga teng. Neytronning massasi 1,0087 u.b. ga teng, uning zaryadi nolga teng.

Neytron ochilgandan so'ng 1932-yil D.I.Ivanenko va Geyzenberg yadro tuzilishining proton-neutron nazariyasini yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra yadroda protonlar va neytronlar turadi:

$$N = A - Z$$

bunda:  $N$  — atomdagi neytronlar soni,  $A$  — elementning atom massasi.  $Z$  — elementning tartib nomeri.

Be atomining zarrachalar bilan ta'sirini o'rganib 1932-yilda ingliz fizigi J. Chedvik zaryadsiz zarrachalarni aniqladi va ularga neytron nomini berdi ( ${}_0^1n$ ).

Yadrodagi protonlar va neytronlarni ushlab turuvchi kuchlar yadro kuchlari deyiladi. Ular juda qisqa masofada ta'sir etadi ( $10^{-16}$  m).

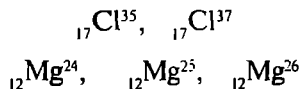
Yadroda protonlar neytronlarga aylanishi yoki teskari jarayon sodir bo'lishi mumkin:



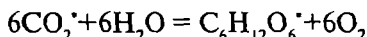
${}_{-1}^0e$  va  ${}_{+1}^0e$  elektron va pozitron.

## 10.2. Izotoplar, izobarlar va izotonlar

Yadro zaryadi bir xil lekin atom massasi turlicha bo'lgan atomlar to'plami izotoplar deyiladi. Bu zarrachalar tarkibida neytronlar soni har xil bo'ladi:

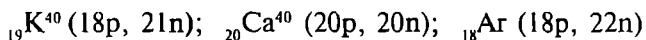


Kimyoviy va biologik jarayonlarda izotop indikatorlar (nishonlangan atomlar) yoki «меченный» ko'p ishlatiladi. Bunday indikator atomlar sifatida  $O^{18}$  va  $C^{13}$  ishlatilishi mumkin. Masalan, fotosintez hodisasidagi kislorod suvdan olinadimi yoki  $CO_2$  dan, isbotlash uchun  $O^{18}$  izotopi ( $O^*$ ) ishlatilgan:

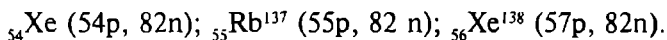


Radiokimyoviy usullar farmatsevtik tahlilda ko'p qo'llaniladi. Farmakopiyadagi radioaktiv preparatlarning sifatini baholash uchun  $\beta$ - yoki  $\alpha$ - zarrachalarning konsentratsiyasi spektrometrlar yordamida o'lchanadi.

Har xil sondagi protonlar va neytronlarga, lekin bir xil sondagi nuklonlarga (atom massasiga) ega bo'lgan zarrachalar izobarlar deyiladi:



Bir xil sondagi neytronlarga ega bo'lgan zarrachalar izotonlar deyiladi:



Turli tog' jinslari, minerallar va organik tabiatga ega bo'lgan moddalarning yoshini aniqlashda izotoplardan foydalaniladigan bir necha usullar mavjud. Bu usullarga qo'rg'oshin, geliy, uglerod izotoplaridan foydalanish kiradi. Uglerodning  $\text{C}^{14}$  izotopi yarim yemirilish davri 5710-yilni tashkil etadi. Bu izotop atmosferada turli kosmik nurlanishlar natijasida hosil bo'lib, organizm uni o'zlashtiradi. Organizm halok bo'lganidan so'ng uning konsentratsiyasi kamaya boshlaydi. Atmosferadagi uglerod konsentratsiyasi va topilmadagi uglerod konsentratsiyasini solishtirib organik topilma yoshini aniqlash mumkin bo'ladi.

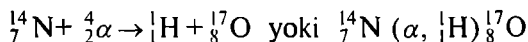
### 10.3. Yadro reaksiyalari

Atom yadrolarida bo'ladigan o'zgarishlar va yadrolarda ketadigan reaksiyalarni yadro kimyosi o'rganadi. Yadro reaksiyalarida atomning yadrosida protonlar va neytronlarning qayta taqsimlanishi natijasida yangi kimyoviy elementlar hosil bo'ladi.

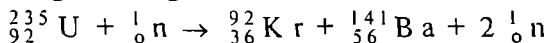
Hozirgi paytda yadro reaksiyalari yordamida davriy jadvaldagi deyarli har qanday elementning radioaktiv izotoplarini olish mumkin. Atomning yadrosiga neytronlar, protonlar, deyttronlar,  $\alpha$ - zarrachalar yoki boshqa element yadrolarini ta'sir etish natijasida yadro reaksiyalari amalga oshiriladi. Yadro reaksiyalari amalga oshishi uchun ta'sir etuvchi zarrachalar juda katta energiya va tezlikka ega bo'lishi kerak. Atomning yadrosi biror bir zarrachani

biriktirganda va yangi yadro hosil bo'lganda uning yashash davri  $10^{-7}$  sek. atrofida bo'ladi. Bu yangi yadro o'z navbatida atrofga elementar zarrachalar tarqatib, yangi va yengilroq yadroga aylanishi yoki biror kimyoviy elementni hosil qilishi mumkin.

Yadro reaksiyalari birinchi marta 1919-yilda E.Rezerford tomonidan amalga oshirilgan. U  ${}^{14}_7\text{N}$  elementini geliy bilan ta'sirlashtirib  ${}^{17}_8\text{O}$  elementini sintez qilgan edi:



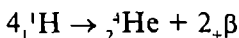
Og'ir metallarning atomlarini juda katta energiyali tez harakat qiluvchi zarrachalar oqimi bilan bombardimon qilish orqali qator yangi elementlar kashf etilgan. Agar uran tezlashtirilgan neytronlar bilan bombardimon qilinsa, 93-element neptuniy hosil bo'ladi. Bu yerda ketma-ket bir necha yadro reaksiyasi sodir bo'ladi. 1939-yilda issiq neytronlar ta'sirida uran yadrosining bo'linish reaksiyasi amalga oshirilgan:



Og'ir yadrolarni o'z-o'zidan ikkiga bo'linishi (ba'zan uch yoki to'rtga) ikki xil yangi yadrolar paydo bo'lishiga olib keladi. Yadrolarning bo'linishi nihoyatda katta energiya chiqishi bilan amalga oshadi. Yuqoridagi reaksiyada 200 MeV energiya ajraladi. Bu energiya qiymati  $19,2 \cdot 10^9$  kJ/mol ga teng yoki bu energiya qiymati 2 million kg yuqori sifatli tosh ko'mir yonganida chiqadigan energiyaga teng.

Yadro reaksiyalarida bir sarflangan neytrondan yadro reaksiyasida ikki yoki uchta yangi neytronlar hosil bo'lib, ular o'z navbatida zanjir reaksiyasini yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi. Bunda juda kuchli portlash sodir bo'lib, atom bombasining ta'siri ana shu holatga asoslangan. Uran va plutoniyning boshqariladigan yadro reaksiyalarini amalga oshirish asosida yadro reaktorlari ishlaydi.

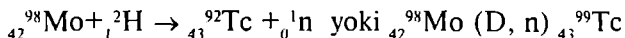
Yangi energiya manbalarini izlash bo'yicha boshqariladigan termoyadro reaksiyalari ham juda katta amaliy ahamiyatga ega. Termoyadro reaksiyalari juda yuqori haroratda  $10^7$  K da boradi. Bu reaksiyada vodorod yadrosidan geliy yadrosining sintezi kuzatilib:



Termoyadro reaksiyalarida ham juda katta energiya ajralib chiqadi, uning qiymati 1 g vodorodga nisbatan 6,87 MeV yoki 644 million kJ/mol qiymatga ega.

Bu qiymat yuqori sifatli tosh ko'mir yonganda chiqadigan energiyadan 15 million marta ko'pdir.

Yadro reaksiyalari asosida olingan birinchi kimyoviy element texnisiy hisoblanadi. Uni olish uchun molibdenga deytronlar ta'sir ettirilgan:



Keyinchalik 85- element astat, 61- element prometi, 87- element fransiy ham olingan.

Transuran elementlari olish uchun yadro reaksiyalarida neytronlar,  $\alpha$ -zarrachalar, deytronlar yuqori energiyali holatda ko'p zaryadli ionlar bilan ta'sirlashtiriladi. Yadro reaktorlarida neytronlarni ta'sir ettirish orqali barcha transuran elementlarining izotoplarini olish mumkin. Ana shu usullarda 100-element fermiygacha bo'lgan transuran elementlar izotoplari olingan. Kelajakda yangi elementlar sintezi barqaror og'ir elementlar izotoplarini olish yo'nalashida amalga oshirilsa kerak.

Radioaktiv preparatlar ko'p kasalliklarni davolashda va kasallik sabablarini aniqlashda keng qo'llanishga ega. Ular bilan ishlashni yaxshi bilmaslik bemorni hamda texnik xizmat ko'rsatuvchilarning hayotiga xavf soladi. Radiopreparatlar sifatida  $\text{H}^3$ ,  $\text{C}^{11}$ ,  $\text{C}^{14}$ ,  $\text{O}^{15}$ ,  $\text{P}^{30}$ ,  $\text{P}^{32}$ ,  $\text{K}^{43}$ ,  $\text{Fe}^{52}$ ,  $\text{Fe}^{55}$ ,  $\text{Co}^{57}$ ,  $\text{Co}^{58}$ ,  $\text{I}^{126}$ ,  $\text{Hg}^{203}$  izotoplar hozirgi paytda keng ko'lamda ishlatiladi. Radio izotoplarning chinligi va ulardagi qo'shimchalarni aniqlash farmatsevtik tahlilning dolzarb masalalaridan biridir. Bu preparatlarning miqdoriy aniqlash uchun yadro spektrometriya va radiometriya usullari qo'llaniladi.

Saraton kasalligidagi xavfli o'smalar borligini aniqlash uchun o'smalardagi to'qimalarning radioaktiv elementlarni yutib qolish xossasidan foydalaniladi. Masalan, xavfli o'smalarni aniqlashda nishonlangan fosfor -32 izotopi bo'lgan natriy fosfati ishlatiladi. Agar yod -31 bo'lgan natriy yodid qo'llanilganda qalqonsimon bezdagi kasalliklarni tahlil qilishda foydalaniladi.

Tibbiyot amaliyotida radioaktiv izotoplar turli xavfli o'smalarni davolashda qo'llanilgan holatlar ham ma'lum. Xronik leykozni davolashda, nishonlangan fosfor-32 izotopi, rux-65 va oltin-198 nuklidlari va natriy fosfati buyriladi.

Tajribalar asosida radioaktiv nurlanish saraton kasalligida xavfli o'smalardagi to'qimalarning rivojlanishini sekinlashtirishi va hatto to'qimalarning parchalashi ma'lum. Shuning uchun ham radioaktiv kobalt-60 izotopi tarqatadigan  $\gamma$  - nurlar bilan saraton kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Bu izotop tez parchalangani uchun ham uni organizmga kiritiladi.

Radioaktiv nurlanish, avvalo qalqonsimon bezga ta'sir etadi. Nurlanishdan saqlanish uchun iod prepatalari ichiladi. Shunda qalqonsimon bez iodga to'yinib qoladi va organizmga nurlangan iod kirmaydi.

Biologik, biokimyoviy va tibbiy tekshiruvlarda mis-64, kumush-110 va oltin-198 radionuklidlari organizmdagi moddalar almashinuvi jarayonlarini o'rganish uchun radioaktiv indikator sifatida ishlatiladi.

#### **10.4. Atomlar spektri**

Atomning yadroviy tuzilishi modda tuzilishini bilishda muhim qadam hisoblanadi. Rezerford nazariyasi ikki qarama-qarshilikka ega:

— bu nazariya atomning barqarorligini tushuntura olmadi. Musbat zaryadlangan yadro atrofida aylanayotgan elektron elektromagnit to'lqinlarini tarqata borib, o'z energiyasini yo'qota borishi buning natijasida elektron borgan sari yadroga yaqinlasha boradi. U hamma energiyani yo'qotgandan so'ng yadroga qulashi kerak. Ammo atomlar cheksiz uzoq vaqt barqaror va buzilmasdan tura oladi.

— atomning Rezerford bo'yicha tuzilishi atom spektrlari to'g'risida noto'g'ri xulosalar chiqarishga olib keladi. Yadro atrofida aylanayotgan elektron yadroga yaqinlashib o'zining harakat tezligini doim o'zgartirib borishi kerak.

Elektron tarqatayotgan nurning to'lqin chastotasi uning aylanish chastotasiga bog'liq va uzluksiz o'zgarib borishi kerak. Demak, atomlar tomonidan tarqatilayotgan nur uzluksiz spektrga ega bo'ladi.

Shunday qilib, Rezerford nazariyasi atomlarning barqarorligi va atomlar spektrining uzlukli tabiatini tushuntirib bera olmadi.

Ma'lumki, qattiq modda yoki suyuqlik tomonidan tarqatilgan nur uzluksiz tabiatga ega. Cho'g'lantirilgan gazlar va bug'larning spektri aniq to'liq uzunligiga ega bo'ladi, bular qora chiziq bilan bir-biridan ajralgan bo'ladi. Masalan, kaliyning atom spektrida uchta chiziq bor (2 qizil va 1 binafsha). Bunday spektrlar chiziqli spektrlar deyiladi va ular har bir element uchun xarakterli bo'ladi.

### 10.5. Nurning kvant nazariyasi

Nemis fizigi Maks Plank 1920-yilda qizdirilgan qattiq moddalarning nur chiqarish xossasini, moddalar tomonidan nur chiqarilishi va yutilishi uzoq - uzoq, ya'ni diskret holda sodir bo'ladi deb baholadi.

Bunday holda nur energiyasi ( $E$ ) nur chastotasi ( $\gamma$ ) bilan quyidagicha bog'langan:

$$E = h \gamma$$

Bu formula Plank formulasi deyiladi.  $h$  — proporsionallik koeffitsiyenti yoki Plank doimiysi uning qiymati  $-6,626 \cdot 10^{-34}$  J·sek.

1905-yilda Albert Eynshteyn fotoelektrik effektini o'rganish jarayonida elektromagnit to'liqlari (nuri) kvantlar holida, nurlanish bu fotonlar holatida tarqalishini aniqladi. Bundan yorug'lik to'liqlari zarrachalar oqimi ekan degan muhim xulosaga keldi. Fotonlarning energiyasi Plank formulasi orqali aniqlanadi. Nurning kvant nazariyasidan fotonlar bo'linmaydi degan xulosa chiqadi. Ular fotografik qog'ozda iz qoldiradi va zarra xossasini namoyon etadi. Foton korpuskular va to'liq xossasiga ega bo'lib, bu holat yorug'lik nurining interferensiyalanishi va difraksiyalanishida o'z aksini topadi. Demak, fotonga ham korpuskular, ham to'liq xossasi tegishlidir.

**Elektron qavatlarning Bor nazariyasi bo'yicha tuzilishi.** Daniyalik fizik Nils Bor o'z nazariyasida atomning yadro modelidan, nurlanishning kvant nazariyasi va nurlanishning uzluksizlik tabiatini hisobga olgan holda quyidagi xulosani chiqardi.



Atomdagi elektronlarning energiyasi uzluksiz o'zgarishi mumkin emas, ularning energiyasi uzlukli o'zgaradi.

Shuning uchun atomda har qanday energetik holatlarda elektronlar bo'lmagan, faqat «ruxsat etilgan» energetik holatlarda bo'ladi. Atomdagi elektronlarning energetik holatlari kvantlangan. Bir «ruxsat etilgan» orbitaldan ikkinchisiga sakrash bilan o'tiladi.

Bor nazariyasi quyidagi postulatlardan iborat:

1. Elektronlar yadro atrofida har qanday orbitalar bilan emas, ma'lum aylanma orbitalar bilan aylanadi. Bu orbitalar «ruxsat etilgan» orbitalar deyiladi.

2. «Ruxsat etilgan» orbitalar bo'yicha harakatlanishda elektronlar nur tarqatmaydi.

3. Elektronlar bir «ruxsat etilgan» orbitaldan ikkinchisiga o'tishida nur tarqatadi. Bu elektromagnit kvanti energiyasi atomning oxirgi holatdan boshlang'ich holatga o'tgandagi energiyalari farqidan topiladi:

$$h \cdot \gamma = E_2 - E_1$$

$E_2$  va  $E_1$  — atomdagi turli energetik holatlardagi energiyalar farqi.

Bor nazariyasining ko'p yutuqlari bilan bir qatorda o'ziga xos kamchiliklari ham bor edi. Masalan, elektron bir «ruxsat etilgan» orbitaldan ikkinchisiga o'tishda qayerda bo'ladi. Shuningdek, Bor nazariyasi hatto vodorod spektrining ravshanlik sababini ham tushuntirib bera olmadi.

## 10.6. Kvant mexanikasining nazariy asoslari

1924-yilda fransuz fizigi de-Broyl korpuskular to'liq dualizmi nafaqat fotonlar uchun, balki elektron uchun ham o'rinli degan fikrni ilgari surdi. Ma'lum massa va tezlikka ega bo'lgan elektron uchun u quyidagi formulani taklif etdi:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot V},$$

bunda:  $m$  — elektronning massasi va  $V$  — harakat tezligi.

Mikrojismlarning ikki yoqlama xossalarini 1927-yilda Verner Geyzenberg tomonidan ta'riflangan noaniqlik prinsipi tushuntiradi.

Mikrojismlarning tezligi (yoki impulsi  $p = m \cdot v$ ) va fazoviy holati (koordinatlari)ni bir paytning o'zida aniqlash mumkin emas.

Bu noaniqlik prinsipi quyidagicha formulaga ega:

$$\Delta q \Delta v \geq h/m.$$

Holat noaniqligi ( $\Delta q$ ) va tezlik noaniqligi ko'paytmasi  $h/m$  dan kichik bo'lishi mumkin emas. Noaniqlik prinsipi mikrojismlar uchun butunlay boshqacha qonunlar qo'llanishini ko'rsatadi.

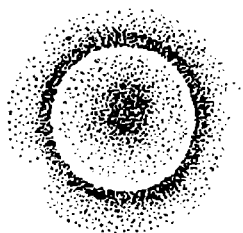
## 10.7. Elektron bulut

Kvant mexanikasida elektronning atomdagi holati elektron bulut orqali ko'rsatiladi. Bunday bulut yadro atrofidagi elektron bulut zichligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Atomdagi elektronning harakati to'liq tabiatiga ega bo'lgani uchun, kvant mexanikasida u to'liq funksiyasi bilan tavsiflanadi. Bu to'liq funksiyasi elektronga tegishli fazoviy koordinatalarini ko'rsatadi. To'liq funksiyasining qiymati  $\psi = f(x, y, z)$  ga teng, bu yerda  $x, y, z$  koordinata nuqtalari.

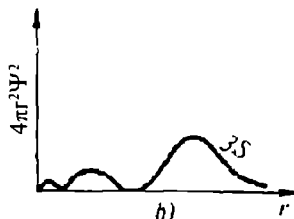
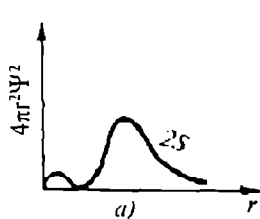
To'liq funksiyasining kvadrati ( $\psi^2$ ) atomlararo fazoda elektronning bo'lish ehtimolligini ko'rsatadi. Yadro atrofida 90% elektronning bo'lish ehtimoli bo'lgan fazo orbital deyiladi (7-rasm). Atomdagi elektronning bo'lish ehtimolligini hisoblash va uning energiyasi bilan bog'lanishni topish ancha murakkab vazifa bo'lib u Shredinger tenglamasi orqali yechiladi. Yadro atrofidagi elektron bulut zichligi ularning radial taqsimlanish egriligi orqali ham topilishi mumkin. Elektron shar radiusi ichida bo'lish ehtimoli

$(4\pi r^2 dr) \psi^2$  ga teng. 2 s (8-a rasm) va 3 s (8-b rasm) elektronlar uchun elektronlarning radial taqsimlanishi ko'rsatilgan.

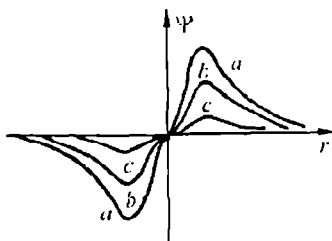
2p- elektronning to'liq funksiyasi 9-rasmda ko'rsatilgan (uchta p-holat uchun a, b va c). 2- p elektronning radial taqsimlanish egriligi 10- rasmda yaqqol ko'rinib turibdi. 11-12-rasmlarda p- va d- elektronlarning fazoviy shakli berilgan.



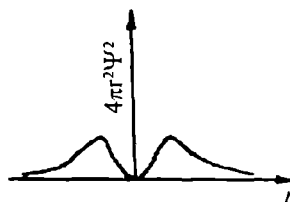
7-rasm. 2-s elektronga tegishli elektron bulut.



8-rasm. 2s- va 3s- elektronlarning radial taqsimlanish grafigi.



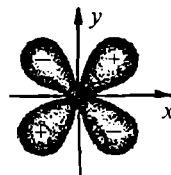
9-rasm. 2p- elektronlarning to'liqin funksiyasi grafigi.



10-rasm. 2p- elektronlarning radial taqsimlanish ehtimoligini ko'rsatuvchi egri chiziqlar.



11-rasm. 2p- elektron bulutning ko'rinishi.



12- rasm. 3d- elektronlar bulutining fazoviy shakli.

## 10.8. Shredinger tenglamasi

1926-yilda Ervin Shredinger kvant mexanikasida katta ahamiyatga ega bo'lgan tenglamani yaratdi. Tenglama to'liqin funksiyasi bilan elektronning fazoviy koordinatalari, potensial energiyasi va umumiy energiya orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi.

E.Shredinger tenglamasi quyidagicha:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{h^2 m}{8\pi^2} (E - U) \psi = 0.$$

Bunda:  $\nabla^2 \psi = \partial^2 \psi / \partial x^2 + \partial^2 \psi / \partial y^2 + \partial^2 \psi / \partial z^2$  to'liq funksiyasini  $x, y, z$  koordinatalar bo'yicha ikkinchi tartibli hosilasi;  $m$  — elektronning massasi;  $E$  — umumiy energiya zaxirasi;  $h$  — Plank doimiysi.

## 10.9. Kvant sonlar

Atom orbitalarni to'la tavsiflash uchun kvant sonlar to'plami qabul qilingan. Kvant sonlarga:  $n$  — bosh kvant son;  $l$  — orbital kvant son;  $m_l$  — magnit kvant son;  $s$  — spin kvant son kiradi.

1. Bosh kvant son ( $n$ ) harfi bilan belgilanadi. Elektronning umumiy energiya zaxirasini ko'rsatib va energetik pog'onaning nomeriga teng bo'ladi. Odatda, bosh kvant son butun sonlar to'plamidan iborat. Haqiqatda bosh kvant son 1 dan 7 gacha bo'lgan sonlar to'plamini qabul qiladi. Bosh kvant son qiymati ortgan sari elektronning umumiy energiya zaxirasi va elektron bulutning o'lchami ortib boradi (20-jadvalga qarang).

2. Orbital kvant son  $l$  harfi bilan belgilanadi. Orbital kvant sonining qiymati 0 dan boshlanib, bosh kvant sonidan bir qiymat kam qabul qiladi:

$$\begin{aligned} l &= n - 1 \\ n &= 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \\ l &= 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \\ &\quad s \quad p \quad d \quad f \quad g \quad h \end{aligned}$$

Orbital kvant soni elektron bulut shaklini va elektronning energiya zaxirasini ifodalaydi.  $n = 1$  va  $l = 0$  yozuv elektron bulut shakli shar holatda ekanligini va elektron pog'onalar soni birga tengligini ko'rsatadi.

3. Magnit kvant soni  $m$  harfi bilan belgilanadi. Elektron bulutlarning fazodagi vaziyatini ko'rsatadi. Magnit kvant soni qiymati orbital kvant soniga bog'liq bo'lib,  $m_l = 2l + 1$ ;  $u = l$  dan  $+lgacha$  bo'lgan butun sonlar qiymatini qabul qiladi.

**Orbital va magnit kvant son orasidagi bog‘liqlik**

| <b>Elektronlar</b> | <b>Orbital kvant soni, <math>l</math></b> | <b>Magnit kvant soni (<math>m_l</math>)</b> | <b>Orbitalar soni (<math>2l+1</math>)</b> |
|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| s                  | 0                                         | 0                                           | 1                                         |
| p                  | 1                                         | +1, 0, -1                                   | 3                                         |
| d                  | 2                                         | +2, +1, 0, -1, -2,                          | 5                                         |
| f                  | 3                                         | +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3                   | 7                                         |

Magnit kvant soni qiymati 0 ni qabul qilgan holda butun sonlar to‘plamidan iborat. Uning qiymati 1 qiymatlar to‘plamidan iborat bo‘ladi.

4. Spin kvant soni  $s$  harfi bilan belgilanadi (spin-urchug‘). Elektronning o‘z o‘qi atrofida aylanish yo‘nalishini tavsiflaydi. Uning qabul qiladigan qiymatlari ikkita  $+1/2$  va  $-1/2$ .

**10.10. Atomlarning elektron qavatlarini tuzilishi**

Atomdagi elektronlarning holati ana shu 4 tala kvant son bilan tavsiflanadi. Volfgang Pauli(1925-y.) prinsipiga ko‘ra to‘rttala kvant soni bir xil bo‘lgan ikkita elektron bo‘lishi mumkin emas.

Kvant sonlar atomdagi elektronlarning holatini, ya’ni spini, energiyasi, fazodagi elektron bulutning hajmi va shakli hamda yadro atrofida bo‘lish ehtimolligini ko‘rsatadi.

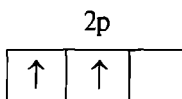
Atomning bir kvant holatdan ikkinchisiga o‘tishida kvant son o‘zgarib, elektron bulut o‘z tuzilishini o‘zgartiradi. Bunda atom energiya kvantlarini yutadi yoki chiqaradi.

Masalan, birinchi energetik pog‘onadagi vodorod atomida mavjud elektronlarning kvant sonlari topiladi. Birinchi pog‘onada eng ko‘pi bilan 2 ta elektron bo‘lishi mumkin. Bu holat uchun bosh kvant son  $n=1$ ,  $l=0$ ,  $m=0$  va spin kvant soni  $s=+1/2$  ga teng. Shuning uchun ham vodorod atomi elektron formulasi  $1s$ .

Geliy atomi uchun yadro atrofida ikkita elektron aylanadi.  $n=1$ ,  $l=0$ ,  $m=0$  elektrolardan biri uchun spin kvant soni  $+1/2$  ga va ikkinchisi uchun  $-1/2$  ga teng. Geliyning elektron formulasi  $1s^2$ .

Ikkinchi davr elementlari uchun bosh kvant son qiymati 2 ga teng. Bu davrda elementlar litiydan boshlanib neongacha davom etadi. Litiy uchun elektron formula  $1s^22s^1$ . Bu elementdagi tashqi qavatdagi elektron uchun  $n=2$ ,  $l=0$ ,  $m=0$ ,  $s=+1/2$  ga teng.

Berilliyning elektron formulasi  $1s^22s^2$ . Bor  $p$ -elementlar qatoriga kirgani uchun uning elektron formulasi  $1s^22s^22p^1$ . Tashqi qavatdagi  $p$ -elektron uchun  $n=2$ ,  $l=1$ ,  $m=0$ ,  $s=+1/2$  ga teng. Uglerodning elektron formulasi  $1s^22s^22p^2$ . Uglerodning  $p$ - pog‘o-nachasidagi elektronlar 2 ta:

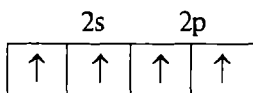


Bu elektronlar uchun  $n=2,2$ ;  $l=1,1$ ;  $m=0, -1$ , va  $s=+1/2$ ,  $+1/2$ .

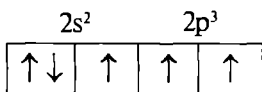
**Xund qoidasi.**Yadro zaryadi ortishi bilan elektronlarning kvant yacheykalarni to‘ldirish spin kvant soni yig‘indisi qiymati maksimal bo‘lish tartibida amalga oshiriladi.

Shu qoida  $2p$  holatda elektronlarning joylanishida o‘z aksini topgan.

Uglerodga ma’lum energiya berilsa u qo‘zg‘algan holatga o‘tib, uning valentligi 4 ga teng bo‘ladi. Uning elektron formulasi  $1s^22s^12p^3$ .



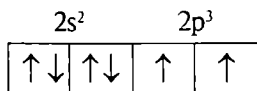
Azotning elektron formulasiga ko‘ra  $1s^22s^22p^3$ .



Tashqi qavatdagi elektronlar uchun  $n=2,2,2$ ;  $l=1,1,1$ ;  $m=0, -1, +1$  uchta qiymatga ega. Xund qoidasiga ko‘ra uchala elektron uchun ham  $S=+1/2$ . Chunki elektron bulutlarning fazoviy holatlari uchta.

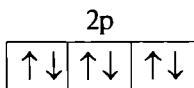
Azotdagi toq elektronlar soni 3 ta. Agar 2s va 2p — pog'onachalar hisobga olinsa, eng ko'p valentlik imkoniyati 4 ga teng bo'ladi. Shuning uchun azotning valentligi 5 bo'lishi mumkin emas.

Kislorod quyidagicha elektron formulaga ega bo'lib  $1s^2 2s^2 2p^4$ . Kisloroddagi to'rtinchi elektron faqat spin kvant soni bilan farq qiladi. Kislorodda toq elektronlar soni ikkita, shuning uchun uning valentligi doimiy bo'lib, ukkiga teng. 2-p holatdagi elektronlar uchun  $n=2, 2, 2, 2$ ;  $l=1, 1, 1, 1$ ;  $m=0, 0, +1, -1$ ;  $s=+1/2, -1/2, +1/2, +1/2$ . Maksimal kovalentlik to'rtgacha boradi.



Ftorning elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2p^5$ . Ftor atomining tashqi pog'onasidagi toq elektronlar soni bitta. 2-p holatdagi toq elektron uchun kvant sonlar to'plami:  $n=2$ ,  $l=1$ ,  $m=-1$ ,  $s=+1/2$ . Ftor doimiy bir valentli.

Ikkinchi davrning oxirgi elementi neon. Uning elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2p^6$ . 2p- holatdagi 6-ta elektronlar uchun kvant sonlar:  $n=2, 2, 2, 2, 2, 2$ ;  $l=1, 1, 1, 1, 1, 1$ ;  $m=0, 0, +1, +1, -1, -1$ ;  $s=+1/2, -1/2, +1/2, -1/2, +1/2, -1/2$ .



2 davrda 8 ta element bor. Ulardan 2 tasi s- element. 5-element B dan 10-element Ne gacha p- pog'onacha to'lgani uchun ular p-elementlar qatoriga kiradi.

Atomning elektron pog'onasida joylashgan elektronlar soni quyidagicha topilishi mumkin:

$$N_n = 2 n^2.$$

Birinchi energetik pog'onada 2 tagacha, ikkinchi energetik pog'onada 8 tagacha, uchinchi energetik pog'onada 18 tagacha, to'rtinchi energetik pog'onada 32 tagacha elektron bo'ladi:

$$l=0 \text{ s- pog'onachada } N_0 = 2(2 \cdot 0 + 1) = 2$$

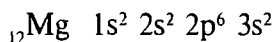
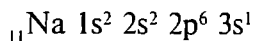
$$l=1 \text{ p- pog'onachada } N_1 = 2(2 \cdot 1 + 1) = 6$$

$$l=2 \text{ d- pog'onachada } N_2=2(2+1) = 10$$

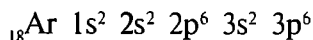
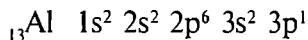
$$l=3 \text{ f- pog'onachada } N_3=2(2+3+1) = 14$$

Oxirgi elektroni tashqi pog'onaning s-pog'onasida joylashadigan elementlarni s-elementlar deyiladi. Ularga barcha davrlarning boshidagi 1- va 2- elementlari kiradi. Ularning umumiy soni 14 ta.

Uchinchi davr Na ( $z=11$ ) boshlanadi. Na va Mg( $z=12$ ) s-elementlar:

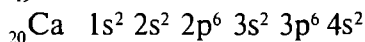
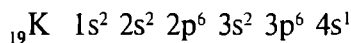


Al dan boshlab p-pog'onacha to'la boshlaydi. p-pog'onachaning to'lishi inert gaz Ar(18) gacha davom etadi:



Oxirgi elektronlari tashqi pog'onaning p-pog'onachasida joylashadigan elementlarni p-elementlar deyiladi. Ularda 1-davrdan boshqa davrlarning oxirgi 6 tadan elementlari kiradi. Ularning soni 30 taga yetadi. Agar 2 va 3 davr elementlarining bir xil guruh elementlari solishtirilsa, ularning elektron tuzilishlari o'xshash bo'ladi. Demak, elementlarning davriy jadvalda joylanishi ularning atomlarini elektron tuzilishiga mos keladi.

Argonda 3s va 3p energetik pog'onalar elektronlarga to'lgan, lekin 3d pog'ona bo'sh. To'rtinchi davr elementlari argondan keyin keladigan  $_{19}\text{K}$  va  $_{20}\text{Ca}$  da 3 energetik pog'onaning to'lishi vaqtinchalik to'xtaydi. d pog'onacha o'miga 4s qavatga to'la boshlaydi:



4s pog'onadagi elektronlar 3d pog'onadagiga qaraganda kamroq energiya zaxirasiga egadir. Shuning uchun ham K va Ca da tashqi elektron qavatlarning to'lishi atomning barqaror holatiga mos keladi.

4s pog'onadagi elektronlarni to'ldirish V.M.Klechkovskiy (1900—1972) qoidasiga asosanib amalga oshirilishi mumkin. Bunda



eng asosiy ko'rsatkich bosh(n) va orbital(l) kvant sonlar yig'indisi hisobga olinadi.

**Klechkovskiyning I qoidasi.** Atomning yadro zaryadi ortishi bilan elektronlarni pog'onachalarga to'ldirish ketma-ketligi bosh va orbital kvant sonlar yig'indisi ( $n+l$ ) ortib borish tartibida amalga oshiriladi.

Masalan, kaliy uchun 3d 4s 4p holatlar uchun shu qoida hisobga olinsa 3d holat uchun  $n=3$ ,  $l=2$ ,  $n+l=5$ . Agar 4s holat amalga oshirilsa  $n=4$   $l=0$   $n+l=4$ .

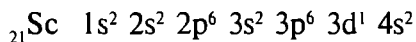
Agar 4p holat to'ldirilsa edi  $n=4$ ,  $l=1$ ,  $n+l=5$ . Klechkovski qoidasiga ko'ra 4s holat uchun  $n+l$  qiymat eng kichikligi ko'rinib turibdi.

21 element skandiy atomining tuzilishi qaralsa, bunda 3d, 4s, 4p pog'onachalar to'ldirilishi mumkinligi hisobga olinsa, 3d uchun  $n=3$   $l=2$   $n+l=5$ . 4p pog'onachada bo'lsa  $n=4$ ,  $l=1$ ,  $n+l=5$ . Demak,  $n+l$  3d holatda ham va 4p holatda ham bir xil qiymatga ega bo'lib qoldi.

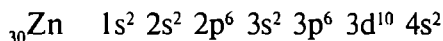
Elektron orbitalarda  $n$  qiymati qancha katta bo'lsa, elektronning energiyasi shuncha yuqori bo'ladi. Kvant yacheykalarni elektronlar bilan to'ldirish Klechkovskiyning ikkinchi qoidasiga ko'ra olib boriladi.

**Klechkovskiyning II qoidasi.** Atomning yadro zaryadi ortishi bilan bosh va orbital kvant sonlari yig'indisi bir xil bo'lganda ( $n+l$ ) elektronlarni pog'onachalarga to'ldirish bosh kvant sonining qiymati ortib borish tartibida amalga oshiriladi.

Sc atomida shu qoida amalga oshirilgan va elektronlarni d-pog'onachaga joylashtirish kerak:

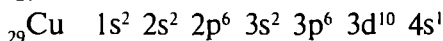
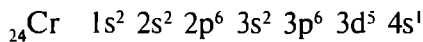


Oxirgi elektroni tashqaridan ikkinchi pog'onaning d- pog'onachasida joylashadigan elementlarni d-elementlar deyiladi. Ular katta davrlarda s- va p- elementlar orasida joylashadi. Keyingi keladigan elementlarda elektronlarni to'ldirish yuqoridagi qoida asosida olib borilgan:



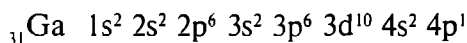
Sc—Zn orasida keladigan elementlar d-elementlar jumlasiga kirib, ularda elektronlarni to'lishi tashqaridan ikkinchi qobiqni

joylanishi bilan amalga oshadi. Lekin 24 element Cr va 29 element Cu da bu qoidadan chetlanish ro'y beradi. Xrom va mis atomlarida elektronlarning 4s holatdan 3d holatga sakrashi ro'y beradi:

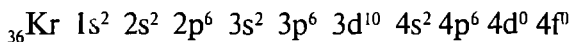


Xrom va misning bunday holati pog'onachalardagi elektronlarning s-dan d-ga o'tishida yuqori energetik barqaror holatga o'tishi bilan tushuntiriladi. Atomning ayni holatga o'tishida kamroq energiyali holatga o'tish kuzatiladi.

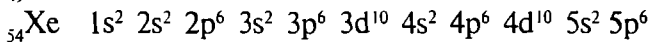
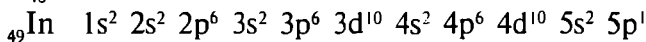
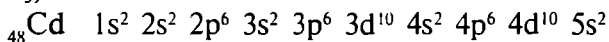
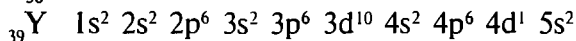
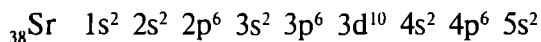
31 element galliy p-elementlar qatoriga kiradi. Shu tufayli galliyda p-pog'onacha elektronlarga to'ladi:



p- pog'onachani to'lishi Kr gacha davom etadi:

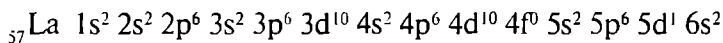


Beshinchi davr elementlari  ${}_{37}\text{Rb}$  va  ${}_{38}\text{Sr}$  s-elementlar qatoriga kiradi. Ularning atomlari quyidagi tashqi elektron konfiguratsiyaga ega:  $5s^1$  va  $5s^2$ . Keyingi elementlar  ${}_{39}\text{Y}$  (Ittriy) dan  ${}_{48}\text{Cd}$  gacha d-qavat to'lishi davom etadi:

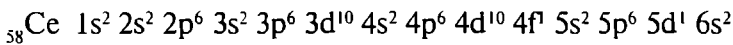


Oltinchi davr elementlari Cs va Ba boshlanib, ular s-elementlarga kiradi. Bularda orbatallar  $n+1$  ortib borish tartibida to'lib boradi. Bu elementlar tashqi elektron konfiguratsiyasi:  $6s^1$  va  $6s^2$ .

6 davrning 3 guruh elementi qatoriga La kiradi. Bu element lantanoidlar qatorini hosil qiladi:

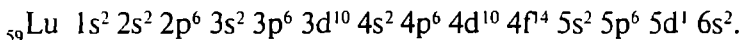


Lantanda 4f pog'onacha to'lishi kerak edi. Bu chetlanish vaqtinchalik sodir bo'ladi. Keyingi element seriydan boshlab 4f pog'onacha to'la boshlaydi:

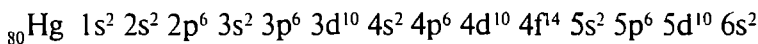
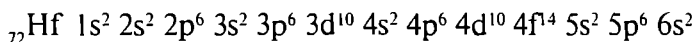


Oxirgi elektroni tashqaridan uchinchi pog'onaning f pog'onasiga joylashadigan elementlarni f-elementlar deyiladi.

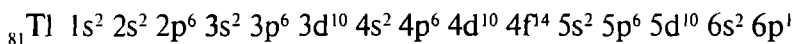
Ushbu tartib Lu gacha davom etadi:



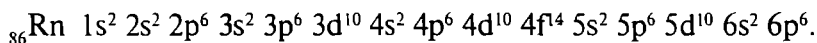
72 element gafniy d-element qatoriga kiradi. Hf dan Hg gacha d-pog'onani elektronlarga to'lishi amalga oshadi:



Tl dan boshlab 6p-pog'onani elektronlarga to'lishi ro'y beradi:

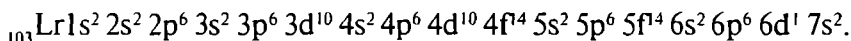
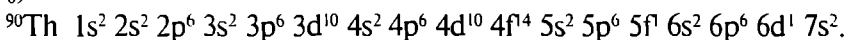
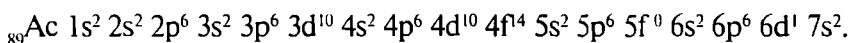


Bu pog'onachani to'lishi Rn gacha davom etadi:



Yettinchi davr elementlari Fr va Ra s-elementlar hisoblanadi. Bu elementlar eng tashqi elektron konfiguratsiyalari  $7s^1$  va  $7s^2$ .

89-element Ac da lantanga o'xshash vaqtinchalik d- pog'onachani elektronlarga to'lishi sodir bo'ladi. Toriy f-element jumlasiga kirib uning elektron formulasi:



Shunday qilib, 10 ta elementda elektronlar ko'chishi kuzatiladi ( $_{24}\text{Cr}$ ,  $_{29}\text{Cu}$ ,  $_{41}\text{Nb}$ ,  $_{42}\text{Mo}$ ,  $_{44}\text{Ru}$ ,  $_{45}\text{Rh}$ ,  $_{47}\text{Ag}$ ,  $_{78}\text{Pt}$ ,  $_{79}\text{Au}$ ), yana bir elementning tashqi qavatida elektron yo'q ( $_{46}\text{Pd}$ ). Hozirgi paytda 104 elementdan 109 elementgacha o'rganilgan. Ular d-elementlar qatoriga kirgan radioaktiv elementlardir.

## 10-bobga oid savol va masalalar

1. Atomda 4-p orbital elektron bilan to'lgandan keyin elektron qaysi orbitalga joylashadi?

2. Atomda 5- s orbital elektron bilan to'lgandan keyin elektron qaysi orbitalga joylashadi?

3. Qaysi elementdan boshlab elektron 4f orbitalga joylasha boshlaydi?

4. Nima uchun birikmalarda fluor faqat bir valentli, xlor esa birdan yetti valentligacha bo'lishi mumkin? Javobingizni tegishli elektron konfiguratsiyalar bilan asoslang.

5. Oltinugurtning 2, 4, 6 valentli holatlariga mos keluvchi elektron konfiguratsiyalarini yozing.

6. Nima uchun davriy jadvalda Mn va Cl bir guruhga, lekin har xil guruhchalarga joylashtirilgan?

7. Tartib raqami 7 va 23 bo'lgan elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlar qaysi elektron oilalarga kiradi?

8. Atom orbitallarining qaysinisi birinchi navbatda elektronlarga to'lishini ko'rsating: 4d yoki 5s, 6s yoki 5p. Qanday qoidalariga asoslanib to'latilishini ko'rsating.

9. Tartib raqami 15 va 27 bo'lgan elementlar elektronlarining yacheykalarda joylashishini tasvirlang. Atomlardagi proton, neytron va elektronlar sonini ko'rsating.

10. Orbital kvant son  $l = 0, 1, 2$  va  $3$  ga teng bo'lganda magnit kvant son  $m$  qancha va qanday qiymatlarni qabul qiladi?

11. Tartib raqami 17 va 24 bo'lgan elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlar qaysi elektron oilalarga kiradi?

12. Tinch holatda 23, 40, 42, 47, 49 tartib raqami elementlarda nechtdan bo'sh 4d orbitallari bor?

13. 14 va 40 tartib raqami elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlarning valent elektronlarini ko'rsating.

14. Pog'ona va pog'onachalarda ko'pi bilan qancha elektron bo'lishini hamda ularda qancha orbitallar bo'lishini aniqlaydigan formulalarni yozing.

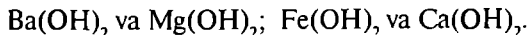
15. Klechkovskiy qoidasiga binoan 3d, 4s, 4p, 5s, 5p orbitallarda elektronlarning joylashish tartibini ko'rsating. Klechkovskiy qoidasi nima?

16. Kvant sonlar  $n, l$  qanday qiymatlarni qabul qila oladi? Magniy atomining tashqi qavatdagi elektronlari uchun kvant sonlar qiymatlarini ko'rsating.

17. Elektronga moyillik energiyasi. U qanday birliklarda o'lchanadi? Davrlarda va guruhlarda tartib nomeri ortib borishi bilan elementlarning

oksidlovchilik xossalari qanday o'zgaradi? Javobingizni elementlar atom tuzilishi asosida izohlang.

**18.** Metallning davriy sistemadagi o'rniga asoslanib, quyidagi gidroksidlarning qaysi biri kuchliroq asos ekanligini ko'rsating:



**19.** Davriy qonunning zamonaviy ta'rifi. Nima uchun argon, kobalt, tellur va toriy atom massalari katta bo'lishiga qaramasdan davriy jadvalda kaliy, nikel, yod va protaktiniydan oldinda joylashtirilgan?

**20.** Uchinchi davr elementlarining eng yuqori oksidlanish darajasiga mos keladigan oksid va gidroksidlari formulalarini yozing. Natriydan xlogra qarab bu birikmalar kimyoviy xossalari qanday o'zgaradi?

**21.** Izoelektron ionlarning elektron formulalarini yozing:

a)  $\text{F}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ; b)  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$

**22.** Tartib raqami berilgan elementlarni atom radiuslarining kamayish tartibida joylashtiring:

a) 3, 11 va 19; b) 16, 17, 18 va 19; d) 29, 47, 79.

**23.** Oddiy moddalarning metallik xossasiga ionlanish energiyasi va atom radiuslari qanday ta'sir qiladi? I guruhning asosiy va yondosh guruh elementlari misolida tushuntiring.

**24.** Qanday xossalarga asosan elementlar s, p, d, f - oilalarga bo'linadi? Nima uchun f elementlarni davriy jadvalning bitta katagiga joylashtirish mumkin?

**25.** Qaysi guruhda va qanday elementlarda elektronning ichki qavatga «qulashi» kuzatiladi? Xrom va misning elektron formulalarini yozing, elektronlarning kvant orbitallarda taqsimlanishini ko'rsating.

**26.** s, p, d, f- elementlarda qaysi elektronlar valent elektronlar bo'ladi? Valent elektronlari  $ns^2$ ,  $ns^2 np^3$  bo'lgan elementlarning yuqori oksid va gidroksidlari formulalarini yozing.

**27.** Elektron formulaga asosan element joylashgan davrni qanday topsa bo'ladi? Elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$  bo'lgan elementning davriy jadvaldagi o'rnini ko'rsating.

**28.** Atomlarning elektron tuzilishi va kvant sonlar asosida davrlarda nazariy jihatdan hamda haqiqatda qanchadan elementlar bo'lishini ko'rsating.

### 11.1. Kimyoviy bog‘lanishning tabiati

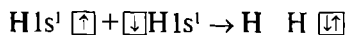
Kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta’limot hozirgi zamon kimyosi-ning asosidir. Bu ta’limotsiz kimyoviy birikmalarning xossalarini va ularning reaksiyaga kirishish qobiliyatlarini tushunish mumkin emas.

Kimyoviy bog‘lanishning uchta asosiy turi ma’lum: kovalent, ion va metall bog‘lanish.

**Kovalent bog‘lanish.** O‘zaro ta’sir etuvchi atomlar elektron bulutlarining umumlashuvi hisobiga vujudga keladigan bog‘lanish kovalent bog‘lanish deyiladi. Kovalent bog‘lanishni tushuntiradigan ikkita usuli bor. Ularga: valent bog‘lanish usuli (VBU), molekular orbitallar usuli (MOU) kiradi.

Bu bog‘lanish VBUIDa quyidagicha tushuntiriladi:

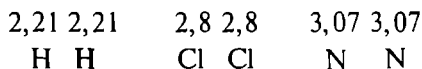
1) kimyoviy birikma ikkita atomdagi qarama-qarshi spinli elektronlarning o‘zaro juftlashuvi hisobiga vujudga keladi:



2) kimyoviy birikmada elektron bulutlar bir-birini qanchalik ko‘p qoplasa, bog‘ shunchalik mustahkam bo‘ladi.

Kovalent bog‘lanishning ikki xil turi ma’lum: qutbli va qutbsiz kovalent bog‘lanish.

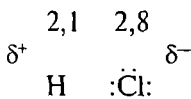
Qutbsiz kovalent bog‘lanish bir xil atomlar orasida vujudga keladi.  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  va hokazolar kabi birikmalarda qutbsiz kovalent bog‘lanish bo‘ladi. Bunday holatda bog‘lanuvchi atomlarning elektromanfiyligi bir xildir:



Bunda umumlashgan elektron jufti hech qaysi atom tomon siljimagan bo‘ladi, chunki har ikkala atomning o‘ziga elektronni tortish qobiliyati, ya’ni elektromanfiyligi bir xil.

**Qutbli kovalent bog‘lanish.** Qutbli kovalent bog‘lanishda elektron jufti (elektron buluti) elektromanfiyligi kattaroq element atom tomon siljigan bo‘ladi. Bog‘lovchi elektron juftining siljishi

polarizatsiya (qutblanish) deyiladi. HCl molekulasida bir taraflama qutblanish bo'lgani uchun xlor yadrosi yaqinidagi elektron bulut zichligi katta. Molekuladagi musbat (+) va manfiy (—) elektrik markazlari bitta nuqtaga tushmaydi. Ular bir-biridan qandaydir ma'lum masofaga siljigan bo'ladi. Molekula kichik elektrik dipolga aylanadi. Natijada molekulaning bir qismi (+) musbat, ikkinchi qismi (—) manfiy zaryadlangan bo'lib qoladi. Molekulaning ionlilik darajasi 18% ga teng. Demak, bu molekulada 82% bog'lanish kovalent tabiatlidir:



Molekuladagi bunday bog'lanishlar polar yoki geteropolar bog'lanishlar deyiladi.

H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, HCl, NH<sub>3</sub>, HF va boshqalarda qutbli kovalent bog'lanish kuzatiladi. Suv molekulasida elektron juftlar kislorod atomiga, vodorod fluorid molekulasida fluor atomiga yaqinroq joylashgan. Ular nosimmetrik molekulalardir.

Molekulaning qutbliligi dipolning elektr momenti (e·l) yoki dipol momenti bilan o'lchanadi:  $\mu = q \cdot l$ ; q-atamlardagi effektiv zaryad (kulonlarda o'lchanadi); l — qutblararo masofa (m).

Dipol momenti debaylarda (D) o'lchanadi (golland fizigi Debay sharafiga). 1D = 10<sup>-18</sup> elektrostatik zaryad birligiga yoki 1D = 3,335 · 10<sup>-30</sup> kulon·metrga teng. SI birligida dipol moment kulon·metr (Kl·m) ifodalanadi.

Molekula tarkibidagi bog'larning dipol momenti vektor yo'nalishiga qarab molekulada qutblilik ozgarishi mumkin. Ikkita turli atomlardan tuzilgan molekulalar turlicha nisbiy elektomanfiylikka ega bo'lsa, ular qutbli molekula hosil qiladi. Masalan, HCl, HBr, HI molekulalarining dipol momenti 1,04; 0,79 va 0,87 D tashkil etib, atomlarning elektromanfiyliklari zaiflanishi bilan kamayadi.

BeCl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, BeH<sub>2</sub>, BF<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub> kabi molekulalar simmetrik tuzilishga ega, shuning uchun ularning dipol momenti nolga teng. Bu molekulalarda bog'larning vektorlari yig'indisi ham nolga teng. NH<sub>3</sub> ( $\mu = 1,46$  D), H<sub>2</sub>O ( $\mu = 1,84$  D), brombenzol ( $\mu = 1,64$  D),

asetonitril ( $\mu = 3,90$  D) qutbli molekulalardir.  $\text{CO}_2$  va  $\text{SO}_2$  molekularida E-O bog‘i qutbli, manfiy qutb kislorodga yaqin joylashgan. Lekin  $\text{CO}_2$  ning qutbsiz bo‘lishi uning molekulasini chiziqli tabiatidan kelib chiqadi. Chiziqli molekulada vektorlar yig‘indisi nolga teng bo‘lib qoladi.  $\text{SO}_2$  molekulasida burchakli tuzilishga ega bo‘lgani uchun vektorlar yig‘indisi nolga teng bo‘lmaydi.

$\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$  molekulari qutbsiz bo‘lgan holda  $\text{CHCl}_3$  ( $\mu = 1,15$  D),  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ( $\mu = 1,58$  D) va  $\text{CH}_3\text{Cl}$  ( $\mu = 1,97$  D) molekulari qutbli tabiatga egadir.

L. Poling hisoblariga ko‘ra elektromanfiyliklar farqidan atomning ionlilik darajasini aniqlash mumkin. Bunda elektromanfiyliklar farqi bilan ion bog‘ hosil qilish darajasi bog‘lanadi. C-I bog‘idan C-F bog‘iga o‘tgan sari bog‘ning ionlilik darajasi ortib boradi (22- jadval).

22-jadval

**Turli bog‘lardagi ion bog‘lanish hissasi**

| Bog‘                | C-I  | C-H | C-Cl | C-F  |
|---------------------|------|-----|------|------|
| Ion bog‘ hissasi, % | 0    | 4   | 6    | 40   |
| Bog‘                | H-Cl | H-F | Be-F | Li-F |
| Ion bog‘ hissasi %  | 18   | 45  | 80   | 89   |

Birgina metallmasning bog‘lanishida ionlilik darajasi ortishi uchun birikadigan elementning metallik xossalari yuqori bo‘lishi kerak.

Dipol momentini tajribalar asosida o‘lchash mumkin. Buning uchun ayni moddaning dielektrik doimiyligi tajribalarda o‘lchanadi. Masalan, suvning dielektrik doimiyligi 81 ga teng.

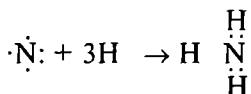
## 11.2. Kovalent bog‘lanish hosil qilish usullari

**Atomning tinch holatdagi toq elektronlari hisobiga yuzaga keladigan bog‘lanish.** Kovalent bog‘lanish atomning tinch holatidagi juftlashmagan elektronlari hisobiga hosil bo‘ladi. Masalan, azot atomida uchta toq elektron bor:





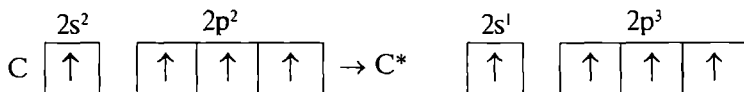
Demak, atomdagi juftlashmagan elektronlar hisobiga 3 ta kovalent bog' hosil bo'ladi.  $N_2$  va  $NH_3$  molekularida azotning kovalentligi 3 ga teng:



Qo'zg'almagan holatda uglerod atomida ikkita juftlashmagan elektron bo'lganligi uchun ikki valentli bo'ladi:

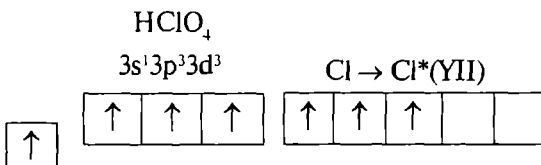
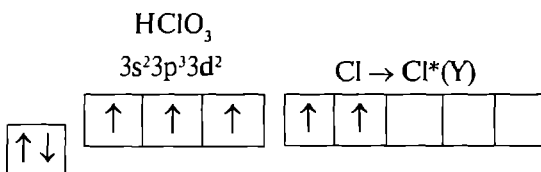
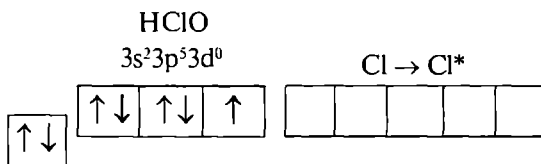


$CO_2$  va  $CH_4$  larda uglerod atomi qo'zg'algan holatga o'tganligi uchun 4 ta kovalent bog' hosil qiladi. Bunda bog' hosil bo'lish jarayoni ko'p energiya ajralib chiqishi bilan boradi:



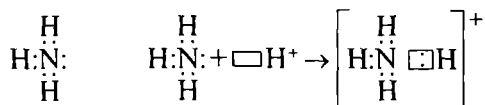
Kislorod va fluor atomlari bo'sh orbitallarga ega emas. Bunda juftlashmagan elektronlar sonini oshirish uchun elektronlar 3s orbitalga o'tish kerak, lekin bunda juda ko'p energiya sarflanishi kerak, u yangi bog' hosil bo'lishini qoplamaydi va shuning uchun yangi bog' hosil bo'lmaydi. Kislorod atomida faqat ikkita, fluor atomida bitta juftlashmagan elektron bor. Bu elementlar uchun doimiy valentlik xarakterli bo'lib, u kislorod uchun doimiy ikkiga va fluor uchun birga tengdir.

**Atomlarning juft elektronlarini qo'zg'algan holatga o'tishi hisobiga yuzaga keladigan bog'lanish.** III va boshqa davr elementlari *d* pog'onachadagi elektronlarni qo'zg'algan holatda keyingi pog'onaning *s*-, *p*- va *d*- pog'onachalariga o'tkazilishi mumkin. Bunda juftlashmagan elektronlar soni ortadi. Masalan, xlarning qo'zg'al-magan holatda bitta juftlashmagan elektroni bor:



Shuning uchun fluor atomidan farq qilib, xlor 1, 3, 5, 7 valentli bo'lishi mumkin. Oltinugurt atomida 3d pog'onacha ham bor va u 4, 6 valentliklarni ham namoyon qiladi —SO<sub>2</sub>, SCl<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>.

**Donor akseptor bog'lanish hisobiga yuzaga keladigan bog'lanish.** Ko'pchilik holatlarda kovalent bog'lanishlar juftlashmagan elektronlarning juftlashishlari tufayli sodir bo'ladi. Masalan, ammoniy ionning hosil bo'lishi qaralsa:



Bu yerda azot atomi bog' hosil qilishda beshta elektroni bilan, uchta vodorod atomi bo'lsa bittadan elektroni bilan bog' hosil qilishda ishtirok etgan. 8 ta elektrondan 6 tasi 3 ta kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Lekin ikkita elektron faqat azotga tegishli va bo'linmagan elektronlar juftini hosil qiladi. Bu elektronlar jufti bo'sh orbitali bor bo'lgan boshqa atom bilan kovalent bog'lanish hosil qiladi. Bo'sh 1s orbital vodorod ionida bor: H<sup>+</sup>

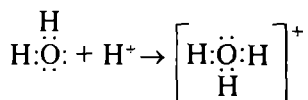
Shuning uchun ham ammiakning vodorod ioni bilan ta'sirlashuvi natijasida kovalent bog' hosil bo'ladi. Azotning bo'linmagan elektron jufti ikkala atom uchun umumiy bo'lib qoladi va  $\text{NH}_4^+$  ioni hosil bo'ladi.

Bunda kovalent bog'lanish oldin azot (donor)ga tegishli elektronlar hisobiga vodorod atomi (akseptor)dan orbital berilishi hisobiga hosil bo'ladi.

Bir atomning bo'linmagan elektron jufti, ikkinchi atomning esa bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'lgan kovalent bog'ni donor akseptor bog'lanish deyiladi.

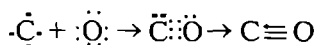
Tajribalar natijasida to'rttala N-H bog'lari ham bir xilligi topilgan. Bundan donor-akseptor bog'lanish tufayli hosil bo'lgan bog'lar juftlashgan elektronlar hisobiga hosil bo'lgan bog'lardan farq qilmaydi degan xulosa kelib chiqadi.

Suv molekulasidagi kislorod ikki juft bo'linmagan elektronlarga ega. Agar suvga  $\text{H}^+$  ioni ta'sir ettirilsa, unda kisloroddagi bo'linmagan elektronlar jufti hisobiga yangi donor akseptor bog' yuzaga keladi:

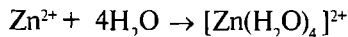


Ana shunday bog'lanish hisobiga gidroksoniy ioni hosil bo'ladi. Gidroksoniy ionidagi musbat zaryad butun ionga tegishli. Protonning o'zi juda kichik o'lchamga ega u erkin holda mavjud emas. U suv molekulasiga birikkanligi tufayli endi barqaror bo'lib qoladi.

Agar CO molekulasining hosil bo'lishida uglerod atomlariga tegishli elektronlar va kislorod atomlarining elektronlari turlicha belgilansa, ularda bog'ning hosil bo'lihi quyidagicha:



Suv molekulasida ham metall ionlari atrofida tortilib koordinatsion bog' hosil qilishi mumkin. Metall ionlarining gitratlanishi hisobiga akva komplekslar hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan kompleks birikmada to'rtta donor-akseptor bog'i yuzaga kelgan. Bunda  $\text{Zn}^{2+}$  ioni elektronlar akseptori, suv molekulari bo'lsa elektronlar donoridir. Ana shunday donor akseptor bog'lar barcha kompleks kation va anionlarda yuzaga kelib, kompleks ionlarni hosil qiladi.

Donor-akseptor bog'lar nitrat kislota va uning tuzlarida, ammoniyli tuzlarda, barcha kompleks birikmalarda uchraydi.

Kovalent bog'lar:

- 1) qo'zg'alman atomdagi juftlashmagan elektronlar;
- 2) qo'zgalgan atomdagi elektronlar juftining yakkalanishi;
- 3) donor-akseptor usulida hosil bo'lishi mumkin.

**Kovalent bog'ning to'yinganligi.** Ayni atomning kovalent bog'lari soni chegaralangan. U valent orbitallar soni bilan aniqlanadi, bu orbitallar soni kovalent bog' hosil qilishdagi energetik jihatdan qulay holatlar sonidir. Kvant-mexanik hisoblashlar bunday orbitallarga tashqi s-, p- va tashqaridan ikkinchi d- orbitallar kirishini ko'rsatadi.

I davr elementlarining maksimal kovalentligi birga teng. Chunki bu davr elementlarida birgina orbital va unda eng ko'p ikkita elektron bor.

II davr elementlarida maksimal kovalentlik 4 ga boradi. Bu davr elementlarida eng ko'p orbitallar soni 4 taga yetadi (2s2p).

III va keyingi davr elementlarida kovalent bog' hosil qilishda s-, p- hamda d- orbitallar ishtirok etadi. d- elementlarning shunday birikmalari borki, bunda kovalent bog' hosil qilishda s, p (4ta) va d (5ta) orbitallar ishtirok etadi va maksimal valentligi 9 ga teng bo'ladi.

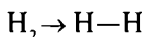
Atomning ma'lum bir kovalent bog'lar hosil qilish qobiliyati kovalent bog'ning to'yinganligi deyiladi.

**Kovalent bog'ning yo'nalganligi.** Elektron bulutlarning shakli har xil bo'lgani uchun ularning bir-birini qoplashi ham har xil usullarda bo'ladi. Elektron bulutlarning qoplanishi va simmetriyasiga qarab bog'lar - (s-s), (p-p) va (d-d) bog'larga bo'linadi.

s-s bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar orasida birgina valent chiziqli bilan tasvirlanadigan yakka bog'lanish hosil bo'lganda

s elektron bulutlarning o'zaro qoplanish fazosi atom markazlarini tutashtiruvchi chiziqda yotsa hosil bo'ladi. Masalan,  $H_2$  molekulasida (13-rasm) hosil bo'lishida ikkita s-elektronlarning o'zaro qoplanishi amalga oshadi.

s-orbitallarning elektronlari bog'lanishda ishtirok etadi:

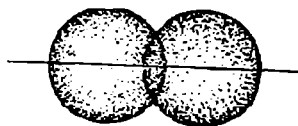


p-p bog'lanishda elektron bulutlarning qoplanish fazosi atom markazlarini tutashtiruvchi chiziqning ikki tarafida yotadi (14-rasm).

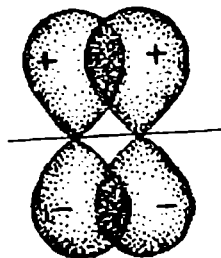
d-d bog'lanishda elektron bulutlarning to'rtta joyda qoplanishidan hosil bo'ladi.

$\sigma$ -bog'lanishda p-elektronlar ham ishtirok etadi. HF molekulasida vodorodning bitta s elektroni va fluorning p-elektroni bitta sigma bog' hosil qiladi.  $F_2$  molekulasida ikkita p-elektron  $\sigma$  bog' hosil qilib ikkita atomni bog'laydi.

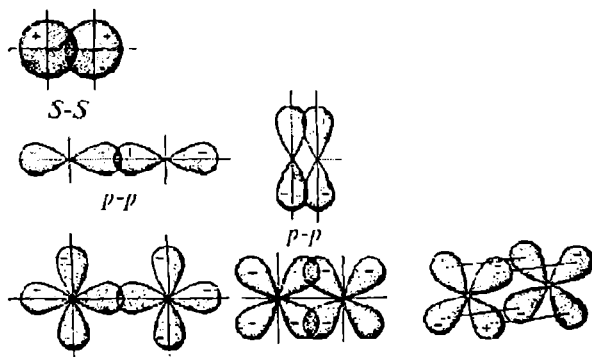
d-elektronlar ham  $\sigma$ ,  $\pi$ - va  $\Delta$ - bog'lar hosil qilishda qatnashadi (15-rasm).



13-rasm. Vodorod molekulasida hosil bo'lishida atomlar elektron bulutlarining qoplanishi.

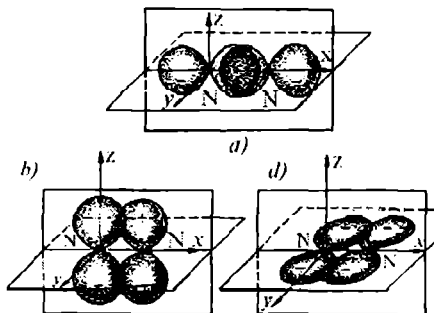


14-rasm.  $\pi$ -bog' hosil bo'lishida elektron bulutlarning qoplanishi.



15-rasm.  $\sigma$ -,  $\pi$ - va  $\Delta$ - bog'larning hosil bo'lishida elektron bulutlarning qoplanish sxemasi.

Azot molekulasining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz (16-rasm).



16-rasm. Azot molekulasidagi 2p-elektron bulutlarning qoplanishi.

Har bir azot atomi uchtdan p-elektronlarga ega. Elektron bulutlar o'zaro perpendikular uch xil yo'nalishda bir-birini qoplagan. Bu bog'lar bir xil emas: bittasi  $\sigma$  (a) ikkitasi esa  $\pi$  (b, d) bog'. Demak, azot molekulasining hosil bo'lishida uch bog' ishtirok etadi.

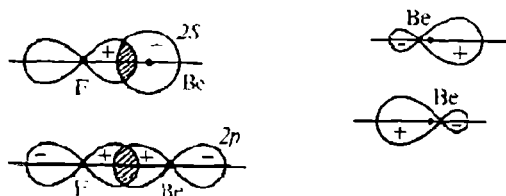
### 11.3. Gibridlanish nazariyasi

Atomlar orasidagi bog'lanish, odatda, har xil energetik holatlarda bo'lgan elektronlar orasida yuzaga keladi. Atom orbitallarining o'rniga hosil bo'lgan gibrid orbitallar molekula hosil qilishda bir-birini yaxshi qoplashi kimyoviy bog'ning mustahkam bo'lishiga va molekulaning energetik barqaror bo'lishiga sabab bo'ladi.

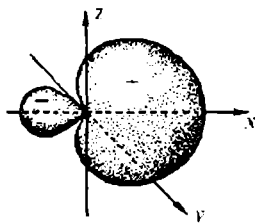
Valent orbitallarining gibridlanish nazariyasi 1934-yilda J.Slater va L. Poling tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariyaga ko'ra kimyoviy bog' aralash yoki gibrid orbitallar hisobiga amalga oshadi. Gibridlanish jarayonida orbitallarining energiyasi va shakli o'zgaradi. Gibrid orbitallarining qoplanishidagi yuza alohida olingan orbitallardan ko'ra ko'proq bo'ladi. Gibridlanish jarayonida dastlabki atom orbitallarining soni o'zgarmay qoladi.

**sp- gibridlanish.** Masalan,  $\text{BeF}_2$  molekulasini olsak (17-rasm). Har bir fluor atomi bittadan juftlashmagan elektronlarga ega. Bu elektron kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Berilliy atomi qo'zg'alman holatda juftlashmagan elektronlarga ega emas. Berilliy

atomi qo'zg'algan holatga o'tganda  $2s$  holatda bir elektronga va  $2p$  holatda bir elektronga ega bo'lib, bu elektron bulutlarning qo'shishidan  $sp$  gibrirlanish yuzaga keladi. Shunday qilib, berilliy xlorid molekulasida chiziqli tuzilishga ega. Valent bog'lar orasidagi burchak  $180^\circ$ . Shu tariqa yuzaga kelgan bog'lanish  $sp$ -gibrirlanish (17- va 18-rasmlar) deyiladi.



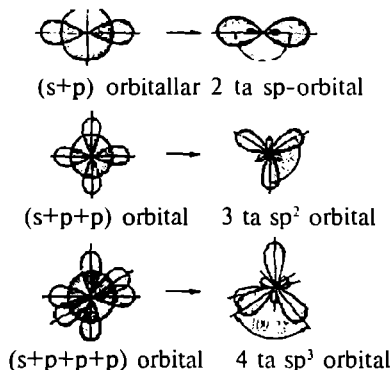
17-rasm.  $\text{BeF}_2$  molekulasining hosil bo'lishida  $2s$ - va  $2p$ -orbitallarining qoplashi.



18-rasm.  $sp$ -gibrid orbitallarining alohida hosil bo'lish sxemasi.

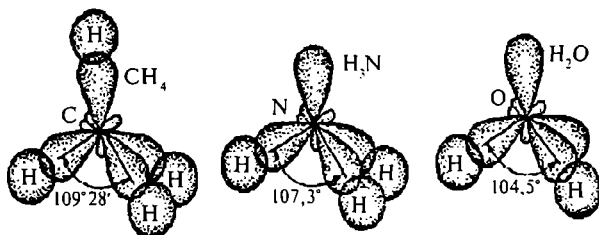
**$sp^2$  gibrirlanish.** Bor fluorid molekulasida esa  $1s$  va  $2p$  orbitaldan uchta yangi  $sp^2$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Bu yerda bog'lar orasida hosil bo'ladigan burchak  $120^\circ$  bo'ladi. Agar gibrirlanish bitta  $s$  va ikkita  $p$  orbitallar ishtirokida hosil bo'lsa, bunday gibrirlanish  $sp^2$  gibrirlanish deyiladi (19-rasm).  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  molekularida  $sp^2$  gibrirlanish mavjud.

**$sp^3$ -gibrirlanish.** Metan va uglerod (IV) xlorid molekularida esa bog'lanish hosil qilishda markaziy atom uglerod bo'lib, u qo'zg'algan holatda bir  $s$  va uchta  $p$  elektronga ega. Shuning uchun ham metanda markaziy atom  $sp^3$  gibrirlangan. Molekula tetraedrik tuzilishga ega, valent burchaklar esa  $109^\circ 28'$  ni tashkil etadi.



19-rasm. Valent orbitallarining gibridlanishi.

**Markaziy atomdagi bo‘linmagan elektronlar juftining molekula tuzilishiga ta’siri.** Metan, suv va ammiak molekullari (20-rasm) valent burchaklar qiymati metanda  $109^\circ 28'$ , ammiakda  $107,5^\circ$  va suvda  $104,5^\circ$



20-rasm. Metan, suv va ammiak molekulasidagi kimyoviy bog‘larning hosil bo‘lishi.

Valent bog‘lanishlar nazariyasiga ko‘ra buning sababi, markaziy atomdagi bo‘linmagan elektron juftlarning ta’siridir. Ammiak va suv qatorida markaziy atomdagi bo‘linmagan elektronlar jufti bir juftdan to ikki juftgacha ortadi. Ana shu tufayli valent burchaklarda qisqarish kuzatiladi. Markaziy atomning gibridlanishi va undagi bo‘linmagan elektronlarning molekula tuzilishiga ta’siri 23-jadvalda keltirilgan.

$sp$ - gibridlanish kuzatilgan  $BeF_2$ ,  $CO_2$  molekullari chiziqli tuzilishga ega valent burchaklar  $180^\circ$  ga teng. Agar markaziy atom



atrofida  $EA_3$  holatda bog'lanish amalga oshsa, markaziy atomning hosil qilgan burchaklari tekis uchburchak bo'lib, burchak  $120^\circ$  ga teng. Bunday molekularlar, odatda, qutbsiz tabiatga ega. Masalan,  $BF_3$ ,  $SO_3$  va boshqalar.

23-jadval

**Turli molekularlarning geometrik shakli va gibridlanish turi**

| Gibridl. turi                  | Molekulaning geometrik shakli | Markaziy atomning joylanishi* | Valent burchak, o | Misollar                     |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------|
| sp                             | Chiziqli                      | A-E-A                         | 180               | F-Be-F                       |
| sp                             | Chiziqli                      | A-E-A                         | 180               | O=C=O                        |
| sp                             | Chiziqli                      | A-E-B                         | 180               | H-C N                        |
| sp <sup>2</sup>                | Tekis uchburchak              | $EA_3$                        | 120               | $BCl_3$ , $SO_3$ ,<br>$BF_3$ |
| sp <sup>2</sup>                | Burchakli                     | $EA_2(:)$                     | 120 dan kam       | $SO_2$                       |
| sp <sup>2</sup>                | Burchakli                     | AEB (:) $EA_2(:)$             | 130               | $H_2SO_3$                    |
| sp <sup>2</sup>                | Burchakli                     | $EA_2(:)$                     | 120 dan kam       | $[NO_2]^-$                   |
| sp <sup>3</sup>                | Burchakli                     | $EA_3(::)$                    | 120               |                              |
| sp <sup>3</sup>                | Burchakli                     | EAB (::)                      | 104,5             | $H_2O$                       |
| sp <sup>3</sup>                | Trigonal piramida             | $EA_3(:)$                     | 104,              | $HOCl$                       |
| sp <sup>3</sup>                | Trigonal piramida             | $EA_3(::)$                    | 107,3             | $NH_3$                       |
| sp <sup>3</sup>                | Tetraedr                      | EABCD                         | 104,5;            | $H_3O^+$ , $PCl_3$           |
| sp <sup>3</sup>                | Tetraedr                      |                               | 100               | $HClO_3$                     |
| sp <sup>3</sup>                | Tetraedr                      |                               | 106               | $CH_4$ , $CF_4$              |
| sp <sup>3</sup>                | Tetraedr                      |                               | 109°28            | $CCl_4$                      |
| dsp <sup>2</sup>               | Tekis kvadrat                 | $EA_2B_2$                     | 109°28            | $SiH_4$ , $SiCl_4$           |
| sp <sup>3</sup> d              | Trigonal bipiramida           | $EA_5$                        |                   | $HClO_4$                     |
| sp <sup>3</sup> d <sup>2</sup> | oktaedr                       | $EA_6$                        |                   | $H_3PO_4$                    |
|                                |                               |                               |                   | $H_2SO_4$                    |
|                                |                               |                               |                   | $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$           |
|                                |                               |                               |                   | $PF_5$ , $PCl_5$             |
|                                |                               |                               |                   | $K_3[FeCN]_6$                |
|                                |                               |                               |                   | $Ba_2[XeO_6]$                |

(:) bo'linmagan elektronlar jufti.

Agar markaziy atom atrofida ikkita bir xil atom joylashgan va markaziy atomda bir juft bo'linmagan elektron mavjud ( $:EA_2$ )

bo'lsa, burchaklar ozgarib molekula qutbli bo'lib qoladi. Shunday bog'lanish  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  va  $\text{HNO}_2$  molekularida kuzatiladi.

$\text{sp}^3$  gibridlanish markaziy atom to'rtta bir xil yoki har xil atomlar bilan o'ralganda va bog'lanmagan elektronlar jufti bo'lmaganda hosil bo'lsa ( $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), markaziy atom atrofida undan kamroq atomlar joylashsa ham gibridlanish  $\text{sp}^3$ , lekin markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar jufti hisobiga valent burchaklarda o'zgarish kuzatiladi ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{PCl}_3$ ).

## 11.4. Kimyoviy bog'ning asosiy tavsiflari

Kimyoviy bog'ni tavsiflaydigan kattaliklar qatoriga bog'ning uzunligi, bog'lar orasidagi burchak (valent burchaklar), bog'lanish energiyasi va bog'lanish tartibi kiradi.

Bog'ning uzunligi bog'lanishda ishtirok etgan atomlarning yadrolari orasidagi masofadir. Bog'larning uzunligi nanometrda (nm) yoki Å da o'lchanadi.

Atomlardagi bog'lanishda bir atom turli xil atomlar bilan bog'langan bo'lsa, ularning uzunligi ham o'zgaradi. Masalan, C—F, C—Cl, C—Br, C—I bog'larida eng qisqa bog' C—F hisoblanib, uning uzunligi 0,138 nm, eng uzuni esa C—I hisoblanib, uning uzunligi 0,214 nm ga teng. Atomlar orasidagi bog'larning soni ortgani sari ularning qisqarishi ko'rinib turibdi (23-jadvalga qarang). Agar oddiy bog', qo'sh bog' va uch bog' solishtirilsa ularning ichida eng qisqasi uch bog' hisoblanadi (C—C da 0,154 nm dan C=C da 0,120 nm gacha o'zgaradi). Oddiy va qo'sh bog'larning o'zgarishi C—F, H—H, O=O va N≡N qatorda hisobga olinsa, bog'larning uzunligi 0,142; 0,074; 0,0121; 0,110 nm gacha kamayadi.

Bog'larni hosil qilishda har xil atomlar qatnashganda ham ularning orasidagi bog'lar uzunligi har xil ekanligini ko'rish mumkin: C—O, O—H, S=O, N—H, N=O bog'larining uzunligi mos ravishda 0,116; 0,095; 0,143; 0,101; 0,115 nm ni tashkil etadi.

Kimyoviy bog'ni uzish uchun zarur bo'ladigan eng kam energiya bog'lanish energiyasi deyiladi.

Bog‘lanish energiyasi kJ/molda o‘lchanadi. Bog‘lanish energiyasi qancha katta bo‘lsa, bog‘ shuncha mustahkamdir. Agar oddiy, qo‘sh bog‘ va uch bog‘ solishtirilsa ularning ichida eng bog‘lanish energiyasi yuqorisi va mustahkami uch bog‘ hisoblanadi. Masalan, C—C, C=C, C≡C qatorida 486,2 kJ/mol dan 945,3 kJ/mol gacha o‘zgaradi. Agar bog‘lanuvchi atomlarning turi o‘zgarishi bilan bog‘ning barqarorligi ham o‘zgaradi. Masalan, C—F va C—I bog‘larining barqarorligi solishtirilsa, ularning ichida eng barqarori C—F bog‘idir (486,1 kJ/mol).

Kimyoviy bog‘lanishlar orasidagi burchak valent burchaklar deyiladi.

Kimyoviy bog‘lanishlar yoki valent burchaklar molekullarning fazoviy tuzilishiga bog‘liq. Molekulada bog‘lanmagan elektronlar juftini bo‘lishi valent burchaklarga ta‘sir etadi (20-rasmga qarang).

Masalan, suv burchakli tuzilishga ega. Valent burchaklar 104,5°. Suv molekulasida ikki juft bo‘linmagan elektronlar jufti bor. Ammiakda bo‘linmagan elektronlar jufti faqat bir juft, shuning uchun valent burchaklar 107,5°. Metan molekulasida bo‘lsa, bo‘linmagan elektronlar jufti yo‘q shu tufayli valent burchaklar 109°28’. Markaziy atomdagi bo‘linmagan elektronlar juftini ortishi valent burchaklarning kamayishiga olib kelar ekan.

24- jadval

**Kimyoviy bog‘larning uzunligi va bog‘lanish energiyasi**

| Bog‘lanish turlari | Birikmalar     | Bog‘larning uzunligi, nm | Bog‘lanish energiyasi, kJ/mol |
|--------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|
| C—C                | alkanlar       | 0,154                    | 486,2                         |
| C=C                | alkenlar       | 0,134                    | 587,3                         |
| C≡C                | alkinlar       | 0,120                    | 822,1                         |
| F—F                | F <sub>2</sub> | 0,142                    | 155                           |
| H—H                | H <sub>2</sub> | 0,074                    | 436                           |
| O=O                | O <sub>2</sub> | 0,121                    | 493,6                         |
| N≡N                | N <sub>2</sub> | 0,110                    | 945,3                         |

|      |                   |       |       |
|------|-------------------|-------|-------|
| C—F  | CHF <sub>3</sub>  | 0,138 | 486,1 |
| C—Cl | CHCl <sub>3</sub> | 0,176 | 316,8 |
| C—Br | CBr <sub>4</sub>  | 0,194 | 264,4 |
| C—I  | CI <sub>4</sub>   | 0,214 | 197,3 |
| C—O  | CO <sub>2</sub>   | 0,116 | 798,8 |
| O—H  | H <sub>2</sub> O  | 0,095 | 460,2 |
| S=O  | SO <sub>2</sub>   | 0,143 | 526,2 |
| N—H  | NH <sub>3</sub>   | 0,101 | 384,6 |
| N=O  | NO                | 0,115 | 624,5 |

Atomlarning orasidagi bog‘lanishlar soni bog‘ning karra-ligidir. Bunday bog‘lanishlar bir bog‘, ikki bog‘(qo‘sh bog‘) yoki uch bog‘ bo‘lishi mumkin. Bog‘lanish karra-ligining ortishi bog‘ning qisqarishiga va uning bog‘lanish energiyasining ortishiga olib keladi. Oddiy bog‘dan ko‘ra qo‘sh bog‘, undan ko‘ra uch bog‘ning uzulishi qiyin. Shuning uchun ham azot molekulasini kimyoviy reaksiyalarga qiyin kirishadi. Uni uzish ancha mushkul hisoblanadi.

### 11.5. Molekular orbitallar usuli

Valent bog‘lanishlar usuli, elektron orbitallarning gibrirlanish usuli bilan uyg‘unlashgan holda turli-tuman moddalarning tuzilishi, molekuladagi valent bog‘larning yo‘nalishi, molekularlarning geometriyasini juda ko‘p moddalar uchun to‘g‘ri tushuntiradi. Valent bog‘lanishlar usuli quyidagi kamchiliklarga ega:

— ba‘zi moddalarda elektron juftlar yordamisiz bog‘lanish yuzaga kelib chiqadi. Masalan, XIX asrning oxirida Tomson molekular vodorod ionini vodorod (H<sub>2</sub><sup>+</sup>)molekulasini elektronlar bilan bombardimon qilib oldi. Bunga asoslanib 2 yadro bir-biri bilan birgina elektron yordamida bog‘lana oladi degan xulosa kelib chiqadi;

— tarkibida toq elektronlar bo‘lgan moddalargina magnitga tortiladi. Kislorodni valent bog‘lanishlar usuliga asoslanib, unda

toq elektronlar borligini ko'rsata olmaymiz. Lekin kislorod qattiq holda magnitga tortiladi. Buni valent bog'lanishlar usuli tushuntirib bera olmaydi;

— erkin radikallar tarkibida ham juftlashmagan elektronlar bo'ladi;

— benzolga o'xshash aromatik uglevodorodlarning tuzilishini valent bog'lanishlar tushuntirib bera olmaydi.

Molekula hosil bo'lishida toq elektronlarning rolini ko'rsatadigan nazariya 1932-yilda Xund va Malliken tomonidan yaratilgan bo'lib, bu nazariya molekular orbitallar nazariyasi nomini oldi.

Molekular orbitallar nazariyasini yaratishda atom orbitalarning tuzilishi haqidagi kvant-mexanik tasavvurlarni molekula tuzilishi uchun qo'llash mumkin deb hisoblandi.

Farqi shundaki, atom bir markazli (bir yadroli) sistema bo'lsa, molekula ko'p markazli sistemadir. Bu nazariyaga ko'ra, har qaysi elektron molekuladagi barcha yadro va ko'p markazli orbitallar ta'sirida bo'lishi e'tiborga olinadi.

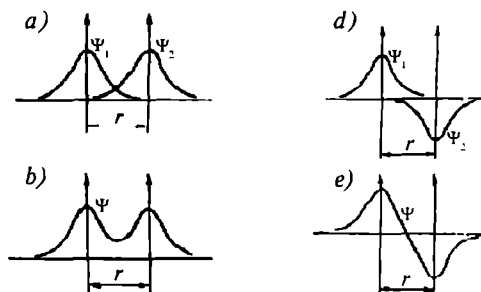
Molekular orbitallar (MO) usulining bir necha turlari bor. Atom orbitallarining chiziqli kombinatsiya usuli (AOCHK) eng ko'p qo'llaniladi. Bu usulda elektronning molekular to'lqin funksiyasi, o'sha molekulani tashkil etgan barcha atomlardagi elektronlarning to'lqin funksiyalaridan kelib chiqadigan chiziqli kombinatsiya, ya'ni molekular orbitallarni tasvirlovchi funksiyalarni molekulani tashkil etgan atomning funksiyalarini bir-biriga qo'shish va bir-biridan ayirish natijasida topiladi.

Agar biz tarkibida bitta elektron va ikkita yadro bo'lgan molekulani nazarda tutsak, ayni sistemada elektron harakatini ikkita to'lqin funksiya bilan izohlash mumkin.

Bog'lovchi simmetrik funksiya:  $\omega_1 = C_1\varphi_1 + C_2\varphi_2$

Bo'shashtiruvchi antisimmetrik funksiya:  $\omega_2 = C_1\varphi_1 - C_2\varphi_2$

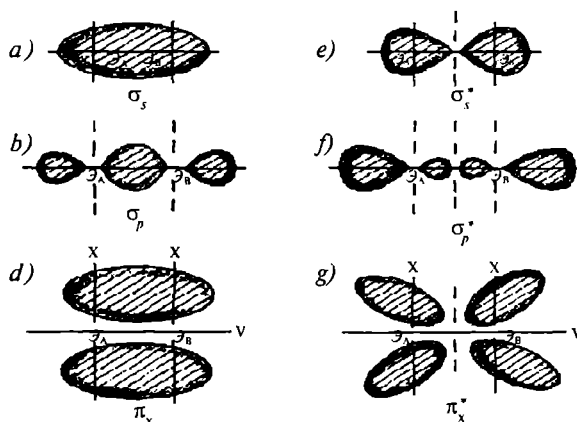
$C_1, C_2$  — koeffitsiyentlar;  $\varphi_1, \varphi_2$  — ayni elektronning birinchi va ikkinchi yadroga oid to'lqin funksiyalari;  $\omega_1$  — simmetrik funksiya.



21-rasm. 1s-atom orbitallardan bog'lovchi (chapdagi a va b) va bo'shashtiruvchi (o'ngdagi d va e) orbitallarning hosil bo'lishi.

1-simmetrik funksiya (21- a va b rasm); 2- antisimmetrik funksiya (21- d va e rasm).

Agar elektron bog'lanayotgan atomlar yadrolaridan tashqarida joylashgan bo'lsa, elektron bulut yadrolar orasida zichlana olmaydi, binobarin yadrolar bir-biridan uzoqlashadi. Elektronning bunday holatiga bo'shashtiruvchi orbital (22- e, f, g rasm) mos keladi. Bunday molekular orbitalda ikkita yadro oralig'ida elektronlarning zichligi juda kichik bo'ladi. Bunday orbital molekulaning turg'unligini kamaytiradi.



22-rasm. Ikki atomli molekularlarning molekular orbitallari: a, b, d — bog'lovchi  $\sigma_p$  — molekular orbitallar; e, f, g — bo'shashtiruvchi  $\sigma_p$  — molekular orbitallar; d — bog'lovchi  $\pi_x$ - va e — bo'shashtiruvchi  $\pi_x$  — orbitallar.

Agar elektronning harakati simmetrik funksiya bilan ifodalansa, elektron buluti yadrolar orasida juda zich holatni egallaydi (22- a, b, d rasm), buning natijasida yadrolar bir-biriga tortiladi va ular o'zaro birikadi. Bu orbital bog'lovchi orbital deb atalib, bir xil zaryadga ega bo'lgan zarrachalar - yadrolarni bir-biridan itarilishini kuchsizlantirib, kimyoviy bog'lanishni kuchaytiradi.

Molekulaning barqaror yoki barqaror emasligi uning tarkibidagi bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektron orbitallarning nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi. Agar sistemada birgina bo'shashtiruvchi orbital hosil bo'lsa, u bir bog'lovchi orbitalning ta'sirini yo'q qiladi.

Molekular orbitallar usulida molekula tarkibidagi elektronlarning o'zaro ta'siri e'tiborga olinmaydi. Atomda har qaysi elektron orbital s, p, d, f harflar bilan ifodalangani kabi, molekular orbitallar ham  $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\lambda$  va harflari bilan belgilanadi. Atom orbitaldagi elektronning energiyasi bosh va orbital kvant sonlarga bog'liq bo'lib, magnit kvant songa bog'liq emas. Molekular orbitaldagi elektronning energiyasi ayni orbitalning yo'nalishiga, ya'ni magnit kvant songa ham bog'liq, chunki molekulada yadrolarni bir-biriga bog'lab turgan yo'nalish boshqa yo'nalishlardan farq qiladi.

Molekulada elektronning harakat momenti proyeksiyasini atom yadrolarini bo'shashtiruvchi o'qqa nisbatan kattaligini xarakterlash uchun magnit kvant soni  $m$  ga o'xshash molekular kvant son  $\lambda$  kiritilgan.  $\lambda = 0$ , bunday holat  $\sigma$ - holat deyiladi, bu holatni qabul qiladigan elektronlarning maksimal soni 2 ga teng.

$\lambda = \pm 1$  bo'lsa,  $\pi$ - holat deyiladi. Bu holatda eng ko'pi bilan 6 ta elektron joylanishi mumkin.

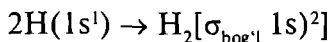
Molekular orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi ham xuddi atom orbitallardagi kabi Pauli prinsipiga va Xund qoidasiga bo'ysunadi. MO usulida bog'lovchi orbitallardagi elektronlar soni bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar sonidan ko'p bo'lsa, kimyoviy bog' hosil bo'ladi. Kimyoviy bog'lar tartibi (BT) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$BT = \frac{n_{\text{bog' } e} - n_{\text{bog' } e}}{2}$$

bunda:  $n_{\text{bog'lovchi}}$  — bog'lovchi orbitallardagi elektronlar soni;  
 $n_{\text{bo'shashtiruvchi}}$  — bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar soni.

$\lambda = 0$ , bo'lgan holat uchun 1 s-atom orbitallardan elektronlarni bog'lovchi molekular orbitallarga o'tishi kimyoviy bog'ni yuzaga keltiradi va jarayonda energiya ajralishi sodir bo'ladi. Agar 1s atom orbitallardan elektron bo'shashtiruvchi molekular orbitallarga o'tganida esa energiya sarflanishi kerak bo'ladi. Shu sababli ham  $\sigma_{\text{bog'lovchi}}$  1s ga elektron joylanishi kam energiya talab qiladi.

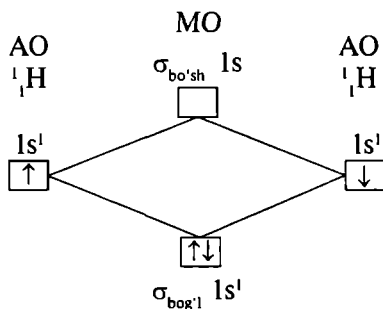
1. Vodorod molekulasining hosil bo'lishini molekular orbitalar usulida quyidagicha tushuntirish mumkin: ikkita vodorod atomining har biri 1s elektronga ega va bittadan elektron orbital mavjud. Molekular orbitallarda ham bitta bo'shashtiruvchi va ikkinchisi bog'lovchi orbitalga ega bo'lib, ikkala elektron ham bog'lovchi orbitalga joylashadi:



bog'lanish tartibi 1 ga teng:

$$BT = \frac{2-0}{2} = 1$$

Vodorod molekulasining hosil bo'lishida 435 kJ/mol issiqlik ajralib chiqadi. Demak, bog'lovchi orbitallarda birgina elektron bo'lsa ham u bog'lanishni yuzaga keltiradi. Shuning uchun ham molekular orbitalar usuli birgina elektron bilan ham bog'lanishlar yuzaga kelishini tushuntira oladi.

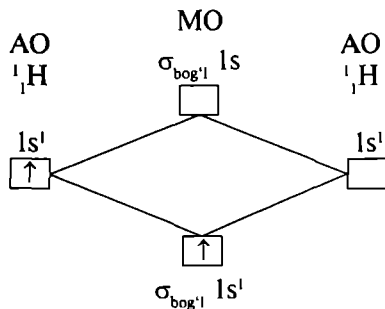


2. Molekular vodorod ion. Agar  $\text{H}_2^+$  ionining hosil bo'lishi qaralsa,  $\text{H}(1s^1) + \text{H}^+(1s^0) \rightarrow \text{H}_2^+[(\sigma_{\text{bog'lovchi}} 1s^1)]$ .

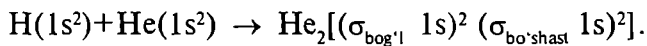


Bu holda molekula hosil bo'lishida birgina elektron ishtirok etgan va u ham bog'lovchi orbitalga joylashgan.

$$\text{Molekular vodorod ioni uchun } (\text{H}_2^+), \text{ BT} = \frac{1-0}{2} = 0,5.$$



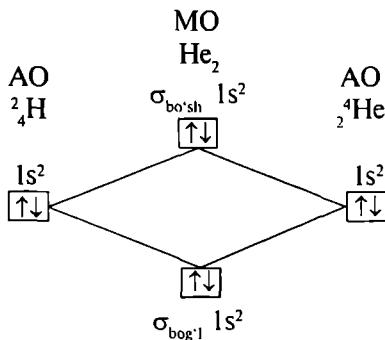
1.  $\text{He}_2$  molekulasi hosil bo'lishida har bir geliy molekulasi-dan ikkitadan elektron ishtirok etib, ulardan ikkitasi bog'lovchi orbitalga va ikkitasi bo'shashtiruvchi orbitalga qo'yiladi:



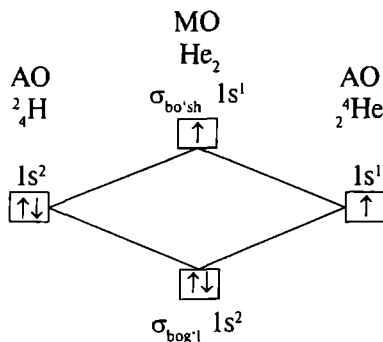
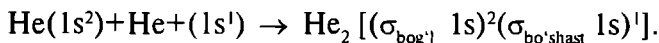
Bu jarayonda ham 259 kJ/mol issiqlik ajralib chiqadi.

Bu molekulani hosil bo'lishida bir bog'lovchi orbital ta'sirini ikkinchi bo'shashtiruvchi orbital yo'qqa chiqargani uchun,  $\text{He}_2$  dagi bog'lanish tartibi:  $\text{BT} = 2 - 2/2 = 0$ , ya'ni bunday molekula mavjud emas.

Geliy molekulasi molekular orbitallarda hosil bo'lishi:



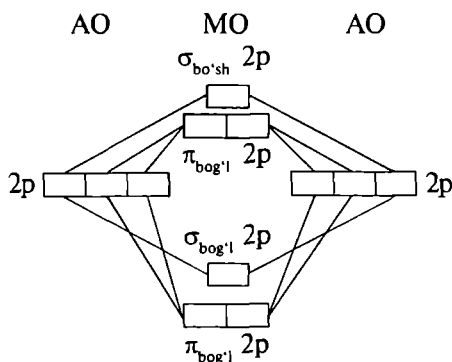
3.  $\text{He}_2^+$  ionining hosil bo'lishida molekular orbitallar quyida-gicha yoziladi:



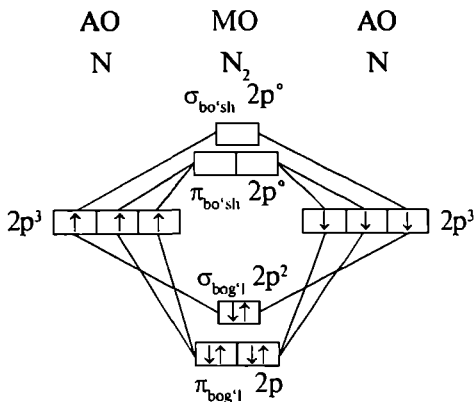
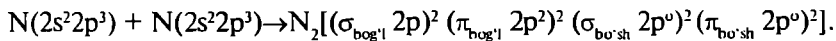
Molekular geliy ioni hosil bo'lishida 293 kJ/mol issiqlik ajraladi:

$$\text{BT} = 2 - 1/2 = 0,5$$

$\lambda = \pm 1$  bo'lganda,  $\pi$  holat uchun molekular orbitallarning hosil bo'lishida uchta bog'lovchi orbitallar va uchta bo'shashtiruvchi orbitallar ishtirok etadi. Ulardagi elektronlarning eng ko'p miqdori 6 tagacha boradi. Ana shulardan bitta bog'lovchi va bitta bo'shashtiruvchi orbital  $\sigma$  orbital hisoblanadi. Bog'lardan ikkitadan bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitallar  $\pi$  ga tegishli.

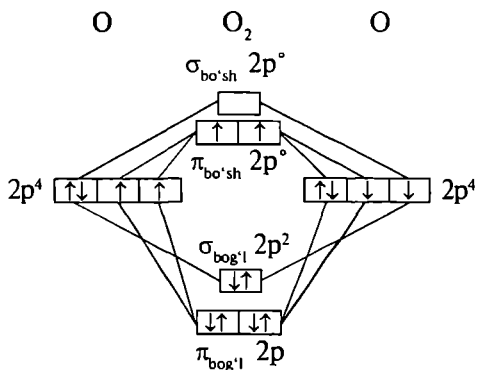


Masalan, azot molekulasining molekular orbitallar usulida bog'lanish hosil bo'lishini ko'raylik:



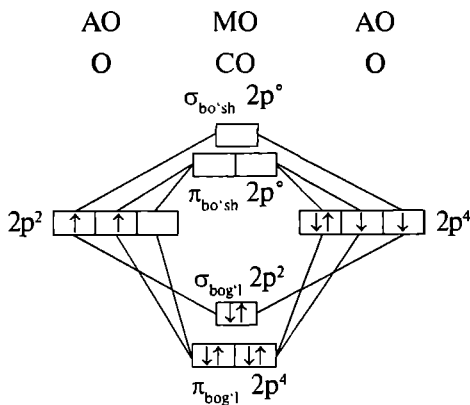
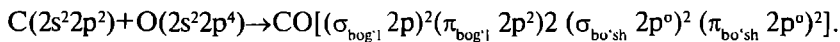
Azot molekulasini uchun bog'lanish tartibi  $6 - 0/2 = 3$  ga teng.

Molekular orbitallar usulini  $\text{O}_2$  molekulasining hosil bo'lishiga qo'llasak,



Bo'shashtiruvchi ( $\sigma_{\text{bo'sh}} 2p$ ) orbitallardagi ikkita toq elektronlar kislorod molekulasining qattiq va suyuq holda magnit xossalarini to'g'ri tushuntiradi.

Shunga o'xshash agar ikkita har xil atomdan tashkil topgan CO molekulasini ham molekular orbitallarda hosil bolishi quyidagicha bo'ladi:



CO molekulasida ham barcha elektronlar bog'lovchi orbitallarga joylashgani uchun bog'lanish tartibi  $6-0/2=3$  ga teng. Demak, CO da bog'lanish uch bog' holatida ekanligini ko'rish mumkin.

Demak, molekular orbitallar usuli molekularlarning tuzilishi va xossalarini to'g'ri tushuntiradi.

**Molekular orbitallarning afzalliklari.** Valent bog'lanishlar usulidan molekular orbitallar usuli bir qancha afzalliklarga ega:

- bu usul har qanday yadrolar sistemasi va elektronlar barqarorligini tushuntira oladi;
- molekular orbitallar usuli molekularlarning va kompleks birikmalarning magnit va optik xossalarini to'g'ri tushuntiradi;
- molekuladagi har bir elektronning holatini baholash imkoniyatini beradi.

## 11.6. Ion bog'lanish

Ionlar orasida elektrostatik tortishish kuchlari ta'sirida yuzaga keladigan bog'lanish ion bog'lanish deyiladi. Ion bog'lanish elektromanfiyligi bo'yicha katta farq qiladigan atomlar orasida hosil bo'ladi.

2,81 2,81

Cl Cl qutbsiz kovalent bog'lanish

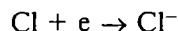
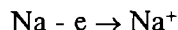
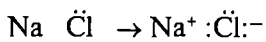
2,1 2,81

H Cl qutbli kovalent bog‘lanish

1,01 2,81

Na : Cl ion bog‘lanish

Ion bog‘lanish hosil bo‘lish mexanizmi kovalent bog‘ hosil bo‘lish mexanizmiga o‘xshaydi. Avval umumiy elektron juft hosil bo‘ladi. So‘ngra bir yoqlama qutblanish hisobiga bu elektron juft elektromanfiyligi yuqoriroq bo‘lgan atom tomonga siljiydi:



Kovalent va ion bog‘lanishlar hosil bo‘lish mexanizmlari o‘xshash bo‘lib, umumiy elektron juftining qutblanish darajasi bilan farq qiladi. Agar  $\mu = 0$  bo‘lsa, qutbsiz kovalent bog‘,  $0 < \mu < 4$  bo‘lsa, qutbli kovalent bog‘,  $\mu > 4$  ion bog‘lanish yuzaga keladi.

Ion bog‘lanishli birikmalar qiyin suyuqlanadigan qattiq moddalardir. Osh tuzi NaCl ning suyuqlanish harorati  $T_{\text{suyuq}} = 800^\circ\text{C}$ , KCl niki  $T_{\text{suyuq}} = 768^\circ\text{C}$ . Ion bog‘lanishli moddalarning suvli eritmalari, hatto suyuqlanmalari elektr tokini yaxshi o‘tkazadi.

Ion bog‘lanish ionlararo o‘zaro ta’sir natijasida hosil bo‘ladi. Har qaysi ionni zaryadlangan shar deyish mumkin. Ionning kuch maydoni fazoda hamma yo‘nalishda bir tekisda tarqala oladi, ya’ni o‘ziga qarama-qarshi zaryadli ionni har qanday yo‘nalishda ham bir tekis torta oladi. Demak, ion bog‘lanish yo‘naluvchanlik xossasini namoyon qilmaydi. Bundan tashqari, manfiy va musbat ion o‘zaro birikkan bo‘lsa ham, har bir ion o‘ziga qarama-qarshi zaryadli boshqa ionlarni ham o‘ziga torta oladi. Demak, ion bog‘lanish to‘yinuvchanlik xossasiga ega emas.

Ion bog‘lanish to‘yinuvchanlik va yo‘naluvchanlik xossalariga ega bo‘lmagani uchun har qaysi ion atrofida maksimal miqdorda qarama-qarshi zaryadli ionlar bo‘ladi. Ionlarning maksimal miqdori kation va anionlar radiuslarining bir-biriga nisbatan katta-kichikligiga bog‘liq. Masalan,  $\text{Na}^+$  ion atrofida eng ko‘p 6 ta  $\text{Cl}^-$  ion  $\text{Cs}^+$  ion atrofida esa ko‘pi bilan 8 ta  $\text{Cl}^-$  ion bo‘ladi.

Biri musbat, biri manfiy iondan iborat ion bog‘lanishli moddalar odatdagi sharoitda yakka-yakka holda mavjud bo‘la olmaydi. Ular o‘zaro birikib juda ko‘p molekullardan iborat kristallarni hosil qiladi. Shuning uchun  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CsCl}$  emas,  $\text{Na}_n\text{Cl}_n$ ;  $\text{C}_s\text{Cl}_n$  yozish to‘g‘riroq bo‘ladi.

Ion bog‘lanishda yo‘naluvchanlik va to‘yinuvchanlik xossasi bo‘lmagani uchun ionlarning assotsilanish xossalari yuqori bo‘ladi. Osh tuzining gazsimon holatida  $\text{NaCl}$  molekullari bilan bir qatorda  $(\text{NaCl})_2$  va  $(\text{NaCl})_3$  assotsiatlari ham mavjud. Suyuq holatga o‘tganda, ayniqsa qattiq holatda ion birikmalarining assotsilanishi yanda kuchayadi. Shu sababli ion bog‘lanishga ega bo‘lgan birikmalar yuqori suyqlanish va qaynash haroratiga ega. Ionli birikmalarining eritmalarida molekullar yo‘q. Ular qutbli erituvchilarda (suv, spirtlar, ammiak) oson eriydi va to‘la dissotsilangan bo‘ladi. Ion tuzilishli birikmalar, odatda, qutbsiz erituvchilarda (benzol, uglerod (IV) xlorid) erimaydi.

Barcha ion bog‘lanishli birikmalar qattiq holda ionli kristall panjaraga ega bo‘lib, har bir ion teskari ishorali boshqa ion bilan o‘ralgan.

### 11.7. Ionlarning qutblanishi va qutblanish darajasi

Ma‘lumki, hatto ishqoriy metallarning galogenidlarida ham to‘la ionli bog‘ hosil bo‘lmaydi. Masalan,  $\text{CsF}$  dagi bog‘ning 95 % ionli tabiatga 5 % esa qutbli kovalent tabiatga egadir. Agar xuddi shunday tahlil  $\text{CsCl}$  da qaralsa, undagi ion bog‘ hisssasi 73% bo‘lsa, qutbli kovalent bog‘ning hisssasi 27% ga teng. Ionlarning o‘zaro ta’siri tufayli molekulada yuzaga keladigan qutblanish oriyentatsion qutblanish deyiladi. Ionlarda paydo bo‘ladigan dipol momenti kattaligi ( $\mu$ ) zaryadlarni hosil qilgan kuchlanishiga ( $E$ ) to‘g‘ri proporsional:

$$\mu = k \cdot E.$$

$k$ - proporsionallik koeffitsiyenti bo‘lib, qutblanuvchalik yoki qutblanish darajasi ham deyiladi. Qutblanuvchanlik birligi

Kulon·m<sup>2</sup>/V. K ning qiymati qancha katta bo'lsa, molekula shuncha oson deformatsiyalanadi.

Tarkibi bir xil atomlardan tuzilgan(H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> va boshqalar) yoki ko'p atomli molekularlar ham(CO<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) agar molekuladagi elektronlarning yadroga nisbatan siljishi simmetrik bo'lsa, bunday molekularlar qutbsiz hisoblanadi. Qolgan molekulalarda atomlar orasidagi bog'lar qutblidir. Bu holat atomlarning o'lchami va zaryadiga bog'liq bo'ladi.

Agar molekulada yadrolarga nisbatan atomlarning elektron bulut zichligi simmetrik joylashgan bo'lmasa, bunday molekularlar qutbli molekularlar hisoblanadi (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, PCl<sub>3</sub>, HCl). Qutbli molekulalarda yadrolarning elektrik zaryadlari bitta nuqtaga tushmaydi. Shuning uchun ham molekulada q<sup>+</sup> va q<sup>-</sup> doimiy dipol paydo bo'ladi. Molekulaning dipol momenti (μ) uning qutblanishini hal qiladi. Qutbsiz molekularlar uchun μ=0 dipol momenti molekulaning simmetriyasini ko'rsatadi. Molekulaning dipol momenti molekulaning uning qutblanuvchanligini ko'rsatadi. Ba'zi moddalarning dipol momenti 25-jadvalda keltirilgan.

25-jadval

**Ba'zi moddalarning dipol momenti**

| Modda                           | Dipol momenti, D | Modda                                         | Dipol momenti, D |
|---------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| H <sub>2</sub> O                | 1,84             | NH <sub>3</sub>                               | 1,46             |
| CH <sub>4</sub>                 | 0                | H <sub>2</sub> S                              | 1,10             |
| CH <sub>3</sub> Cl              | 1,85             | SO <sub>2</sub>                               | 1,61             |
| CH <sub>3</sub> Br              | 1,45             | HCl                                           | 1,03             |
| CH <sub>3</sub> I               | 1,35             | HBr                                           | 0,79             |
| CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> | 1,59             | HI                                            | 0,30             |
| CHCl <sub>3</sub>               | 1,15             | N <sub>2</sub> O                              | 0,14             |
| CCl <sub>4</sub>                | 0                | CO                                            | 0,12             |
| H <sub>2</sub>                  | 0                | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH              | 1,70             |
| Cl <sub>2</sub>                 | 0                | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH              | 1,70             |
| CO <sub>2</sub>                 | 0                | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> | 1,56             |

Dipol momentini tajribada o'lchash uchun moddaning dielektrik doimiyligi (ε) turli haroratda o'lchanadi. Dialektrik doimiylilik bu ayni muhitning elektrik maydon kuchlanishini vakuumga nisbatan

qanday o'zgarishini ko'rsatadi. 26-jadvalda ba'zi moddalarning dielektrik doimiyligi qiymati keltirilgan. Barcha suyuqliklar ichida eng yuqori dielektrik doimiyligiga suv egadir.

Moddaning dielektrik doimiyligi asosida uning qutblanuvchanligi ( $P$ ) quyidagi formula asosida topiladi:

26- jadval

**Ba'zi suyuqliklarning dielektrik doimiyligi**

| Suyuqliklar | Dielektrik doimiyli<br>(0°C) | Suyuqliklar | Dielektrik doimiylik<br>(0°C) |
|-------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Geksan      | 1,874                        | Ammiak      | 15,50                         |
| Benzol      | 2,283                        | Atseton     | 21,40                         |
| Toluol      | 2,387                        | Metanol     | 33,10                         |
| Xlorbenzol  | 5,940                        | Suv         | 81,00                         |

$$P = \frac{(\varepsilon - 1) \cdot M_r}{(\varepsilon + 2) \cdot \rho} = \frac{4}{3} \pi N_A (\alpha_{El} + \frac{N_A \mu^2}{3RT})$$

bunda:  $M_r$  — moddaning molar massasi;  $\rho$  — uning zichligi;  $N_A$  — Avogadro soni;  $R$  — universal gaz doimiysi;  $T$  — absolut harorat;  $P$  — molar qutblanuvchanlik;  $\alpha_{El}$  — yadroga nisbatan elektron orbitallarning surilishidan yuzaga kelgan qutblanuvchanlik.

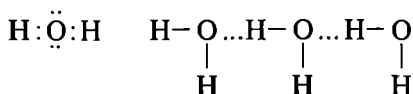
Bir guruhda turgan elementlar uchun elektron qobig'ining tuzilishi bir xil va ularda ionlarning hajmi va zaryadi kattaligi ortishi bilan qutblanish kuchayib boradi. Ionlarning bittasi ta'sirida ikkinchisining qutblanishi ortadi. Harorat ham ionlarning qutblanishiga ta'sir ko'rsatadi. Harorat ortganda ularning qutblanishi ortib boradi.

Bir guruhda joylashgan ionlar  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$  qatorida ionning qutblanish xossasi kamayadi, qutblash darajasi esa ortib boradi. Agar anionlarning qatorini hisobga olsak,  $H^-$ ,  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$  qatorida ionlarning qutblash xossasi kamayib, uning qutblanish darajasi ortib boradi. Odatda, anionlarning qutblanish xossasi yuqori bo'ladi.



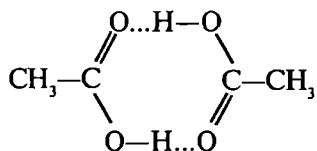
## 11.8. Vodorod bog‘lanish

Vodorod atomi yuqori elektromanfiylikka ega bo‘lgan atom F, O, N, Cl, Br, S lar bilan bog‘langan molekular orasida yuzaga keladigan bog‘lanish vodorod bog‘lanish deyiladi. Bunday molekularlarda umumiy elektron juft elektromanfiyligi yuqori bo‘lgan atom tomonga kuchli siljiganligi tufayli, vodorodning musbat zaryadi kichik hajmda to‘planib, proton boshqa atom yoki ionning bo‘linmagan elektron jufti bilan o‘zaro ta’sirlashadi va uni umumlashtirib oladi. Natijada vodorod bog‘ yuzaga keladi:



Vodorod bog‘lanish kovalent bog‘lanishga nisbatan ancha bo‘sh bo‘ladi. Kovalent bog‘lanish energiyasi 150—400 kJ/mol, vodorod bog‘lanish energiyasi esa 8—40 kJ/mol. Vodorod bog‘lanish ko‘pgina moddalarning xossalriga ta’sir qiladi. Yuqorida keltirilgan suv va vodorod ftorid molekulari orasida kuchli vodorod bog‘ ularning qaynash haroratlarining yuqori bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Xuddi shu tuzilishdagi  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  larning qaynash haroratlari pastroq, chunki ulardagi vodorod bog‘lar ancha bo‘sh.

Vodorod bog‘lanish organik birikmalar molekulari orasida ham sodir bo‘ladi:



Katta molekularlarda vodorod bog‘lanish bitta molekula ichida ham sodir bo‘ladi. Salitsil kislota molekulasida karboksil va gidroksil guruhlar orasida vodorod bog‘ hosil bo‘ladi. Oqsillar, nuklein kislotalar, kraxmal, selluloza molekularida kuchli vodorod bog‘i bor.

## 11.9. Metall bog‘lanish

Metallardagi kimyoviy bog‘lanish tabiati ularning quyidagi xossalari:

- 1) yuqori elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi;
- 2) simobdan boshqa metallar yuqori koordinatsion songa ega bo‘lgan kristallar ekanligi bilan xarakterlanadi.

1- xossasidan metallarda elektronlarning bir qismi metallning butun hajmi bo‘ylab harakat qila oladi degan xulosa kelib chiqadi. Ularda ikki elektronli bog‘lanish yo‘q, chunki valent elektronlar soni bunday bog‘lanish hosil qilish uchun yetarli emas.

Masalan, litiy atomi kristallanganda kub panjarali kristall tugun hosil qiladi. Kub kristall panjara tugunida markaziy atom qo‘shni 8 ta litiy bilan bog‘langan. Aslida litiy atomi tashqi qavatida 8 ta elektron bo‘lishi kerak edi. Metall bog‘lanishni litiy uchun quyidagicha tushuntirish mumkin. Har bir atom bog‘lanish uchun litiy 4 orbital va 1 ta elektron beradi. Demak, kristalldagi orbitallar soni elektronlar sonidan ortiq. Shuning uchun elektron bir orbitaldan ikkinchisiga oson o‘tishi mumkin. Bularning hisobiga elektronlar metallardagi hamma atomlar orasidagi bog‘lanishda ishtirok etadi.

Agar ionlanish energiyasi kam bo‘lgan boshqa metall olinsa, elektron butun kristall panjara bo‘yicha harakatlanib yuradi. Elektronlarning kristall panjara bo‘ylab harakatlanishi metallarning elektr o‘tkazuvchanligini ta‘minlaydi.

Kovalent va ion bog‘lanishdan farq qilib, metallarda kam sonidagi elektronlar ko‘p sonidagi yadroni ushlab turadi va bu elektronlar metallarda harakatlanishi mumkin. Shular asosida metallarga quyidagi ta‘rifni berish mumkin.

Metall bog‘lanish nazariyasiga ko‘ra, metallar juda ixcham joylashgan kationlardan iborat ixcham struktura bo‘lib, ularning umumlashgan elektronlari biri-biri bilan bog‘langan.

## 11.10. Molekulararo ta’sirlar

Molekularlar orasida oriyentatsion, induksion va dispersion ta’sirlar mavjud.

**Dispersion** — ta'sirlar qutbsiz molekular orasida bir lahzada yuzaga keladigan mikrodipollar hosil bo'lishiga asoslangan. Molekulalar yaqinlashganda mikrodipollar paydo bo'ladi, bunda molekular tortiladi. Agar ikki molekulada mikrodipollar baravariga paydo bo'lmasa, ular bir-biridan uzoqlashadi.

Oriyentatsion ta'sirlar- qutblangan molekular orasida yuzaga keladi. Molekulalarning tartibsiz issiqlik harakati tufayli bir xil zaryadlangan dipollarining uchlari bir-biridan uzoqlashadi, qarama-qarshi zaryadlangan uchlari esa bir-biriga tortiladi.

Molekulalar qanchalik qutblangan bo'lsa, ular bir-biriga shunchalik kuchli tortiladi.

**Induksion** ta'sir — qutbli va qutbsiz molekular orasida vujudga keladi. Faraz qilaylik, qutblangan va qutblanmagan molekularning uchlari uchrashdi. Qutblangan molekular ta'sirida qutblanmagan molekular egiladi va unda qoldiq (induksiyalangan) dipol paydo bo'ladi. Induksiyalangan dipol o'z navbatida polar molekulaning elektrik dipol momentini kuchaytiradi. Ko'rib chiqilgan molekulararo ta'sir ikkita narsaga bog'liq: 1) molekulaning qutblaniganligiga; 2) molekulaning deformatsiyalanishiga.

Agar qutblanganlik ko'p bo'lsa, oriyentatsion ta'sir ustun bo'ladi. Agar deformatsiyalanish ko'p bo'lsa, dispersion ta'sir ustun bo'ladi. Induksion ta'sir esa ikkala holatga ham bog'liq.

Elektron berilmasdan yuzaga keladigan ta'sirlar Van-der-Vaals ta'sir kuchlari deyiladi.

Molekulararo elektrik o'zaro ta'sir kuchlarini o'rganish gaz, suyuq va qattiq moddalarning xossalari va tuzilishini tushuntirish uchun katta ahamiyatga ega.

Van-der-Vaals kuchlari molekularning tortilishi va agregatsiyalanishida, gaz moddalarning suyuqlikka va qattiq moddalarga aylanishiga sababchi bo'ladi.

Kovalent bog'lanishga nisbatan Van-der-Vaals ta'sir kuchlari juda bo'sh bo'ladi. Masalan, xlor molekulasining atomlarga ajralish energiyasining qiymati 243 kJ/mol, xlor kristallarining gazga aylanish energiyasi 25 kJ/mol.

Kimyoviy bog'lanishni yaxshi bilish dorivor moddalarning eritmalaridagi ta'sir mexanizmini to'g'ri anglashda katta ahamiyatga ega bo'ladi.

## 11- bobga oid savol va masalalar

1.  $\text{SiF}_4$  molekulasini va  $\text{SiF}_6^{2-}$  ioni hosil bo'lish mexanizmlarini tushuntiring.  $\text{CF}_6^{2-}$  ioni bo'lishi mumkinmi?

2. Quyidagi birikmalarda kimyoviy bog' turini ko'rsating:  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ . Elektron bulutlarining qoplanish sxemasini ko'rsating.

3.  $\text{CO}$  va  $(\text{CN})_2$  molekularining elektron tuzilishini valent bog'lanish (VB) va molekular orbitallar (MO) usullari bilan tushuntiring. Qaysi molekulada kimyoviy bog'lar soni ko'proq?

4. MO metodi bilan  $\text{B}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{BF}_3$  molekulari hosil bo'lishini ko'rsating. Qaysi molekula mustahkamroq?

5.  $\text{CO}$  molekulasida uglerodning valentligi nechaga teng? Javobingizni MO usulida tushuntiring.

6. MO usuli bilan quyidagi molekularning qaysi birlari bo'lishi mumkin emasligini ko'rsating:

a)  $\text{H}_2^+$ ; b)  $\text{H}_2$ ; d)  $\text{H}_2^-$ ; g)  $\text{He}_2$ ; d)  $\text{He}_2^+$

7.  $\text{BF}_3$  va  $\text{NF}_3$  molekularining fazoviy tuzilishi bir xilmi?

a) bir xil; b) har xil.

Chunki: 1) har ikkala markaziy atomning valentligi bir xil;

2) molekularning biri qutbli, ikkinchisi qutbsiz.

8. Qanday kimyoviy bog'ni kovalent bog' deyiladi? Kovalent bog'lanishning yo'nalishi. Valent bog'lanish usulida suv molekulasining tuzilishini qanday tushuntiriladi?

9. Qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish. Quyidagi birikmalardagi kimyoviy bog' turlarini aniqlang:  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{HF}$ .

10. Quyidagi ionlarda kovalent bog'lanishning hosil bo'lish mexanizmi qanday?  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{BF}_4^-$  Donor va akseptorni bog'lanishni ko'rsating.

11. Qanday kovalent bog'lanishlar  $\sigma$ -bog'lanish,  $\pi$ -bog'lanish deyiladi? Azot molekulasini misolida tushuntiring.

12. Tinch va qo'zg'algan holda xlor atomi nechta juftlashmagan elektronlar tutadi? Bu elektronlarni kvant yacheykalari bo'yicha juftlashmagan elektronlarga bog'liq bo'lgan xlorning valentligi nechaga teng?

13. Oltingugurt atomining elektron formulasini yozing. Oltingugurt atomini tinch va qo'zg'algan holda nechta juftlashmagan elektronlari bo'ladi? Juftlashmagan elektronlari asosida oltingugurtning mumkin bo'lgan valentliklarini ayting.

**14.** Dipol momenti deb nimaga aytiladi? Quyidagi HCl, HBr, HI (molekulalardan) qaysi biri ko'proq dipol momentiga ega? Nima uchun?

**15.** Atom orbitasining (AO) gibridlanishi. Quyidagi  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  molekulalaridagi AO gibridlanishini aniqlang.

**16.**  $\text{BF}_3$  va  $\text{NF}_3$  molekularining dipol momentlari 0 va 0,2 D ga teng. Bu molekulalarning hosil bo'lishini ko'rsating. Bor va azotning qaysi tur AO gibridlanishiga to'g'ri keladi?

**17.** Vodorod bog'lanish deb qaysi kimyoviy bog'lanish turiga aytiladi? Bu bog'lanish qanday molekulalar orasida yuzaga keladi? Nima uchun  $\text{H}_2\text{O}$  va HF,  $\text{H}_2\text{S}$  va HCl ga qaraganda yuqori haroratda qaynaydi?

**18.** Ion bog'lanish deb qanday bog'lanish turiga aytiladi? Uning hosil bo'lish asosi qanaqa? Ion bog'lanishga misollar keltiring va xossalarini ko'rsating. Atomlarning ionlarga o'tish reaksiyasini yozing.

**19.** Azot atomining quyidagi birikmalaridagi oksidlanish darajasini toping:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_2\text{OH}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

**20.** Molekulalararo ta'sirlanishning asosiy turlarini ko'rsating. Ularning hosil bo'lish shartlari qaynaydi?

**21.** Kovalent bog'lanishni donor-akseptor mexanizmi bilan hosil bo'lishi.  $\text{NH}_4$  va  $\text{BF}_4^-$  ionlarining tuzilishini ko'ring.

**22.** Bor atomining qaysi elektronlari kovalent bog' hosil qilishda qatnashadi?  $\text{BH}_4^-$  ionini hosil bo'lishda qaysi atom yoki ionning elektron jufti donor vazifasini bajaradi?

**23.**  $\text{N}_2$  molekulasini hosil bo'lishining energetik sxemasini bog'lanishning usuli bilan keltiring. Bu usul bilan atomlar orasida uch bog' borligini qanday isbotlash mumkin?

**24.** MO usuli bilan  $\text{Cl}_2$  molekulasining hosil bo'lishi energetik sxemasini keltiring. Atomlar orasida qanday bog'lanish bor?

**25.** MO usuli bilan  $\text{O}_2$  molekulasining hosil bo'lishi energetik sxemasini keltiring. Bu usul moddalarda paramagnit xususiyati borligini qanday qilib tushuntiradi?

**26.** MO qaysi elektronlarni bog'lovchi, qaysilarini bo'shashtiruvchi (bog'lamaydigan) elektronlar deyiladi?

**27.** MO usulidan foydalanib, inert gazlarini bir atomdan tashkil topganligini tushuntiring.

## 12- bob. KOMPLEKS BIRIKMALAR

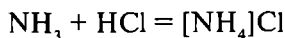
Kompleks birikmalar markaziy atom va ligandlar tutgan murakkab birikmalardir. Ular eritmada kompleks kation yoki anion, ba'zan neytral molekularlar hosil qiladi.

Yangi kimyoviy bog' hosil qilmasdan yoki yangi elektron jufti yuzaga kelmasdan oddiy molekularlardan murakkab molekularlar hosil bo'lishi kompleks birikmalarni yuzaga keltiradi. Kompleks birikmalarda olingan va berilgan elektronlarning soniga qarab valentlikni bilib bo'lmaydi.

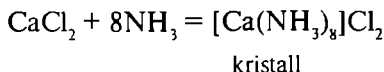
Kimyo tarixida birinchi marta olingan kompleks birikma 1798-yilda Tasser tomonidan olingan bo'lib, bu birikma  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  hisoblanadi.

Kompleks birikmalar ikkita polar molekularlarning o'zaro ta'siridan hosil bo'lishi mumkin.

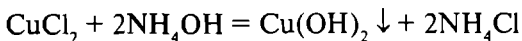
1. Ammik gaz, vodorod xlorid ham gaz, lekin hosil bo'lgan kompleks birikma ammoniy xlorid qattiq moddadir:



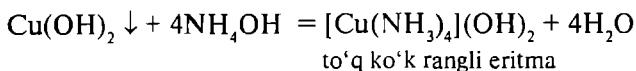
2. Kalsiy xlorid va ammiak ta'siridan hosil bo'lgan murakkab modda kompleks hisoblanadi:



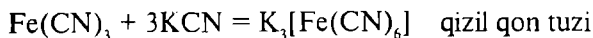
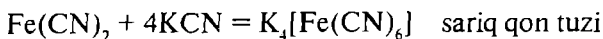
Ba'zan kompleks birikmalar hosil bo'lishida keskin rang o'zgarishi sodir bo'lib, cho'kma eritmaga o'tadi:



Agar havorang cho'kmaga mo'l miqdorda  $\text{NH}_4\text{OH}$  qo'shsak, cho'kma eriydi va ko'kish-siyoh rangdagi eritma hosil bo'ladi:



Ba'zan kompleks birikmalar hosil bo'lishida cho'kmalar eritmaga o'tadi:



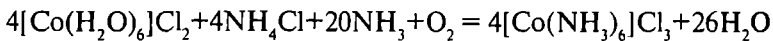




oq

sariq

7. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ham kompleks birikmalar olish usullaridan biridir. Kobaltning (II) birikmalari kobalt (III) birikmalari olishda doim xomashyo hisoblanadi. Kobalt (II) akva komplekslari uning (III) valentli amminli kompleksga o'tkaziladi:



och pushti

jigar rangli

Bundan tashqari, kompleks birikmalar olishda katalizatorlar ishlatish, metalligand bog'ini uzmasdan kompleks birikmalar olish, va sis, trans izomerlar olish usullaridan ham foydalanish mumkin.

Kompleks birikmalar asoslar, kislotalar, tuzlar holatida bo'lishi mumkin. Ular ichida elektrolitmas moddalar ham bor.

| Asoslar                                   | Kislotalar                  | Tuzlar                                  |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$     | $\text{H}[\text{AuCl}_4]$   | $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ |
| $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})_2$ | $\text{H}_2[\text{SnF}_6]$  | $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$             |
| $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ | $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ | $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$    |

Elektrolitmas moddalar:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ .

## 12.1. Verner nazariyasi

Kompleks birikmalarning tuzilishini 1893-yilda shved olimi Alfred Verner o'zining koordinatsion nazariyasida tushuntirdi. Bu nazariyaga ko'ra:

1. Ko'pchlik elementlar asosiy valentliklaridan tashqari qo'shimcha valentliklarni ham namoyon etadi;
2. Har qaysi element o'zining asosiy va qo'shimcha valentliklarini to'yintirishga intiladi;
3. Markaziy atomning qo'shimcha valentliklari fazoda ma'lum yo'nalishga ega bo'lishga intiladi.

Kompleks hosil qiluvchi ion yoki atom atrofida u bilan bog'langan ma'lum sondagi anionlar yoki neytral molekular bilan o'ralgan. Bu anion yoki neytral molekular ligandlar deyiladi. Ularning soni esa koordinatsion son (k.s.) deyiladi.



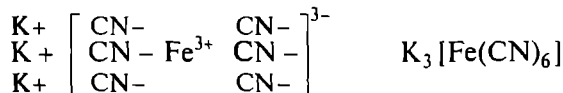
Kompleks birikmalarda koordinatsion son qiymati 2—12 chegarasida bo‘ladi.

Kompleks birikmalar markazida kompleks hosil qiluvchi ion bo‘ladi. Kompleks hosil qiluvchi ion, odatda metall ionlari ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{4+}$  va boshqalar) yoki metall-maslar atomlari (N, Si, B, O) bo‘lishi mumkin.

Kompleks hosil qiluvchi bilan bevosita bog‘langan neytral molekular ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ , va boshqalar), shuningdek ionlar ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CNS}^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  va boshqalar) olinishi mumkin.

Kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlar ichki sferani tashkil etadi  $[\text{Me}(\text{L})_n]$  va ichki sfera kvadrat qavs ichiga olinadi.

Ichki sferaga kirmagan ionlar tashqi sferani tashkil etadi.



Kompleks birikmaning formulasini yozish uchun:

- 1) kompleks hosil qiluvchi ionning zaryadini;
- 2) ligandlarning zaryadini;
- 3) koordinatsion sonni;
- 4) tashqi sfera ionlarini bilish kerak.

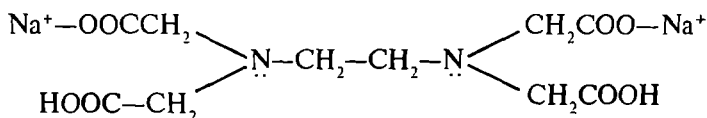
Kompleks hosil qiluvchi ionlar asosan D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi d -elementlarning ionlaridir. Ular:  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Au}^{1+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{1+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{4+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{4+}$  Ligandlar sifatida:

a) dipol xarakterga ega bo‘lgan molekularlar:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_2$  va boshqalar;

b) ionlar ham olinib, odatda, ular kislotalarning qoldiqlaridir:  $\text{SN}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CNS}^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$

Ligandlarning kompleks hosil qiluvchi ion atrofida nechta joyni egallashiga qarab ularning dentantligi yoki koordinatsion sig‘imi aniqlanadi. Monodentant ligandlar, odatda, bir valentli kislota qoldiqlaridir. Ular metall ioniga bir juft elektron berib donor-akseptor bog‘ hosil qiladi.

Bidentant ligandlarga ikki valentli kislotalar qoldiqlari kirib, ularga etilendiamin ( $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{—NH}_2$ ), glisin yoki aminoatsetat ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ ), oksalat ioni va boshqalar kiradi. Tetradentant ligand sifatida etilendiamintetrasirka kislotasining dinatriyli tuzi (trilon B) olinishi mumkin:



Ichki sferadagi neytral molekullar yoki ionlar, ya'ni ligandlar sekin-asta boshqa ligandlarga almashinishi mumkin. Masalan:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  molekulasidagi ammiak  $\text{NO}_2^-$  ionlariga almashinishidan  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}(\text{NO}_2)]\text{Cl}$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  lar hosil bo'ladi.

Bunda kompleks birikma ichki sfera zaryadi  $3+$  dan  $3-$  ga o'zgaradi.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  dan  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$  ga aylanadi.

## 12.2. Kompleks birikmalarning nomlanishi

Kompleks birikmalarda tuzlarga o'xshash dastlab kation, so'ngra anion nomlanadi. Agar ligandlar bir necha marta takrorlansa grekcha di(2), tri(3), tetra (4), penta(5), geksa(6) so'zlari qo'llanilib, avval manfiy zaryadli ligandlar, keyin neytral ligandlar o'qiladi.

Manfiy zaryadli ligandlar oxiriga «o» qo'shimchasi qo'shiladi.  $\text{F}^-$  — ftoro,  $\text{Cl}^-$  — xloro,  $\text{Br}^-$  — bromo,  $\text{I}^-$  — iodo,  $\text{CN}^-$  — siano,  $\text{SO}_4^{2-}$  — sulfato,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  — tiosulfato,  $\text{CO}_3^{2-}$  — karbonato,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  — asetato,  $\text{OH}^-$  — gidrokso,  $-\text{O}-\text{O}-$  — perokso,  $\text{H}^-$  gidrido va hokazo. Neytral ligandlar suv — akva, ammiak — ammin,  $\text{CO}$ —karbonil,  $\text{NO}$ —nitrozil,  $\text{I}_2$ —iodo,  $\text{S}$ —tio va hokazo.

Kompleks birikmalar kompleks ion zaryadiga qarab kation, anion va neytral komplekslarga bo'linadi.

Kation komplekslarni nomlashda dastlab ligandlar soni va nomi o'qilib, so'ngra kompleks hosil qiluvchining o'zbekcha nomi o'qiladi

va qavs ichida uning valentligi yoki oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Ligandlarni nomlashda avval anion, so'ngra neytral ligandlar va oxirida tashqi sfera ionlari o'qiladi. Ular ikki so'zni hosil qiladi, masalan,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  — tetramminmis (II) sulfat;

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$  — xloropentaamminplatina (IV) xlorid;

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$  — bromopentaamminkobalt (III) sulfat.

Agar markaziy atom o'zgaras oksidlanish darajasiga ega bo'lsa, (Ag, Al, Mg, Zn) uning valentligi ko'rsatilmasa ham bo'ladi:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  diamminkumush nitrat;

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  geksaakvaaluminium xlorid.

Anion komplekslarni nomlashda dastlab tashqi sfera kationi o'qilib, so'ngra ligandlar soni va nomi o'qiladi. Oxirida kompleks hosil qiluvchining lotincha nomiga - at qo'shimchasi qo'shiladi va oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Anionlarni nomlashda dastlab oddiy anion, keyin esa ko'p atomli anionlar aytiladi. Masalan:

$\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  — kaliy disianoargentat;

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — kaliy geksasianoferrat (III);

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — kaliy geksasianoferrat (II);

$\text{H}[\text{CuCl}_2]$  — vodorod dixlorokuprat (I);

$\text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$  — kaliy tetragidroksoberillat (II);

$\text{Na}[\text{BiI}_4]$  — natriy tetraiodovismutat (III);

$(\text{NH}_4)_2[\text{Pt}(\text{OH})_2\text{Cl}_4]$  — ammoniy tetraxlorodigidroksoplatinat (IV);

$\text{Ba}[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]_2$  — bariy tetrarodanidodiamminxromat (III).

Neytral kompleks birikmalarni nomlashda dastlab ligandlar soni va nomi o'qilib, songra markaziy atom o'qiladi, lekin uning valentligi yoki oksidlanish darajasi ko'rsatilmaydi. Neytral komplekslar bir so'z bilan nomlanadi. Masalan:

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{PO}_4]$  — fosfatotriakvaxrom;

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_2]$  — dirodanidodiamminmis;

$[\text{Fe}(\text{CO})_5]$  — pentakarboniltemir;

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  — tetraxlorodiamminplatina.

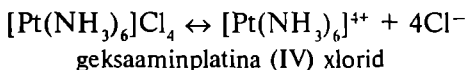
### 12.3. Kompleks birikmalarning molekular tuzilishini aniqlash

Kompleks birikmalarning tuzilishini bir necha usul bilan aniqlash mumkin.

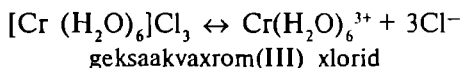
Almashinish reaksiyasi orqali quyidagi komplekslarning tuzilishi aniqlangan:

$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  birikmaga sovuq holda kumush nitrat ta'sir ettirilsa 2 mol  $\text{AgCl}$  cho'kadi. Bu esa kompleks birikma formulasi  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Tarkibida 1 mol  $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$  tutgan eritmaga ortiqcha miqdorda  $\text{AgNO}_3$  eritmasidan qo'shilsa, 4 mol  $\text{AgCl}$  cho'kmaga tushgan. Demak, hamma  $\text{Cl}^-$  ionlari tashqi sferada joylashgan:



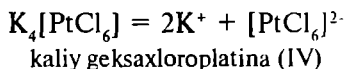
Agar  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  eritmasiga ortiqcha  $\text{AgNO}_3$  qo'shilsa, 3 mol  $\text{AgCl}$  cho'kmaga tushgan. Demak, kompleks quyidagi formulaga ega:



$\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$  eritmasiga kumush nitrat eritmasidan qo'shilsa, cho'kma hosil bo'lmaydi, chunki xlor ionlarining hammasi ichki sferada joylashgan.

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  diamintetraxloroplatina -neytral kompleksdir.

$\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$  eritmasida ham kumush nitrat ta'siridan cho'kma hosil bo'lmagan. Demak, barcha xlor ionlari ichki sferadadir:



Bundan tashqari, kompleks birikmalarning tuzilishini molar elektr o'tkazuvchanlik ( $\mu$ ) va rentgenstrukturaviy tahlil orqali ham aniqlash mumkin.

1 mol modda eritmasining elektr o'tkazuvchanligi molar elektr o'tkazuvchanlik deyiladi. Uning birligi  $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ga teng.

$\mu$  — qiymati 500 bo'lishi (26-jadval) uni tarkibidagi ionlar soni 5 ta ekanligini ko'rsatadi.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$  yoki  $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)]$

— shu formulaga javob beradi.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$  da yoki  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  da ionlar soni 4  $\mu$ —400 ga teng.  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$  dan  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  ga o'tgan sari  $\mu$  — ning qiymati kamayib bo'radi.

26-jadval

**Ba'zi kompleks birikmalarning molar elektr o'tkazuvchanlik qiymati**

| Kompleks birikma                               | Hosil bo'ladigan ionlar soni | Molar elektr o'tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \text{mol}^{-1} (\mu)$ |
|------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$          | 2                            | 100                                                                                    |
| $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$                    | 3                            | 250                                                                                    |
| $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ | 4                            | 400                                                                                    |
| $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$           | 5                            | 500                                                                                    |

Ko'pincha kompleks birikmalar tuzilishini aniqlashda bir necha usullar qo'llaniladi va ular bir-birini to'ldiradi. Masalan, molar elektr o'tkazuvchanlik orqali  $\text{PCl}_5 \cdot \text{ReCl}_5$  (P-fosfor; Re-reniy) kompleksida ikkita ion borligi aniqlangan. Shu asosda birikmaning formulasi  $[\text{PCl}_4]^+[\text{ReCl}_6]^-$  deb taxmin qilingan, shu moddaning infra-qizil spektrini olish ana shunday formula to'g'riligini tasdiqlagan.

Kompleks birikmalarning krioskopik usulda molekular massasini eritmada aniqlash orqali tuzilishini tasdiqlash keng ishlatiladi. Bu moddalarning infra-qizil, ultra-binafsha, elektron spektrlarini hamda yadro-magnit rezonans usuldagi tekshiruv usullarini qo'llanilib molekular tuzilishi yanada oydinlashtiriladi.

Ayniqsa infra-qizil spektrda adabiyotlar tahlili birikmalarda qanday koordinatsiya yuzaga kelganini ham aniqlab berishi mumkin. Masalan, nitrit ionida koordinatsiya kislorod atomi orqali sodir bo'lsa infra-qizil spektrda  $1460 \text{ sm}^{-1}$  va  $1065 \text{ sm}^{-1}$  xos belgilar kuzatilsa, agar koordinatsiya azot orqali bo'lsa  $1430$ ,  $1315$  va  $825 \text{ sm}^{-1}$  da yutilish manbalari kuzatiladi.

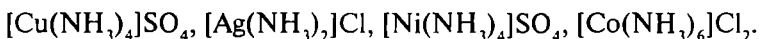
Rentgenostrukturaviy usulda kompleks birikmalarni tahlil qilish uchun kompleks birikmasini anchagina katta kristali olingan bo'lishi kerak. Shunda kristall moddada joylashgan atom va molekularlarning joylanish tartibini aniqlash mumkin.

Kompleks hosil qiluvchi ionning koordinatsion soni o'zgarmas qiymat emas, ayni ligandning tabiatiga bog'liq, uning elektrik xossalari bilan belgilanadi. Bundan tashqari, koordinatsion son ayni kompleks hosil qiluvchi va ligandning agregat holatiga, konsentratsiyasiga va ular orasidagi ta'sirga ham bog'liq.

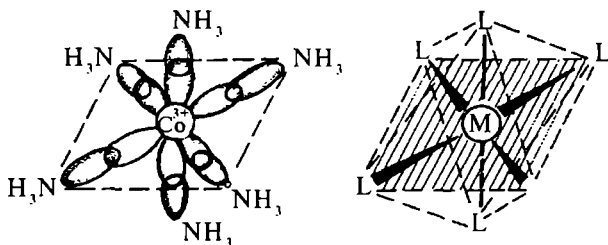
## 12.4. Kompleks birikmalarning turlari

Kompleks birikmalar quyidagi turlarga bo'linadi:

**1. Ammiakatlar** — ularda ligandlar rovida ammiak va aminlar ishtirok etadi:

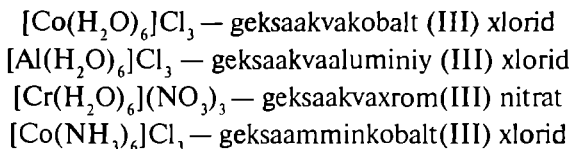


Quyida geksamminkobalt(III) va koordinatsion son 6 bo'lganda komplekslarning fazoviy tuzilishi keltirilgan (23-rasm).

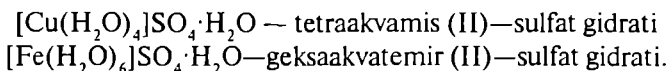


23-rasm. Koordinatsion son 6 bo'lgandagi amminlarning tuzilishi.

**2. Akvakomplekslar** — ligandlar vazifasini suv molekulasini o'taydi.



Ba'zi kristall holidagi akvakomplekslar tarkibiga kristallizatsiya suvi ham kiradi. Kristallizatsiya suvlari bo'sh bog'langani uchun qizdirilsa chiqib ketadi.



**3. Asidokomplekslar** — ligandlari kislota qoldig'i bo'lgan kompleks birikmalar:

$K_4[Fe(CN)_6]$  — kaliy geksatsianoferrat (II)

$K_2[Pt(NO_2)_6]$  — kaliy geksanitritoplatinat (IV)

Ularning tarkibi qo'shaloq tuzlarga o'xshaydi:

$K_4[Fe(CN)_6]$        $Fe(CN)_6 \cdot 4KCN$

$K_3[Fe(CN)_6]$        $Fe(CN)_6 \cdot 3KCN$

$K_2[PtCl_6]$        $PtCl_6 \cdot 2KCl$

$K_2[PtCl_4]$        $PtCl_4 \cdot 2KCl$

**4. Kompleks kislotalarda** tashqi sferada vodorod ionlari bo'ladi:

$H_2[SiF_6]$  — geksافتosilikat kislota

$H_2[CoCl_4]$  — tetraaxlorokobaltat kislota

$H_2[PtCl_6]$  — geksaxloroplatinat kislota

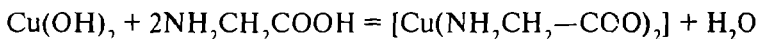
**5. Gidroksokomplekslarda** ligand gidroksil ionidan iborat:

$Na_2[Sn(OH)_4]$  — natriy tetragidroksostannat (II)

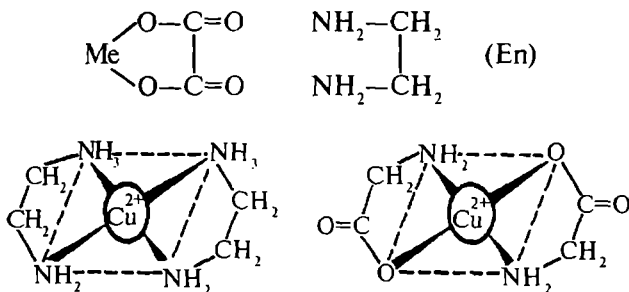
$Na_3[Al(OH)_6]$  — natriy geksagidroksoaluminat (III)

$Na[Al(H_2O)_2(OH)_4]$  — natriy tetragidroksodiakvaaluminat (III)

**6. Siklik yoki xelat kompleks birikmalar.** Ular tarkibida ikki va ko'p dentantli ligandlar bo'ladi. Masalan, etilendiamin  $[Cu(NH_2CH_2CH_2NH_2)_2]Cl_2$  va glisinning mis (II) bilan hosil qilgan kompleks birikmalari (24- rasm) ana shu komplekslarga misol bo'la oladi:



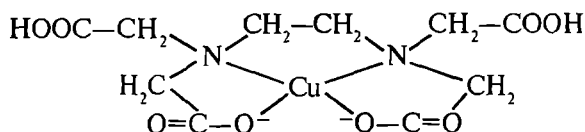
Siklik yoki xelat komplekslar oksalatlardan ham hosil bo'ladi:



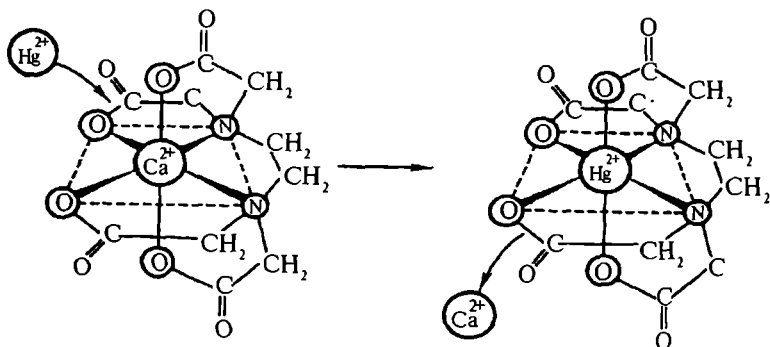
24-rasm. Dietilendiaminomis (II) va diglisinatomis (II) komplekslarining hosil bo'lish sxemasi.

$K_3[Fe(C_2O_4)_3]$  — kaliy trioksalatoferrat (III)  
 $[Pt(En)_3]Cl_4$  — tri(etilendiamin)platina (IV) xlorid

Trilon B - etilendiamintetrasirka kislotaning natriyli tuzi mis bilan kompleks birikma hosil qiladi:



Xelat kompleks birikmalar analitik kimyoda ishlatiladi. Xelat komplekslar organizmdan og'ir metallarni olib chiqib ketishda amaliy ahamiyatga ega (25-rasm).



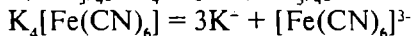
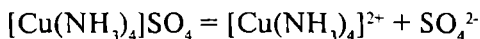
25- rasm. Trilon B asosidagi xelat komplekslarning  $Hg^{2+}$  ionlarining ushlab qolishi va organizmdan olib chiqib ketishi.

**Kompleks hosil qiluvchi ionlar o'rnida metallmaslar bo'lgan birikmalar.** Bunday birikmalar juda ham ko'p. Kompleks hosil qiluvchi ionlar sifatida quyidagi metallmaslarni olish mumkin: azot, bor, kremniy, kislorod, fosfor, iod va boshqalar. Masalan,  $[NH_4]Cl$  — ammoniy xlorid,  $[N_2H_4]Cl_2$  — gidrazin digidroxlorid,  $[NH_4]OH$  — ammoniy gidroksid,  $Na[BF_4]$  — natriy tetraftorborat,  $Na[BH_4]$  — natriy tetragidroborat,  $H_2[SiF_6]$  — vodorod geksaftorosilikat,  $[H_3O^+]$  — gidroksoniy ion,  $H[PF_6]$  — vodorod geksaftorofosfat,  $K[I_3]$  — kaliy triyodat,  $K[I_5]$  — kaliy pentayodat va hokazo.

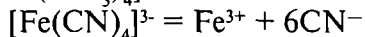
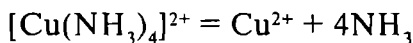


## 12.5. Kompleks birikmalarning eritmadagi barqarorligi

Kompleks birikmaning ichki va tashqi sferalarining barqarorligi bir-biridan keskin farq qiladi. Kompleks birikmalarda tashqi sferada turadigan ionlar elektrostatik ta'sir kuchlari orqali bog'langan, shuning uchun suvli eritmalarida ichki va tashqi sfera ionlariga to'la dissotsiatsiyalanadi:



Ichki sferadagi ligandlar markaziy atom bilan kuchli bog'langan bo'lib, ular kuchsiz elektrolitlarga o'xshab oz miqdorda dissotsiatsiyalanadi:



Kompleks ionning dissotsiatsiyasiga massalar ta'siri qonunini tatbiq etish mumkin:

$$K_{\text{beq}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}} \quad K_{\text{beq}} = \frac{[\text{Fe}^{3+}][\text{CN}^-]^6}{\{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}\}}$$

Kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlar konsentratsiyalari ko'paytmasining kompleks ion konsentratsiyasiga nisbati beqarorlik konstantasi deyiladi. Beqarorlik konstantasining qiymati qancha kichik bo'lsa, kompleks birikma shuncha barqaror bo'ladi (26-jadval). Beqarorlik konstantasi qiymatiga ko'ra eng barqaror kompleks birikma sifatida  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  va  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  olsa bo'ladi. Kumushning kompleks birikmalari ichida eng barqarori  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ , eng beqarori esa  $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$  ekan.

26-jadval

Suvli eritmalaridagi ba'zi kompleks ionlarning  
beqarorlik konstantalari(K)

| Kompleks ionlar                | K                    | Kompleks ionlar                   | K                     |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$   | $1,1 \cdot 10^{-21}$ | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ | $6,17 \cdot 10^{-36}$ |
| $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ | $6,8 \cdot 10^{-8}$  | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$   | $1,0 \cdot 10^{-24}$  |
| $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]^-$ | $1,48 \cdot 10^{-6}$ | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$   | $1,0 \cdot 10^{-31}$  |

|                                            |                       |                                   |                       |
|--------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$               | $1,1 \cdot 10^{-21}$  | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ | $6,17 \cdot 10^{-36}$ |
| $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$             | $6,8 \cdot 10^{-8}$   | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$   | $1,0 \cdot 10^{-24}$  |
| $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]^-$             | $1,48 \cdot 10^{-8}$  | $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$   | $1,0 \cdot 10^{-31}$  |
| $[\text{Ag}(\text{SNC})_2]^-$              | $5,37 \cdot 10^{-9}$  | $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$  | $5,99 \cdot 10^{-4}$  |
| $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ | $3,47 \cdot 10^{-14}$ | $[\text{HgBr}_4]^{2-}$            | $1,0 \cdot 10^{-22}$  |
| $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$          | $9,33 \cdot 10^{-13}$ | $[\text{HgI}_4]^{2-}$             | $1,5 \cdot 10^{-30}$  |
| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$          | $4,07 \cdot 10^{-5}$  | $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | $3,4 \cdot 10^{-8}$   |
| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$          | $8,51 \cdot 10^{-6}$  | $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | $2,0 \cdot 10^{-9}$   |
| $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2+}$           | $6,31 \cdot 10^{-2}$  | $\text{Zn}(\text{SCN})_4]^{2-}$   | $2,0 \cdot 10^{-4}$   |

Kompleks birikmalarning barqarorligini xarakterlash uchun oxirgi vaqtda beqarorlik konstantasi o'rniga barqarorlik konstantasi qo'llaniladi. Beqarorlik konstantasining teskari qiymati barqarorlik konstantasi deyiladi:

$$K_{\text{barqarorlik}} = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^4} = \frac{1}{K_{\text{beq}}}.$$

K barqarorlik qancha katta qiymatga ega bo'lsa, kompleks birikma shuncha mustahkam bo'ladi.

Beqarorlik konstantasi qiymatlaridan foydalangan holda bir kompleks birikmadan ikkinchisiga o'tish mumkin, faqat hosil bo'lgan kompleks birikma dastlabkisidan barqaror bo'lishi kerak:



Agar kadmiy tuzlari eritmasiga ishqor qo'shilsa  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , vodorod sulfid qo'shilganida esa kadmiy sulfid ( $\text{CdS}$ ) cho'kmaga tushadi. Tarkibida 0,1 mol/l KCN 0,05 M  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_6]$  eritmasiga ishqor qo'shilganda cho'kma tushmaydi, lekin vodorod sulfid qo'shilganida cho'kma tushishining sababi quyidagicha izohlanishi mumkin:

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^-]^2 > E\text{K}(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 4,5 \cdot 10^{-15}$$

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] > E\text{K}(\text{CdS}) = 8 \cdot 10^{-27}$$

Berilgan sharoitda kompleks birikma eritmasidagi kadmiy ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^-; K_{\text{beqar}} [\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{beqar}} = \frac{[\text{Cd}^{2+}] [\text{CN}]^4}{[\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-}]}$$

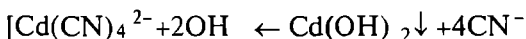
$$K_{\text{beqar}} [\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-}] = 7,8 \cdot 10^{-18} \cdot 0,05$$

$$[\text{Cd}^{2+}] = \frac{K_{\text{beqar}} \cdot [\text{Ca}(\text{CN})_4]^{2-}}{[\text{CN}^-]^4} = \frac{7,8 \cdot 10^{-18} \cdot 0,05}{(0,1)^4} = 3,9 \cdot 10^{-15} \text{ mol/l}$$

Kadmiy gidroksid hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan  $\text{OH}^-$  ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{EK(\text{Cd}(\text{OH})_2)}{[\text{Cd}^{2+}]}} = \frac{4,5 \cdot 10^{-15}}{3,9 \cdot 10^{-15}} = 1 \text{ mol/l}$$

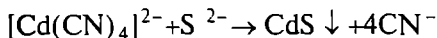
Demak, eritmada  $\text{OH}^-$  ionlarining konsentratsiyasi 1 mol/l dan kam bo'lsa, cho'kma hosil bo'lmaydi. Shuning uchun  $\text{OH}^-$  ionlarining qo'shilishi cho'kma hosil bo'lishiga olib kelmaydi:



Bu muvozanat kompleks birikma hosil bo'lish tarafiga surilgan. CdS hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan sulfid ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{EK(\text{CdS})}{[\text{Cd}^{2+}]} = \frac{8,0 \cdot 10^{-27}}{3,9 \cdot 10^{-15}} = 2,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol/l}$$

Bunday konsentratsiyadagi sulfid ionlari CdS hosil qilib cho'kmaga tushadi. Shuning uchun muvozanat cho'kma hosil bo'lish tarafiga surilgan:



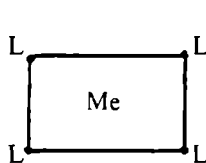
Kompleks birikmalarni analitik kimyoda kation va anionlarni tahlil qilishda qo'llanishi ham kompleks birikmalarning barqarorlik doimiyligiga asoslanadi. Bunday hisoblashlar eritma ionlarini boshqa ionlarni ochishga xalaqit bermasligi uchun niqoblashda ishlatish mumkin.

## 12.6 Kompleks birikmalarning fazoviy tuzilishi va izomeriyasi

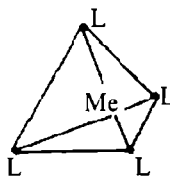
Bir xil ligandlar kompleks hosil qiluvchi atom atrofida simmetrik joylashadi. Koordinatsion son 2ga teng bo'lsa, kompleks birikma chiziqli ko'rinishda bo'ladi:



Koordinatsion son 4 ga teng bo'lsa, kompleks birikma tekis kvadrat yoki tetraedr shaklda bo'ladi:

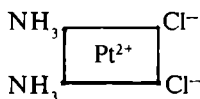


yassi kvadrat

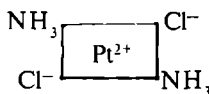


tetraedr

Tekis kvadrat shakliga ega bo'lsa, uning sis- va trans- izomerlari bo'ladi. Masalan:  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$



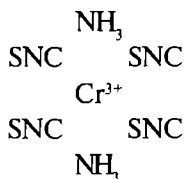
sis-izomer



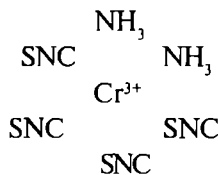
trans-izomer

Izomerlar bir-biridan rangi, eruvchanligi, dipol momenti, reaksiyaga kirishish qobiliyati bilan farq qiladi.

Agar koordinatsion son 6 ga teng bo'lsa, kompleks birikma shakli oktaedr ko'rinishda bo'ladi. Bu shakl uchun ham 2 ta izomer mavjud:



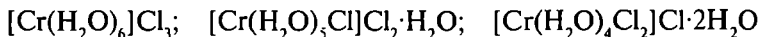
trans-izomer



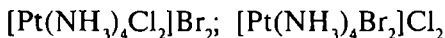
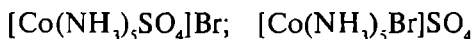
sis-izomer

Geometrik izomeriyadan tashqari ichki sferada ligandlarning joylanishiga doir bo'lgan izomeriya ma'lum:

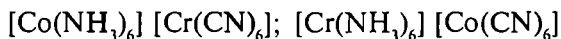
1) suvning ichki va tashqi sferada o'zgarishiga qarab gidrat izomeriyani olsh mumkin:



2) ionizatsion izomeriya; ionlarning ichki va tashqi sferada almashinishiga asoslangan:



3) koordinatsion izomeriyada esa ligandning bir kompleks hosil qiluvchidan ikkinchisiga qochishi sodir bo'ladi:



4) tarkibiga ko'ra dimer yoki trimer holatda uchraydigan izomerlar:



## **12.7. Kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanishning tabiati**

Kompleks birikmalarning tuzilishini 3 xil yo'l bilan tushuntirish mumkin:

- 1) kristall maydon nazariyasi;
- 2) valent bog'lanish usuli (VBU);
- 3) molekular orbitallar usuli (MOU).

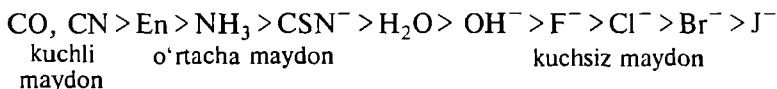
1. Kristall maydon nazariyasi kompleks hosil qiluvchi va ligandlar orasidagi elektrostatik ta'sir kuchlariga asoslangan. Bunda kompleks hosil qiluvchining d-orbitallarining fazoviy shakli hisobga olinadi. Ligandlar hosil qilgan elektr maydoni kuchiga qarab kompleks hosil qiluvchining d-orbitallari har xil energetik orbitalga ajraydi. Shu tufayli kompleks birikmaning fazoviy shakli ham turlicha bo'ladi. Erkin ionda markaziy atomning d-orbitallari bir xil energiyaga ega bo'ladi:

|                                                                                                       |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) erkin ion</p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz} \ d_z^2 \ d_x^2 \ d_y^2</math></p> <p>_____</p> | <p>b) sferik ion</p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz} \ d_z^2 \ d_x^2 \ d_y^2</math></p> <p>_____</p> | <p>g) ligandlarning oktaedrik maydoni ta'siridagi ion</p> <p><math>d_z^2 \ d_x^2 \ d_y^2 \ d_y</math></p> <p>_____</p> <p><math>\Delta</math></p> <p>_____</p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz} \ d_e</math></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Agar markaziy ion atrofida ligandlarning oktaedrik joylashuvi yuzaga kelsa markaziy atomdagi  $d_z^2$  va  $dx^2y^2$  ligandlarga nisbatan kuchliroq itarilishga uchrab ularning energiyalari doira maydon ta'siridagi iondan anchagina yuqori bo'ladi.

Ayni paytda,  $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$  va  $d_{yz}$  orbitallarning energetik holati doira maydon ta'siridan kuchsiz bo'ladi. Shu sababga ko'ra markaziy atomning  $d$  orbitallari oktaedrik maydon ta'sirida ikkiga bo'linadi ( $d_y$  va  $d_e$ ). Bu energiyalarning farqi ( $\Delta$ ) — parchalanish energiyasi deyiladi. Bu qiymat kompleks birikmalarning yutilish spektrlari orqali aniqlanadi.

Ligandlar parchalanish spektrlarining qiymati bo'yicha quyidagi spektrokimyoviy qatorni hosil qiladi:



26-jadval

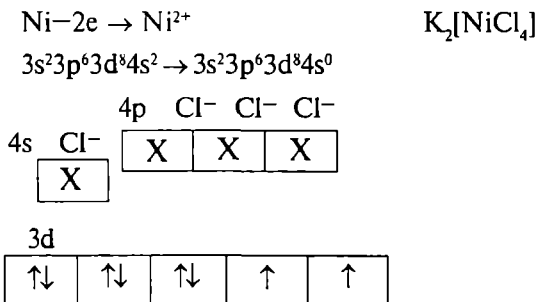
**Kristall maydon nazariyasini  $[\text{CoF}_6]^{3-}$  va  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  ionlari uchun qo'llanilishi**

|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) sferik ion</p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz} \ d_z^2 \ d_x^2 \ d_y^2</math></p> <p><math>\uparrow\downarrow \ \uparrow \ \uparrow \ \uparrow \ \uparrow \ \uparrow</math></p> | <p>b) ligandning oktaedrik maydoni ta'siridagi ion</p> <p><math>d_y</math></p> <p><math>\uparrow\downarrow \ \uparrow</math></p> <p><math>\Delta</math></p> <p><math>d_e</math></p> <p><math>\uparrow \ \uparrow \ \uparrow \ \uparrow</math></p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz}</math></p> <p><math>[\text{CoF}_6]^{3-}</math></p> | <p><math>d_y</math></p> <p><math>\square \ \square</math></p> <p><math>d_z^2 \ d_x^2 \ d_y^2</math></p> <p><math>\Delta</math></p> <p><math>d_{xy} \ d_{xz} \ d_{yz}</math></p> <p><math>\uparrow\downarrow \ \uparrow\downarrow \ \uparrow\downarrow</math></p> <p><math>d_e</math></p> <p><math>[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}</math></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

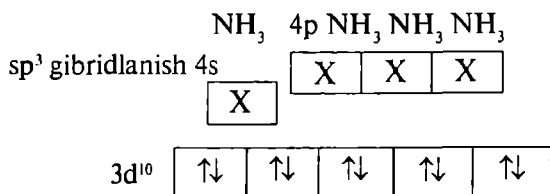
$[\text{CoF}_6]^{3-}$  paramagnit kompleks hosil qilishi va  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  ning diamagnit kompleks hosil qilish sababini ligandlarning spektrokimyoviy qatori asosida tushuntirish mumkin.  $\text{CN}^-$  ionini kuchli maydon hosil qiluvchi ligandlar qatorida joylashganligi uchun uning parchalanish energiyasi anchagina yuqori bo'ladi (26-jadval).  $[\text{CoF}_6]^{3-}$  yuqori spinli kompleksga kirib paramagnit xossaga ega.  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  da bo'lsa, elektronlarning joylashuvi boshqacha yuzaga keladi.  $\text{F}^-$  ionini kuchsiz maydon hosil qilganligi sababli kompleks hosil qiluvchi d-orbitallarning ajralish energiyasi kichik bo'ladi. Shuning uchun elektronlar Xund qoidasiga binoan dastlab bo'sh orbitallarga bittadan joylashadi.  $\text{CN}^-$  ionini kuchli maydon hosil qilganligi sababli kompleks hosil qiluvchi d-orbitallarning ajralish energiyasi katta bo'ladi, shuning uchun elektronlar dastlab energiyasi kichik bo'lgan d-orbitallarga joylashadi, natijada unda juftlashmagan elektronlar qolmaydi.

**2. Valent bog'lanishlar usuli.** Bu nazariyaga binoan kompleks hosil qiluvchi va ligandlar orasida kovalent bog' donor-akseptor mexanizm bo'yicha sodir bo'ladi. Kompleks hosil qiluvchining bo'sh orbitallari bor, ya'ni u akseptor bo'ladi. Ligandlarda esa bo'linmagan elektronlar jufti bo'lib uni kompleks hosil qiluvchining bo'sh orbitallariga joylashtiriladi, ya'ni ligandlar elektronlar donoridir. Ammiak molekulasida azot atomi  $\text{sp}^3$  gibridlangan holda bo'lib, gibrid orbitallaridan birida bo'linmagan elektron jufti bor. Shu tufayli ammiak molekulasida  $\text{H}^+$  ionini bilan  $\text{NH}_4^+$  ni hosil qiladi va u tetraedrik konfiguratsiyaga ega.

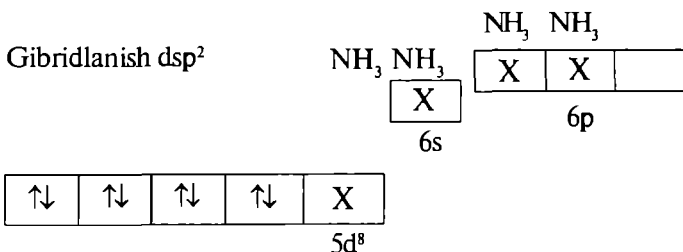
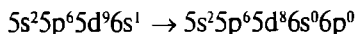
$[\text{NiCl}_4]^{2-}$  ionini ham xuddi shunday tuzilishga ega. Bunda  $\text{Cl}^-$  ionini elektrondonor,  $\text{Ni}^{2+}$  ionini akseptor bo'ladi.



$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  kompleks birikma ham tetraedrik tuzilishga ega:

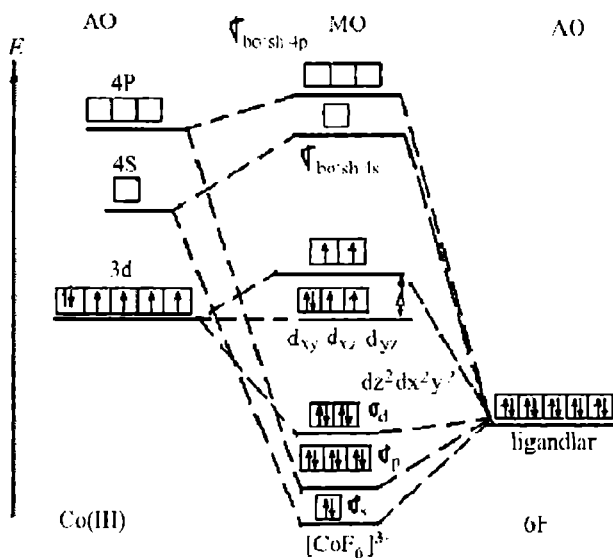
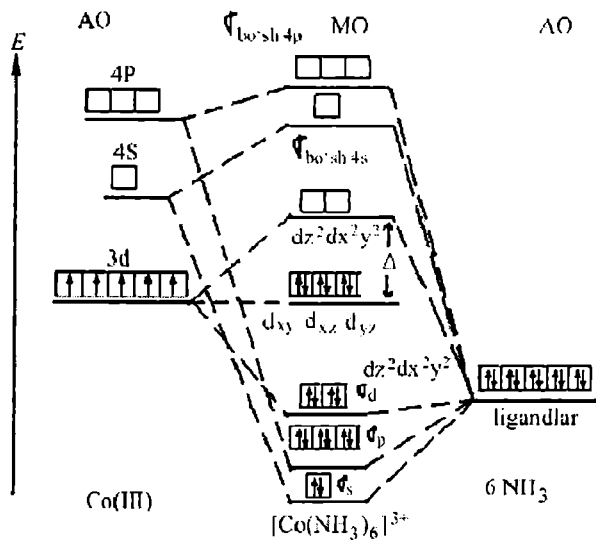


Agar atomdagi d-orbitallarning to'rttasi band bo'lgan ionlarda, koordinatsion soni 4 ga teng bo'lsa, bitta d, bitta s va ikkita p-orbital ishtirok etadi. Bunda  $dsp^2$  gibridlanish bo'lib, molekula tekis kvadrat shakliga ega bo'ladi. Markazda kompleks hosil qiluvchi ion, ligandlar bo'lsa kvadratning uchlarida joylashadi:









27 ras. Molekular orbitallar usulida past spinli  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  va yuqori spinli  $[\text{CoF}_6]^{3-}$  komplekslarining energetik diagrammalari tuzilishi.

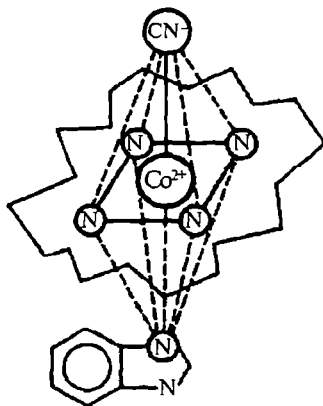
**Molekular orbitallar usuli.** Metallarning komplekslari uchun molekular orbitallardagi(MO) energetik pog'onalar diagrammasi oddiy ikki atomli yoki ko'p atomli molekulalardan keskin farq qiladi. Agar  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  va  $[\text{CoF}_6]^{3-}$  anionlar uchun ham MO usuli qo'llanganda o'sha atom orbitallardagi (AO) holatlardan foydalaniladi (27-rasm). Chap tarafda  $\text{Co}^{3+}$  ning 3d-, 4s- va 4p-atom orbitalari keltirilgan. Kompleks birikma hosil bo'lishida oltita ligand borligi uchun diagrammaning o'ng tarafi odatdagi MO orbitallardan farq qiladi. Ligandlar joylashgan orbitallar energiyasi metallning orbitallar energiyasidan farq qiladi. Agar  $\text{Co(III)}$  va ligandlar kompleksning molekular orbitallarida joylashgan bo'lsa, bog'lovchi orbitallarning oltitasi band bo'lib, metall — ligand orasida oltita bog' yuzaga kelgan. Kristall maydon nazariyasida ko'zda tutilgandek, parchalanish energiyasining qiymati ( $\Delta$ ) ancha farq qilgani uchun elektronlar Xund qoidasidan chetlangan holatda joylashgan.

$[\text{CoF}_6]^{3-}$  kompleksida bo'lsa, parchalanish energiyasi qiymati ozligi uchun ham elektronlar joylanishi Xund qoidasi asosida joylashgan. Bu kompleksning magnit xossalari yuqoridir. Shunday holat kristall maydon nazariyasida ham kuzatilgan edi.

**Kompleks birikmalarning farmatsiyadagi ahamiyati.** Odam organizmida 3% atrofida metallar borligi ma'lum. Ana shu metallar inson hayot faoliyatini to'la ta'minlaydi. Ishqoriy va ishqoriy - yer metallari kaliy, natriy, kalsiy, magniy eritmada akva ionlar holatida uchraydi. Ular qon, limfa, to'qimalardagi suyqliklarda nerv impulslari harakatini ta'minlaydi.

Odam organizmida 100 mg atrofida siankobalamin (yog'da eriydigan vitamin  $\text{B}_{12}$ ) uchraydi. Bu modda gemlarga o'xshash makrosiklik kompleks birikmadir (28-rasm). Bu birikmada makrosiklik ligand sifatida tetradentant azot tutgan ligand porfin turadi.  $\text{B}_{12}$  vitamini eritrositlarning shakllanishi va rivojlanishida muhim rol o'ynaydi.  $\text{B}_{12}$  yetishmasligi og'ir kasallik - kamqonlikka olib keladi.

d- elementlarning organik ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari organizmdagi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida



28-rasm. Vitamin B<sub>12</sub> yoki siankobalamin molekulasining tuzilishi.

katalizator sifatida ishtirok etadi. Bu metallardan odam organizmida eng ko'p tarqalgani temirdir. Ligandlar tabiatiga qarab, temir +2 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan kompleks birikmalar (mioglobin, gemoglobin) va +3 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan katalaza va oksidazaga o'xshash kompleks fermentlar hosil qilgan.

O'simliklar hayotidagi muhim modda xlorofil ham tuzilishi jihatidan gemoglobinga o'xshab ketadi, lekin bu birikmada kompleks hosil qiluvchi ion  $Mg^{2+}$  hisoblanadi.

Saraton kasalligidagi xavfli o'smalarning o'sishini platina(II) kompleks birikmalari sekinlashtirishi aniqlangan (sis-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>]). Iridiyning kompleks birikmalaridan (NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>[IrCl<sub>6</sub>] ham saraton kasalligida foyda beradi. Oltinning -tiospirtlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari esa sil va moxov kasalligini davolashda qo'llaniladi.

Kompleks birikmalar holatida juda ham ko'p dori moddalari ma'lum. Ulardan vitamin B<sub>12</sub>, feramid, koamid, krizano<sup>1</sup>. temir (III) gliserofosfati, temir (II) laktati va boshqalar kompleks birikmalar holatidagi dorilarga kiradi. Ayniqsa temir yetishmaydigan anemiya kasalligida ishlatiladigan feramid Toshkent farmatsevtika institutining markaziy ilmiy laboratoriyasida ishlab chiqarilgan. O'zbekistondagi Toshkent kimyo-farmatsiya zavodida ishlab chiqariladi.

Kompleks birikmalar farmatsevtik tahlilda keng qo'llaniladi. Nesler reaktivi, vismut birikmalarini temir birikmalarini aniqlashda ishlatiladi.

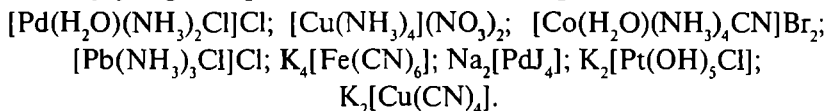
Kompleks birikmalar yordamida platina metallari, oltin, kumush, mis, xrom, nikel va kobalt olinadi va tozalanadi. Siyrak-yer elementlarini ajratishda ular juda qo'l keladi.

Manon Azizovich Azizov (1913—1987) — O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, kimyo fanlari doktori, professor. U Toshkent farmatsevtika institutida yangi koordinatsion birikmalar olish va ular orasidan istiqbolli fiziologik faol moddalar yaratish borasida dunyoga mashhur maktab yaratgan olimdir. Hozirgi kunda M.A.Azizov maktabi tomonidan koamid, kobalt-30, feramid, kupir va boshqa preparatlar anemiya, qon kasalliklari, gepatit, vitiligo, sil, radioprotektor preparatlar sifatida keng qo'llanilmoqda va turli kasalliklarda tavsiya etilgan.

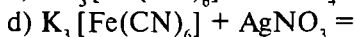
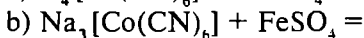
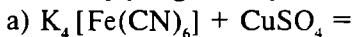
Nusrat Ag'zamovich Parpiyev (1931-yilda tug'ilgan). O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasining haqiqiy a'zosi, kimyo fanlari doktori, professor. Mamlakatimizda anorganik kimyo fanining koordinatsion birikmalar sohasida ilmiy izlanishlar olib borayotgan yirik olim. Kompleks birikmalarning tuzlishi, fizik-kimyoviy xossalari, biologik xossalari, katalitik ta'sirini o'rganish bilan shug'ullanuvchi yirik maktab yaratgan. N.A. Parpiyev yaratgan koordinatsion birikmalar xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llanilmoqda.

## 12-bobga oid savol va masalalar

1. Quyidagi kompleks birikmalarni nomlang:



2. Hosil bo'luvchi kompleks birikmaning cho'kma ekanligini hisobga olgan holda quyidagi reaksiyalarni molekular va ionli shaklda yozing:

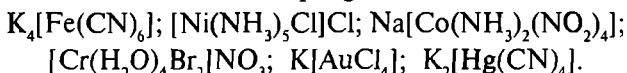


3. Quyidagi kompleks birikmalarning formulalarini yozing:

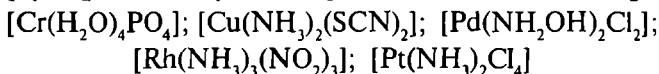
a) kaliy ditsianoargentat; b) geksaaminnikel (II) xlorid; d) natriy geksatsianoxromat (III); e) geksaaminkobalt (III) bromid; f) tetraaminkarbonatxrom (III) sulfat; g) diakvatetraaminnikel (II) nitrat; h) magniy triflorogidroksoberrilat.

4.  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  ionining beqarorlik konstantasi  $1 \cdot 10^{-21}$  ga teng. Tarkibida 0,06 mol / l  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  va 0,01 mol / l KCN bo'lgan eritmadagi kumush ionining konsentratsiyasini hisoblang. (Javob:  $[\text{Ag}]^+ = 5 \cdot 10^{-19}$  mol / l).

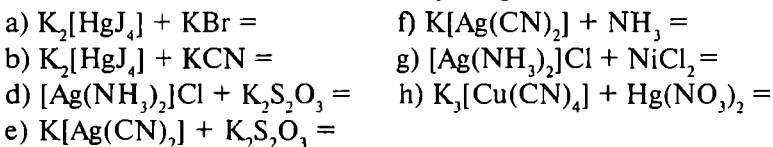
5. Quyidagi kompleks birikmalarda markaziy ionning zaryadini hamda ularning koordinatsion sonini aniqlang:



6. Quyidagi elektroneytral kompleks birikmalarni nomlang:



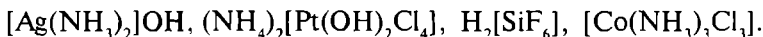
7. Quyidagi reaksiyalarning qaysi birlari borishi mumkin? Reaksiya tenglamalarini molekular va ionli shaklda yozing:



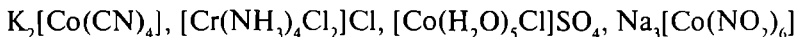
8. Tarkibida 0,1 mol  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  va 1 mol ammiak tutgan 1 l eritmaga a)  $1 \cdot 10^{-5}$  mol KBr qo'shilsa; b)  $1 \cdot 10^{-5}$  mol KJ qo'shilsa cho'kma tushadimi?  $E_{\text{AgBr}} = 6 \cdot 10^{-13}$ ;  $E_{\text{AgJ}} = 1,1 \cdot 10^{-16}$ ;  $K_{\text{bcq}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,8 \cdot 10^{-8}$ . (Javob: a) ha; b) yo'q).

9. Valent bog'lanish usulida kompleks ionlarning magnit xossalarini tushuntiring:  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  va  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ . Bu ionlar hosil bo'lishida atom orbitalarining qanday gibridlanishi kuzatiladi?

10. Kompleks birikmalar dissotsialanishiga qarab kompleks kislotalarga, asoslarga, tuzlarga va noelektrolitlarga bo'linadi. Quyidagi moddalar kompleks birikmalarning qaysi turiga kirishini ko'rsatib, ularni nomlang hamda barqarorlik konstantasi ifodasini yozing:

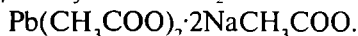


11. Kompleks birikmalarning dissotsialanish tenglamalarini tuzing:



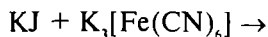
Kompleks ionlar uchun beqarorlik konstantalari ifodasini yozing.

**12.** Kompleks birikmalarning koordinatsion formulalarini yozing. Kompleks birikmalarning koordinatsion sonini 4 ga teng deb oling. Ularni nomlang:



**13.** Empirik formulasi  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  bo'lgan kompleks birikmada xromning koordinatsion sonining 6 ga tengligini hamda  $\text{AgNO}_3$  uning 1 molidan 2 mol  $\text{AgCl}$  ni cho'ktirishi ma'lum bo'lsa, bu kompleks birikmaning formulasini yozib, uni nomlang.

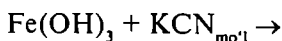
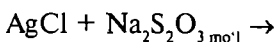
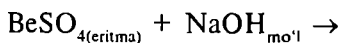
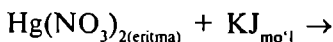
**14.** Kompleks birikmalarning reaksiya tenglamalarini yozing:



**15.** Dorivor moddalarda kaliy tuzlari borligini tekshirish ularga  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  qo'shilganda oq kristall cho'kma hosil bo'lishiga asoslangan.  $\text{KCl}$  bilan  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  reaksiyasini yozing. Hosil bo'lgan kompleks birikmani nomlang va uning beqarorlik konstantasi ifodasini yozing.

**16.** Empirik formulasi  $\text{CoClSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$  bo'lgan moddaga 2 ta kompleks birikma mos keladi. Ularning birida eritmasiga  $\text{BaCl}_2$  qo'shilsa,  $\text{BaSO}_4$  cho'kmaga tushadi.  $\text{AgNO}_3$  qo'shilsa, cho'kma hosil bo'lmaydi. Ikkinchisiga esa  $\text{AgNO}_3$  qo'shilsa,  $\text{AgCl}$  cho'kmaga tushadi.  $\text{BaCl}_2$  qo'shilsa, cho'kma tushmaydi. Har ikkala kompleks birikmalarning formulalarini yozib, ular  $\text{AgCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$  cho'kmalarni hosil qilish reaksiya tenglamalarini yozing. Bu kompleks birikmalarda izomeriyaning qaysi turi kuzatiladi?

**17.** Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarini tugallab, ularni nomlang:



### ANORGANIK KIMYO

#### *13-bob. BIOGEN ELEMENTLAR KIMYOSI*

Yerning kimyoviy tarkibini, kimyoviy elementlarning yerda tarqalish va taqsimlanish qonuniyatlarini hamda ularning o'zgarish sharoitlarini geokimyo fani o'rganadi. Bu fan geologiya va mineralogiya kabi fanlar bilan uzviy bog'langan. U kimyoviy qonunlarga tayangan holda yer qobig'idagi foydali qazilmalarni aniqlashda katta ahamiyatga ega. Geokimyo fanining shakllanishida amerikalik olim F.Klark (1847—1931), Rus olimlari V.I.Vernadskiy (1863—1945), A.E.Fersman (1883—1945), o'zbek olimi H.M. Abdullayev (1912—1962) katta hissa qo'shganlar. Yer qobig'ida tirik organizmlar ishtirokida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarni o'rganadigan geokimyoning bo'limi biogeokimyo deyiladi.

Yer yuzasining o'simliklar va tirik organizmlar bilan egallangan qismi biosfera deyiladi.

V.I.Vernadskiy ta'rifiga ko'ra, biosfera — tirik organizmlar va kosmik nurlar bilan qayta ishlangan ma'lum darajada ta'mirlangan muhit bo'lib hayotga moslashgandir. Uning yuqori chegarasi (troposfera) 12—15 km balandlikda, quyi chegarasi (litosfera) — 5 km chuqurlikda joylashgan. Biosfera o'z ichiga atmosferaning quyi qismini, gidrosferaning hammasini, litosferaning yuqori qismini oladi.

#### **13.1. Tabiatda biogen elementlarning tarqalishi**

Kimyoviy elementlarning yer qobig'ida tarqalishi turlicha. Yer qobig'ini nisbatan kam elementlar hosil qilgan. Yer qobig'ining 50% ni kislorod, 25% ni kremniy tashkil etadi. O'n sakkizta element — kislorod, kremniy, aluminiy, temir, kalsiy, natriy, kaliy, magniy, vodorod, titan, uglerod, xlor, fosfor, azot, oltingugurt, marganes, ftor, bariylar yer qobig'i massasining 99,8% ni tashkil



etadi. Qolgan barcha elementlarning massa ulushlari birgalikda 0,2 % ga teng.

Tirik organizmlar yer qobig'ida kimyoviy elementlarning qayta taqsimlanishida faol qatnashadi. Yer yuzasida tirik organizmlar faoliyati natijasida turli miqdorda minerallar, tabiiy kimyoviy moddalar hosil bo'ladi. Masalan, suyakli tirik organizmlar atrof - muhitdan kalsiyni ajratib olib o'z tanasiga yig'adi. Tog' jinslari masalan, temir rudasi hosil bo'lishida mikroorganizmlar faoliyati natijasi ekanligi aniqlangan.

O'z navbatida yer qobig'ining ustki qismida ro'y berayotgan o'zgarishlar tirik organizm kimyoviy tarkibiga ham ta'sir qiladi. Yer qobig'i, tuproq, dengiz suvi, o'simliklar, hayvonlar kimyoviy tarkibini o'rganish (27-jadval) shuni ko'rsatadiki, yer qobig'i va dengiz suvi tarkibidagi barcha kimyoviy elementlar tirik organizmlarda ham uchraydi. Demak, yer qobig'i va tirik organizmlarning kimyoviy tarkibi bir-biriga o'xshashdir. Biomolekulalarning organik qismi bilan kovalent bog'langan kimyoviy elementlarning organizmdagi miqdori davriy jadvalning II A—IV A guruhlarida yadro zaryadi ortishi bilan kamayib boradi (masalan, O, S, Se, Te qatorida). Organizmda ion holatida mavjud bo'ladigan elementlar (I A, II A guruh elementlari, s-elementlar, VII A guruh p-elementlari) miqdori esa yadro zaryadi ortishi bilan dastlab ortadi, so'ngra kamayadi. Masalan, II A guruhda, berilliydan kalsiygacha elementning organizmdagi miqdori ortadi, so'ngra bariydan radiygacha kamayadi. Shunga o'xshash VII A guruhda ftordan xlogacha elementning organizmdagi miqdori ortadi, so'ngra bromdan yodgacha kamayadi.

Kimyoviy elementlar odam organizmiga turli yo'llar bilan kiradi. Tirik organizmdagi mavjud elementlar yer qobig'ida ham ko'p tarqalgan. Lekin ba'zan chetlanish ro'y bergan. Masalan, yer qobig'ida kremniyning massa ulushi 27,6% bo'lsa, tirik organizmda uning miqdori  $1 \cdot 10^{-5}$  % ga teng. Alumiiniy ham yer qobig'ida 7,45% bo'lgan holda tirik organizmda juda kam ( $1 \cdot 10^{-5}$  %).

Kimyoviy elementlarning organizm tomonidan o'zlashtirilishi, shu element tabiiy birikmasining suvda eruvchanligiga bog'liqdir. Kremniy va alumiiniyning tabiiy birikmalarining suvda erimasligi,

ularning o'zlashtirilishiga to'sqinlik qilsa kerak. Aksincha uglerodning yer qobig'idagi miqdori kam bo'lishiga qaramay (0,15%) organizmdagi miqdori ikkinchi o'rinda (21%) turadi.

27-jadval

**A.P.Vinogradov bo'yicha kimyoviy elementlarning(mass. %) yer qobig'ida,tuproqda, dengiz suvida, o'simliklar va hayvonlar tarkibidagi miqdori**

| E  | Yer qobig'i       | Tuproq            | Dengiz suvi       | O'simliklar       | Hayvonlar                           |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| O  | 47,2              | 49,0              | 85,82             | 70,0              | 62,4                                |
| Si | 27,6              | 33,0              | $5 \cdot 10^{-5}$ | 0,15              | $1 \cdot 10^{-5}$                   |
| Al | 7,45              | 7,12              | $1 \cdot 10^{-6}$ | 0,02              | 0,01                                |
| Fe | 5,0               | 3,8               | $5 \cdot 10^{-6}$ | 0,02              | 0,01                                |
| C  | 0,15              | 2,0               | 0,02              | 18                | 21                                  |
| Ca | 3,5               | 1,37              | 0,04              | 0,3               | 1,9                                 |
| K  | 2,5               | 1,36              | 0,038             | 0,3               | 0,27                                |
| Na | 2,6               | 0,63              | 1,06              | 0,02              | 0,1                                 |
| Mg | 2,0               | 0,6               | 0,14              | 0,07              | 0,03                                |
| Cr | 0,02              | 0,019             | —                 | $5 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-5}$                   |
| F  | 0,027             | 0,02              | $1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-5}$ | $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$ |
| Ti | 0,6               | 0,46              | $1 \cdot 10^{-7}$ | $1 \cdot 10^{-7}$ | $1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-7}$ |
| N  | 0,02              | 0,1               | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,3               | 3,1                                 |
| H  | 1,0               | —                 | 10,72             | 10                | 9,7                                 |
| P  | 0,08              | 0,08              | $5 \cdot 10^{-6}$ | 0,07              | 0,95                                |
| S  | 0,05              | 0,05              | 0,09              | 0,05              | 0,16                                |
| Mn | 0,09              | 0,085             | $4 \cdot 10^{-7}$ | $1 \cdot 10^{-3}$ | $1 \cdot 10^{-5}$                   |
| Zr | 0,04              | 0,62              | —                 | $5 \cdot 10^{-4}$ | —                                   |
| Sr | 0,04              | 0,03              | $1 \cdot 10^{-3}$ | $10^{-4}$         | $1 \cdot 10^{-3}$                   |
| Ba | 0,04              | 0,04              | $5 \cdot 10^{-6}$ | $10^{-4}$         | $10^{-5}$                           |
| Cl | 0,048             | 0,01              | 1,89              | $10^{-2}$         | 0,08                                |
| Zn | $5 \cdot 10^{-3}$ | $5 \cdot 10^{-3}$ | $5 \cdot 10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-3}$                   |
| Ni | $1 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-3}$ | $3 \cdot 10^{-7}$ | $5 \cdot 10^{-5}$ | $1 \cdot 10^{-6}$                   |

|    |                     |                   |                     |                   |                                     |
|----|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Cu | $1 \cdot 10^{-2}$   | $2 \cdot 10^{-3}$ | $2 \cdot 10^{-6}$   | $2 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$                   |
| B  | $3 \cdot 10^{-4}$   | $5 \cdot 10^{-4}$ | $5 \cdot 10^{-4}$   | $1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-5}$                   |
| Li | $5 \cdot 10^{-3}$   | $3 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-5}$ | $1 \cdot 10^{-5}$ | $1 \cdot 10^{-4}$                   |
| I  | $3 \cdot 10^{-5}$   | $5 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-6}$   | $1 \cdot 10^{-5}$ | $10^{-5} - 10^{-4}$                 |
| Mo | $1,5 \cdot 10^{-2}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-7}$   | $2 \cdot 10^{-5}$ | $10^{-6} - 10^{-5}$                 |
| As | $5 \cdot 10^{-4}$   | $4 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{-5}$ | $10^{-6} - 10^{-5}$                 |
| Br | $1,5 \cdot 10^{-4}$ | $2 \cdot 10^{-4}$ | $7 \cdot 10^{-3}$   | —                 | $1 \cdot 10^{-4}$                   |
| Se | $6 \cdot 10^{-5}$   | $1 \cdot 10^{-6}$ | $4 \cdot 10^{-7}$   | $1 \cdot 10^{-7}$ | —                                   |
| Hg | $7 \cdot 10^{-6}$   | $1 \cdot 10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{-9}$   | $1 \cdot 10^{-7}$ | $10^{-6} - 10^{-7}$                 |
| Ag | $1 \cdot 10^{-5}$   | —                 | $10^{-9}$           | —                 | $3 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$ |
| Au | $5 \cdot 10^{-7}$   | —                 | $4 \cdot 10^{-10}$  | —                 | $1 \cdot 10^{-7}$                   |

Tabiiy tanlanish natijasida tirik organizmlarning asosini 6 ta element tashkil qiladi: uglerod, kislorod, vodorod, azot, fosfor, va oltinugurt. Bu elementlar organogenlar deb ataladi.

Ularining organizmdagi massa ulushi 97,4% ni tashkil etadi.

Shubhasiz, eng muhim organogen ugleroddir. Uglerod mustahkam kovalent bog'lar hosil qilish xossasiga ega. Kislorod va vodorod organik birikmalarning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari mujassamlashtiradi. Biomolekuladagi kislorod va vodorodning nisbati moddaning disproporsialanishga va tirik organizm muhiti bo'lmish suv bilan ta'sirlashishga moyilligini belgilaydi. Organogenlar suvda yaxshi eriydigan birikmalar hosil qiladi. Bu ularning organizmda konsentrlanishiga imkoniyat yaratadi.

Organogenlar va ba'zi metallar ham (temir, magniy) turli xil bog'lar hosil qila oladi. Bu esa tirik organizmdagi biomolekulalarning turli-tuman bo'lishiga olib keladi.

### 13.2. Odam organizmida makro- va mikroelementlar

Odam organizmidagi kimyoviy elementlarni sinflarga ajratishning bir necha turlari mavjud. V.I.Vernadskiy kimyoviy elementlarni tirik organizmdagi massa ulushlariga binoan quyidagi uch guruhga bo'ldi (28-jadval):

## Odam organizmidagi kimyoviy elementlarning miqdori

| Elementlarning massa ulushlari, % | Kimyoviy elementlar( mass. %)            |
|-----------------------------------|------------------------------------------|
| 10 va undan ko'p                  | O(62), C(21), H(10)                      |
| 1—10                              | N(3), Ca(2), P(1)                        |
| 0,01—1,0                          | K(0,23)S(0,16),I(0,1), a 0,08),Mg(0,027) |
| $10^{-3}$ — $10^{-2}$             | Fe(0,01)                                 |
| $10^{-4}$ — $10^{-3}$             | Zn,Sr                                    |
| $10^{-5}$ — $10^{-3}$             | Cu,Co,Br, Cs, Si                         |
| $10^{-5}$ — $10^{-4}$             | I                                        |
| $10^{-6}$ — $10^{-3}$             | Mn, V, B, Cr, Al, Ba                     |
| $10^{-7}$ — $10^{-4}$             | Mo, Pb, Ti                               |
| $10^{-8}$ — $10^{-5}$             | Be, Ag                                   |
| $10^{-7}$ — $10^{-5}$             | Ni,Ga, Ge, As, Hg, Bi                    |
| $10^{-7}$ — $10^{-6}$             | Th                                       |
| $10^{-12}$ — $10^{-4}$            | Ru                                       |

— **makroelementlar.** Ularning organizmdagi massa ulushi  $10^{-2}$  % dan yuqori. Ularga O, H, C, N, P, S, Ca, Mg, Na, K va Cl kiradi;

— **mikroelementlar.** Ularning organizmdagi massa ulushi  $10^{-5}$  % dan  $10^{-2}$  % gacha boradi. Bu elementlarga Fe, I, Cu, As, F, Br, Sr, Ba, Co kiritiladi;

— **ultramikroelementlar.** Ularning organizmdagi miqdori  $10^{-5}$  % dan kam bo'ladi.

Bu elementlarga Hg, Au, U, Th, Ra kabi elementlar tegishlidir.

Hozirgi paytda ultramikroelementlarni ham mikroelementlar jumlasiga kiritilmoqda. 28-jadvalda odam organizmidagi kimyoviy elementlarning massa ulushlari keltirilgan. Bunday sinflash organizmdagi kimyoviy elementlarning faqat miqdorinigina ifodalaydi, lekin ularning biologik ahamiyatini ko'rsatmaydi.

V.V. Kovalskiy kimyoviy elementlarni ularning hayot uchun muhimligi jihatidan uch guruhga bo'ldi:

— hayot uchun eng zarur elementlar. Ular odam organizmida doimo mavjud. Ular fermentlar, gormonlar, vitaminlar tarkibiga

kiradi: C, H, N, P, S, Ca, Mg, Na, K, Cl, I, Fe, Mn, Cu, Co, Zn, Mo, V. Bu elementlarning yetishmasligi kishi organizmi faoliyatining buzulishiga olib keladi;

— aralash elementlar. Ular odam va hayvon organizmida har doim bor, ularning biologik ahamiyati to'la o'rganilgan emas: Ga, Sb, Sr, Br, F, B, Be, Li, Si, Sn, Cs, Al, Ba, Ce, As, Pb, Ra, Bi, Cd, Ni, Ti, Ag, Th, Hg, U, Se.

— odam va hayvonlar organizmida topilgan, lekin miqdori va biologik ahamiyati aniqlanmagan elementlar: Sc, Tl, In, La, Pr, Sm, W, Re, Th va boshqalar.

Turli xil hujayra va organizmlarning tuzilishi va hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan elementlarni biogen elementlar deyiladi.

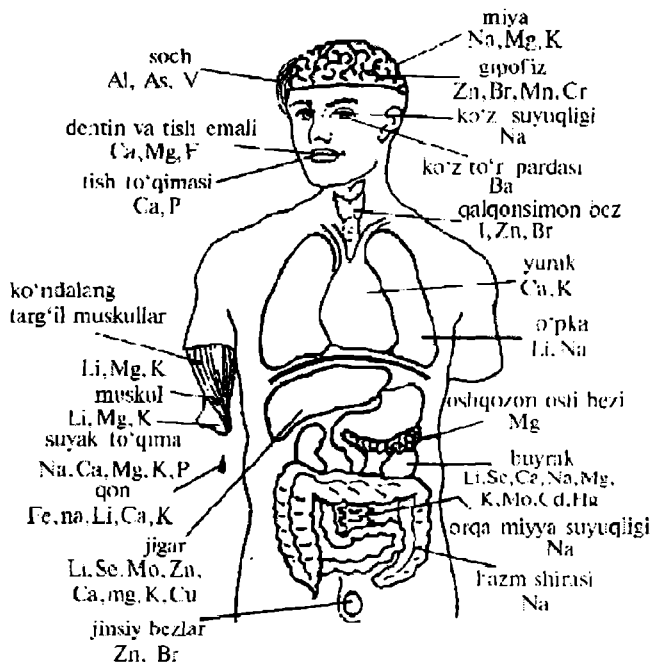
Biogen elementlarning aniq sonini ko'rsatish hozirgi vaqtda juda mushkul ish, chunki juda oz miqdorda bo'ladigan mikroelementlarni aniqlash, ularning biologik ahamiyatini ko'rsatish nihoyatda murakkabdir. Hozirgi paytda 24 ta elementning biologik ahamiyati to'la aniqlangan bo'lib, bu elementlarga yuqoridagi hayot uchun zarur elementlar va aralash elementlar kiradi.

### **13.3. Odam organizmida biogen elementlarning joylanishi**

Odam organizmining to'qimalarida va a'zolarida makro hamda mikroelementlar turli miqdorda to'planadi. Ko'pchilik mikroelementlar suyak, jigar va muskul to'qimalarida yig'iladi. Bu a'zolar organizmning mikroelementlar saqlovchi zaxiralari hisoblanadi.

Elementlar ma'lum a'zoga nisbatan moyillik ko'rsatadi va ularning konsentratsiyasi yuqori bo'ladi. Ma'lumki, rux — oshqozon osti bezida, yod qalqonsimon bezda, fluor tish emalida, aluminiy, mishyak, vannadiy soch va tirnoqlarda, kadmiy, simob, molibden buyrakda, qalay ichak to'qimalarida brom, marganes, xrom gipofiz bezida yig'iladi. Ba'zi makro- va mikroelementlarning odam organizmida joylanishi 29-rasmda keltirilgan.

Organizmida mikroelementlar bog'langan holda ham erkin ion holda ham uchraydi. Kremniy, aluminiy, mis va titan bosh miya to'qimalarida oqsil komplekslari tarkibida, marganes esa ion shaklida bo'lishi aniqlangan.



29- rasm. Odam organizmida kimyoviy elementlarning tarqalishi.

Vodorod va kislorod makroelementlardir. Ular odam organizmida o'rtacha 65% ni tashkil qiladigan suv tarkibiga kiradi. Suv kishi tanasida turlicha taqsimlangan. Oshqozon shirasida, so'lakda, qon plazmasida, limfada suvning massa ulushi 90—99,5 % gacha boradi. Siydikda, miyaning oq moddasida, jigarda, terida, orqa miyada, muskullarda, o'pkada, yurakda 70—80% suv bor. Suvning suyakdagi massa ulushi 40%ga yetadi.

Uglerod, vodorod, kislorod, azot, oltingugurt, fosfor kabi makroelementlar organizmdagi oqsil, nuklein kislotalari va boshqa biologik faol moddalar tarkibiga kiradi. Oqsilda (29-jadval) uglerodning massa ulushi 51—55% , kislorodniki 23—24%, azotniki 15—18%, vodorodniki 6,5—7% oltingugurtniki 0,3—2,5 % , fosforniki esa 0,5% ga yaqin bo'ladi. Odam va hayvonlarning turli xil a'zo va to'qimalarida oqsilning miqdori jadvalda keltirilgan. Oqsilning miqdoridan, ulardagi C, H, N, S, P larning taxminiyl tarkibi haqida xulosa chiqarish mumkin.

**Hayvonlar va odamning turli a'zolarida oqsilning miqdori  
(quruq massaga nisbatan, % larda)**

| A'zolar va to'qimalar | Oqsilning massa ulushi, % | A'zolar va to'qimalar | Oqsilning massa ulushi, % |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Taloq                 | 84                        | Bosh miya             | 45                        |
| O'pka                 | 82                        | Ichak                 | 63                        |
| Muskul                | 80                        | Teri                  | 63                        |
| Buyrak                | 72                        | Suyak                 | 28                        |
| Jigar                 | 57                        | Tish                  | 24                        |

Oqsilning eng ko'p miqdori taloqda, o'pkada, muskullarda joylashgan. Suyak va tishda esa uning miqdori eng oz ( 24%).

Uglerod, vodorod va kislorod uglevodlar tarkibiga ham kiradi. Lekin uglevodlarning organizmdagi miqdori ko'p emas, taxminan 2 % ga yaqin. Bu elementlar lipidlar (yog'lar) tarkibiga kiradi. Fosfolipidlar tarkibida fosfor bo'ladi. Eng ko'p lipidlar bosh miyada (12%), so'ngra jigarda (5%) va qon tarkibida (0,6%) bor.

Fosforning asosiy qismi suyak to'qimalarida to'plangan. Bu odam organizmidagi barcha fosforning 85 % ini tashkil etadi. Fosfor tishning qattiq to'qimalarida  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$  shaklda yig'iladi ( $\text{X}=\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}$ ). Kalsiy asosan suyak va tish to'qimalarida yig'iladi.

Natriy va xlor asosan tashqi hujayraviy suyuqlikda yig'iladi. Floridlar holatida natriy va kaliy suyak hamda tish to'qimalari tarkibiga kiradi. Magniy esa fosfat holatida tishning qattiq to'qimalari tarkibiga kirishi aniqlangan.

Tirik organizm uchun zarur bo'lgan 10 ta metall «hayot metallari» deb nom olgan. Massasi 70 kg bo'lgan odamda hayot metallarining miqdori quyidagicha: 1700g-Ca, 250 g-K, 70 g-Na, 42 g-Mg, 5 g-Fe, 3 g-Zn, 0,2 g-Cu, 0,1 g yaqin Mn, Mo, va Co bo'ladi. Katta odam tanasida 3 kg ga yaqin mineral tuzlar bo'lib, uning 2,5 kg suyak to'qimalariga to'g'ri keladi.

Ba'zi makroelementlar(Mg, Ca) va ko'pchilik mikroelementlar organizmdagi bioligandlar- aminokislotalar, oqsillar,

nuklein kislotalar, gormonlar, vitaminlar bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan,  $\text{Fe}^{2+}$  kompleks hosil qiluvchi sifatida gemoglobin tarkibida,  $\text{Co}^{2+}$  vitamin  $\text{B}_{12}$  tarkibida,  $\text{Mg}^{2+}$  xlorofil tarkibida bo'ladi. Boshqa elementlarning (Cu, Zn, Mo va boshqalar) ham biokomplekslari organizmda muhim rol o'ynaydi.

Turli xil kasalliklar kimyoviy elementlarning organizmdagi miqdoriga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, raxit kasalligida fosfor-kalsiy almashinish jarayoni buzulib, organizmda kalsiying miqdori kamayadi. Nefrit kasalligida bo'lsa, elektrolit almashinuv jarayoni buzulib organizmda kalsiy, natriy va xlorning miqdori kamayib, magniy va kaliylarning miqdori ortib ketadi. Organizmda makro- va mikroelementlarning miqdorini ma'lum me'yorda ushlab turishda gormonlar ham qatnashadi.

### **13.4. Organizmdagi kimyoviy elementlarning biologik o'rni**

Organizmda makroelementlarning asosiy vazifasi to'qimalarni hosil qilish, shuningdek osmotik bosimni, ion va kislota-asos tarkibini me'yorida ushlab turishdir.

Mikroelementlar esa fermentlar, gormonlar, vitaminlar, biologik faol moddalar tarkibiga kompleks hosil qiluvchi yoki faollashtiruvchi sifatida kirib modda almashinish, to'qimaning nafas olishi, zaharli moddalarning zararsizlantirishi kabi jarayonlarda qatnashadi. Mikroelementlar qon hosil bo'lish, oksidlanish-qaytarilish, a'zo va to'qimalarning oksidlanuvchanligi kabi jarayonlarga faol ta'sir ko'rsatadi. Kalsiy, fosfor, flor, yod, aluminiy, kremniy kabi makro va mikroelementlar suyak to'qimalarining shakllanishini ta'minlaydi.

Odam organizmida kimyoviy elementlar miqdorining yosh o'tishiga qarab o'zgarishi aniqlangan. Masalan, buyrakda kadmiy miqdori, jigarda molibden miqdori yosh ulg'ayishi bilan ortar ekan. Organizmda ruxning miqdori jinsiy kamolotga yetishish davrida maksimal qiymatga yetadi, so'ngra yosh ulg'ayishi bilan kamayib boradi. Yosh ulg'ayishi bilan organizmdagi xrom, vannadiy kabi mikroelementlar miqdori ham kamayishi kuzatiladi.



Organizmida mikroelementlarning yetishmasligi yoki ortiqcha to'planishi hisobiga vujudga keladigan turli xil kasalliklar aniqlangan. Ftorning yetishmasligi tish kariysiga, yodning yetishmasligi endemik bo'qoq kasalligiga, molibdenning ortiqchaligi endemik padagra kasalligiga olib keladi. Bunday qonuniyat odam organizmida hayot uchun zarur bo'lgan mineral moddalar konsentratsiyasi oshganda zararli ta'sir ko'rsatadi.

Bir qancha elementlar (kumush, simob, kadmiy va boshqalar) zaharli hisoblanadi, chunki ularning organizmga oz miqdorda kirishi ham og'ir kasalliklarga olib keladi.

Organizmida biogen elementlarning yetishmasligi tufayli turli kasalliklar paydo bo'lsa, biogen elementlarning ortiqchaligi ham nojo'ya ta'sirlarni yuzaga keltirib kimyoviy gemostaz hosil bo'lishiga olib keladi. Agar organizmga oziq moddalar bilan ortiqcha marganes kiritilsa plazmada mis miqdori ortadi( Mn va Cu sinergizmi), lekin buyrakda mis midori kamayadi(antagonizm). Oziq moddalarda molibden miqdorining ortishi jigarda mis miqdorini ortishiga sababchi bo'ladi. Oziq moddalarda rux miqdorining ortishi tarkibida temir tutgan fermentlar faoliyatini susaytirib yuboradi( Zn va Fe antagonizmi).

Boigen elementlar qishloq xo'jaligida ham keng qo'llaniladi. Tuproqqa oz miqdorda bor, mis, marganes, rux, kobalt, molibden kabi mikroelementlar qo'shilsa, ko'pgina o'simliklarning hosildorligi keskin ortadi.

Mikroelementlar o'simliklardagi fermentlarning faolligini oshirib, oqsillar, vitaminlar, nuklein kislotalar, uglevodlar sintezini ta'minlaydi. Kimyoviy elementlarning ba'zilari fotosintez jarayoniga ijobiy ta'sir qilib, o'simliklarning o'sishi va rivojlanishini, urug'larning yetilishini tezlashtiradi. Mikroelementlar hayvonlar ovqatiga ham qo'shiladi.

Turli xil kimyoviy elementlarning birikmalari dori modda sifatida keng qo'llaniladi. Kimyoviy elementlarning biologik rolini o'rganish, ularning biologik faol moddalar — fermentlar, gormonlar, vitaminlar bilan ta'sirlanishini aniqlash — yangi dori moddalari yaratish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Metallar uchun umumiy xususiyatlardan biri ularning tashqi elektron pog'onalarida 1 tadan 3 tagacha elektron bo'lishidir. Metallarga barcha s- elementlar kiradi (vodorod va geliydan tashqari). Metallarga barcha d- va f-elementlar ham mansub. IV A guruhdagi barcha p-elementlar ham (bordan tashqari) metallar hisoblanadi. IV A va VA guruhdagi p-elementlar -Ge, Sn, Pb, As, Sb va Bi ham metallar va ularning tashqi valent elektronlari 4 ta yoki 5 tadan ekanligini inobatga olish kerak.

Metallar uchun xos bo'lgan umumiy fizik xossalarga: o'ziga xos yaltiroqlik, elektr tokini o'tkazuvchanlik, sim hosil qilishi, oson parchinlanishi va metallik kristall panjarali tuzilishga ega bo'lishidir.

Metallar uchun eng muhim xossalardan biri metallga xos yaltiroqlik va qattiqlik. Simobdan tashqari barcha metallar qattiq holda uchraydi. Metallar orasida eng qattig'i xrom. Bu metall hatto oynani kesadi. Eng yengil metallar jumlasiga kaliy, rubidiy va seziiy kiradi. Bu metallarni yog'ga o'xshatib pichoq bilan kesish mumkin.

Metallarning bolg'alanishi ham muhim ko'rsatkichlardan biridir. Bolg'alanish deganda og'ir narsalar bilan urilganda shaklini o'zgarishi, yupqa qatlam hosil qilishi va simga aylanishi nazarda tutiladi. Bolg'alanish paytida metallning kristall panjarasi biri ikkinchisiga nisbatan suruladi. Metallarning bolg'alanishi quyidagi qatorda kamayadi: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe. Metallar ichida oltin juda yupqa zar qog'oz hosil qila oladi. Uni juda ingichka sim qilib cho'zish mumkin.

Metallar yaxshi elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka ega. Bu xossalalar metallarning elektron tuzilishi bilan bog'langan. Elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik sababi metallarning o'ziga xos kristall panjarasi va ularning tarkibidagi erkin elektronlardir. Odatda, metallarning elektr o'tkazuvchanligi harorat ortishi bilan kamayadi. Absolut nol haroratda metallarning qarshiligi kamayib, elektr o'tkazuvchanlik juda ortib ketadi.

Metallar zichligi bilan ham farqlanadi. Eng yengil metall litiy hisoblanadi ( $\delta = 0,53 \text{ g/sm}^3$ ). Eng og'ir metall osmiy ( $\delta = 22,6 \text{ g/sm}^3$ ).

Agar metallarning zichligi  $5 \text{ g/sm}^3$  gacha bo'lsa yengil metallar, zichligi  $5 \text{ g/sm}^3$  dan ortiq bo'lgan metallar esa og'ir metallar hisoblanadi.

**Metallar asosidagi biogen elementlar.** Birinchi, ikkinchi va uchinchi guruh s-elementlar makroelementlar (natriy, magniy, kaliy, kalsiy) jumlasiga kiradi. Metallardan litiy, stornsiy va aluminiy fiziologik aktiv metallar jumlasiga kiradi.

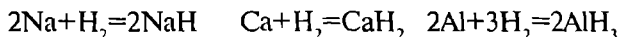
d-elementlar orasida hayotiy muhim elementlardan: marganes, temir, rux, mis, kobalt hisoblanadi. Oxirgi paytlarda titan, xrom va vannadiyning fiziologik roli kattaligi aniqlandi. Molibden ko'pgina oksidlanish-qaytarilish fermentlari tarkibiga kirishi topilgan.

Ba'zi f- elementlarning organizmda juda ham oz ekanligi ma'lum. Lekin ularning biokimyoviy jarayonlardagi turli reaksiyalarni o'zgartirishi shubhasiz.

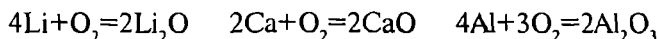
## 14.1. Metallarning kimyoviy xossalari

Metallarning kimyoviy xossalari ularning elektron berishi va metall ionlariga aylanishiga bog'liqdir. Metallar orasida ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Davrda qaytaruvchilik xossasi o'ngdan chapga qarab, guruhda yuqoridan pastga qarab ortadi.

**1. Metallarning metallmaslar bilan birikmalari.** Ular vodorod bilan gidridlar hosil qilib:



Kislorod bilan oksidlar, peroksidlar olinib:



Galogenlar bilan ftoridlar, xloridlar, bromidlar hosil qilsa, oltingugurt bilan sulfidlar, fosfor bilan fosfidlar, azot bilan nitridlar, uglerod bilan karbidlar, kremniy bilan silitsidlar hosil qiladi.

**2. Metallarning kislorod bilan birikmalari.** Ishqoriy metallar faqat litiy bilan oksid hosil qiladi. Boshqa ishqoriy metallar bilan (natriy) peroksidlar hosil qilsa, kaliy va rubidiy hamda seziylar bilan superoksidlar hosil bo'ladi. Qolgan ko'p metallar oksidlar hosil qiladi.

Agar metall o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lsa, metallning eng kichik valentligi asosli xossaga, o'rtacha valentligi amfoter xossaga, eng yuqori valentligi esa kislotali xossaga ega bo'ladi.

CrO asosli oksid unga asos  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — amfoter oksid, unga ham asos  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  va ham kislota ( $\text{HCrO}_2$  — metaxromit va  $\text{H}_3\text{CrO}_3$  — ortoxromit kislota);  $\text{CrO}_3$  — kislotali oksid bo'lib uning kislotalari  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  xromat va  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dixromat kislotalar.

Shunga o'xshash xossalar MnO va  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  bo'lib, bu oksidlar asosli ( $\text{Mn}(\text{OH})_2$  va  $\text{Mn}(\text{OH})_3$ );  $\text{MnO}_2$  amfoter oksid ( $\text{Mn}(\text{OH})_4$ ;  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ ;  $\text{H}_4\text{MnO}_4$ )  $\text{MnO}_3$  va  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  kislotali oksidlar ( $\text{H}_2\text{MnO}_4$  va  $\text{HMnO}_4$ ).

**3. Metallarning kislotalar bilan ta'siri.** Fe, Al, Zn, Mg kabi aktiv metallar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  suyult., HCl,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  o'xshash kislotalar bilan ta'sir etib shu metallning tuzini hosil qiladi va reaksiyada vodorod ajraladi.

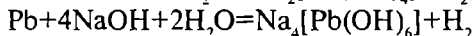
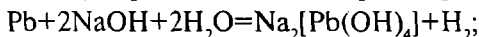
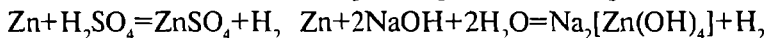
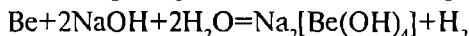
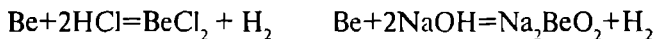
Xuddi shu kislotalar bilan Cu, Ag, Hg, Au, Pt kabi passiv metallar eritmada ta'sir etmaydi. Bunda tuz hosil bo'lmaydi va vodorod ajralmaydi.

Konsentrlangan sulfat kislota (98%) Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar bilan eritmada ta'sirlashmasdan ularni passivlaydi. Cu, Hg, Ag ga o'xshash metallar konsentrlangan kislota ta'sirida shu metallning tuzini hosil qilib, oltingugurt (IV) oksidini hosil qiladi ( $\text{SO}_2$ ). Zn, Mg, Ca kabi faol metallar konsentrlangan sulfat kislota ta'sirida shu metallning tuzini va  $\text{SO}_2$  (yoki S va  $\text{H}_2\text{S}$ ) hosil qiladi.

Konsentrlangan nitrat kislota ham (63%li) Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar bilan ta'sirlashmaydi. Cu, Hg, Ag ga o'xshash passiv metallar bilan ta'sirlashib, shu metallning tuzini va azot (IV) oksidini hosil qiladi ( $\text{NO}_2$ ). Agar shu metallar suyultirilgan nirtat kislota bilan ta'sirlashsa (3—50%li), bu holda metallning tuzi va azotning (II) oksidi hosil bo'ladi. Zn, Mg, Ca ga o'xshash aktiv metallarning konsentrlangan nitrat kislotasi bilan ta'sirida, shu metallarning tuzi va azotning turli oksidlari, hatto azot hosil bo'lishi ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  va  $\text{N}_2$ ) kuzatiladi. Agar shu metallar va Al, Fe suyultirilgan kislotalar bilan ta'sirlashsa, metallarning tuzi bilan birga azot oksidlari va hatto ammiak tuzlari hosil bo'ladi ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2$  va  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

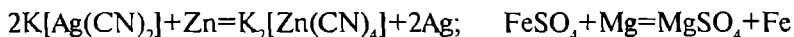
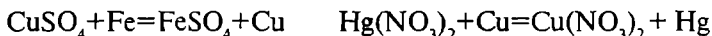
**4. Metallarning suv bilan ta'siri.** Ishqoriy va ishqoriy yer metallari suv bilan shiddatli ta'sir etadi. Bunda metall gidroksidi va vodorod hosil bo'ladi. Fe, Mg, Zn ga o'xshash metallar esa suv bilan yuqori haroratda ta'sir etadi.

**5. Metallarning ishqorlar bilan ta'siri.** Ishqorlar bilan faqat amfoter metallar ta'sir etadi. Bunday metallar qatoriga Be, Zn, Al, Ge, Sn, Pb kabi metallar kiradi. Bu metallar ham kislotalar ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Ge, Sn, Al kabi metallar ham kislotalar va ham ishqorlar bilan ta'sirlashadi.

**6. Metallar o'zlaridan aktivligi kam bo'lgan metallarni tuzlaridan siqib chiqaradi:**



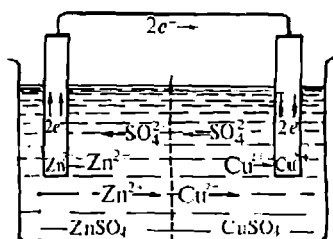
## **14.2. Metallarning standart elektrod potensillari qatori**

Agar metall o'zining tuzi eritmasiga tushirilgan bo'lsa, qattiq modda bilan suyuqlik chegarasida uch xil holat kuzatiladi. Metall eritmaga ion holatida o'tib, plastinka manfiy zaryadlanishi, suyuqlik esa musbat zaryadlanishi amalga oshadi. Bunday holat faol metallar bilan kuzatiladi. Metall va suyuqlik chegarasida qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi mumkin. Umuman bu jarayonlar muvozanatda sodir bo'ladi.

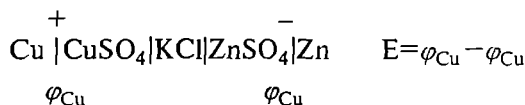
Aksincha agar metall passiv bo'lsa, metallning sirtiga kationlar cho'kadi va metall dan elektronlar olinishi hisobiga qattiq faza musbat zaryadlanadi. Anionlar hisobiga suyuqlik manfiy zaryadlanishi mumkin. Ba'zan metall inert bo'lib metall bilan suyuqlik chegarasida qo'sh elektr qavat yuzaga kelmasligi ehtimolligi ham

bor. Agar shu tartibda o'zgarishga uchragan ikki metallni bir-biriga bog'lansa va ularning suyuqliklari ham maxsus kaliy xloridli naylar bilan tutashtirilsa elektronlarning tartibli harakati kuzatiladi va zanjirda elektr toki paydo bo'ladi. Kimyoviy reaksiya asosida zanjirda elektr toki hosil qiladigan tizimlar galvanik elementlar deyiladi.

Ana shunday galvanik element sxemasi va ko'rinishi 30- rasmda keltirilgan:



30-rasm. Mis va ruxdan iborat galvanik zanjirda ionlarning harakatlanishi.



Agar jarayon qaytar bo'lsa, ikkita elektrod potentsiallarining farqi zanjirning elektr yurituvchi kuchiga teng bo'ladi. Bu yerda mis va rux elektrodlaridan iborat galvanik zanjir tuzilgan. Bu elementning elektr yurituvchi kuchi alohida elektrodlar potentsiallarining ayirmasiga teng.

30-jadval

### Metallarning elektrod potentsiallarining qiymati

|                 |                 |                |                  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |
|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Li              | Cs              | K              | Ca               | Na              | Mg               | Al               | Mn               | Zn               | Cr               |
| Li <sup>+</sup> | Cs <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Cr <sup>3+</sup> |
| -3,04           | -3,01           | -2,92          | -2,87            | -2,71           | -2,37            | -1,68            | -1,18            | -0,76            | -0,74            |

← qaytaruvchilik

oksidlovchilik →

|                  |                  |                  |                  |                |                  |                 |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Fe               | Ni               | Sn               | Pb               | H <sub>2</sub> | Cu               | Ag              | Hg               | Au               |
| Fe <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | H <sup>+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Au <sup>3+</sup> |
| -0,44            | -0,25            | -0,14            | -0,13            | 0,00           | +0,34            | 0,8             | 0,85             | 1,50             |

Bu yerdagi elektrodlar potentsiallari farqi ayni galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini aniqlashga imkon beradi. Hozirgi paytda ko'p metallarning o'zini tuzlari eritmasiga botirilganda elektrod potentsiallari qiymati aniqlangan.

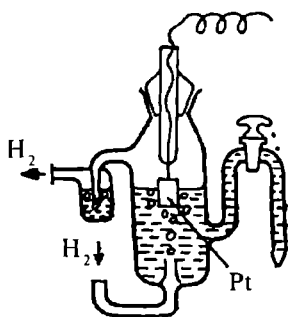
Qaytar elektrodlar uchun metall elektrodlarining potentsiallari ularning konsentratsiyalari asosida Nernst formulasi yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\varphi = -RT \ln[Me^{n+}]$$

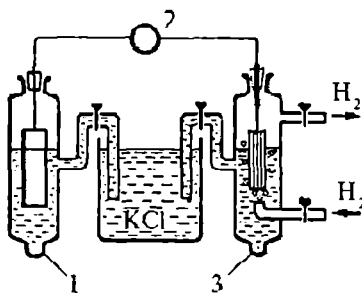
bunda:  $\varphi$  — metallning elektrod potentsiali;  $R$  — gaz doimiysi;  $T$  — absolut harorat;  $[Me^{n+}]$  — metall ionining konsentratsiyasi.

Tajribalarda metallarning potentsiali (30-jadval) standart, ya'ni potentsiali ma'lum elektrodga (vodorod, kalomel) nisbatan aniqlanadi. Standart elektrodlardan biri normal vodorod elektроди hisoblanadi (31-rasm). Bu elektrodda platinalangan platina vodorod ionlari konsentratsiyasi birga teng bo'lgan va 101,3 kPa bosimda vodorod gazi yuborib turiladigan elektroddan iborat. Bunday elektrodning potentsiali nolga teng. Bu elektrod va sinaladigan elektrodlardan zanjir tuzilib, tajribada avval elementning elektr yurituvchi kuchi va so'ngra elektrodning potentsiali aniqlanishi mumkin.

32- rasmda potentsiali aniqlanishi kerak bo'lgan elektrod (1) va vodorod elektroddan (3) zanjir tuzilib avval ularning elektr



31 rasm. Vodorod elektrodining ko'rinishi.



32-rasm. Noma'lum elektrodlar potentsialini o'lchash uchun ishlatiladigan elektrodlar zanjirining ko'rinishi.

yurituvchi kuchi va so'ngra elektrod potentsiali aniqlanish sxemasi ko'rsatilgan. Hosil bo'lgan zanjirdagi tok 2 voltmetr bilan o'lganishi mumkin.

**Metallarning qotishmalari.** Metallarning bir nechtasini yoki ularga oz miqdorda metallmaslar qo'shib qotishmalar olish mumkin. Qotishmalar xossalari keng chegarada o'zgaradi. Odatda, qotishmalarining suyuqlanish haroratlari dastlabki metallarnikidan ko'ra kamayishi aniqlangan. Lekin qotishmalarining qattiqligi yuqori bo'ladi. Eng muhim qotishmalarga cho'yan va po'lat kiradi.

Po'lat temirning kam miqdordagi uglerod (1,7 % gacha) bilan hosil qilgan qotishmasi. Qotishmalarda Mn, Si, S, P va boshqa 10 dan ortiq qo'shimchalar bor. Po'lat temirga nisbatan qattiq bo'ladi.

Cho'yan temirning uglerod (2% dan ko'p) bilan hosil qilgan qotishmasi. Cho'yan tarkibida Si, Mn, P va S bo'ladi. Hozirgi paytda texnikada 5000 dan ortiq har xil qotishmalar ishlatiladi. Ularga bronza, jez, nixrom, dyuralumin va boshqalar kiradi.

### **14.3. Metallarning olinish usullari**

Metallarning olinish usullari to'g'risidagi soha va fan metallurgiya deyiladi.

Metallurgiya qora va rangli metallurgiyaga bo'linadi. Qora metallurgiya asosan temir, cho'yan va po'lat olish bilan shug'ullanadi. Cu, Ag, Au, Cr, Ni, Mn va boshqa metallar olish sohasi rangli metallurgiyaga tegishlidir.

Tabiatda metallar erkin holda ham uchraydi. Odatda, bunday metallarning aktivligi kam. Bularga Au va Pt kiradi. Cu, Ag, Hg, Sn va boshqa metallar bo'lsa ham erkin holda va ham birikma holda uchraydi.

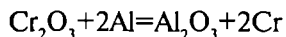
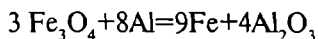
Ba'zi metallarning tabiatda faqat birikmalari uchraydi. Bunday birikmalarga oksidlar, karbonatlar, sulfidlar va murakkab minerallar kirib, minerallarda bir paytning o'zida bir necha metallar bo'lishi mumkin.

Metallarning olinish usullari uchga bo'linadi: pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiya.

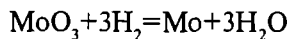


Pirometallurgiya jarayonida oksidlar, sulfidlar, karbonatlar va boshqalardan yuqori haroratda qaytarib metallarni ajratib olish tushuniladi. Qaytaruvchilar sifatida ko‘mir, CO, faol metallar, vodorod, metan va boshqalardan foydalaniladi. ZnS tutgan ruda kislorodda yoqilib, oksidga aylantiriladi, keyin CO yoki ko‘mir bilan qaytarilib metallga aylantiriladi. Fe, uning qotishmalari, Cu, Zn, Cd, Sn, Ge, Pb va boshqa metallar pirometallurgiya usullarida olinadi.

Agar metallarni qaytarish jarayonida aluminiy ishlatilsa, aluminatermiya deyiladi. Masalan, shu usul bilan magnetitdan temir olinadi:

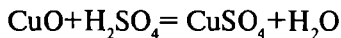
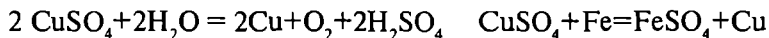


Mn, Cr, Ti, Mo, W larni olishda uglerod ishlatilsa, karbidlar hosil bo‘lib qolgani uchun ular faqat metallotermik usullarda olinadi. Qaytarishda vodorod ishlatilsa vodorodtermiya deyiladi. Bu usulda Mo, W kabi metallar olinadi:

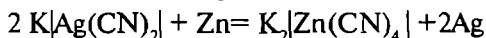
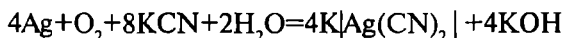


Gidrometallurgiya metallarni rudalardan eritmaga o‘tkazish orqali ajratib olishdir. Eritmadan metallar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, mis(II) oksiddan mis olishda, avval mis birikmasi eritmaga o‘tkazilib, so‘ngra elektroliz usuli bilan ajratib olinishi mumkin. Eritmadan birorta faolroq metall bilan qaytarilsa ham bo‘ladi:

Elektr



Gidrometallurgiya jarayoni Cu, Au, Ag olishda juda qo‘l keladi. Masalan, Au yoki kumush olishda ruda tarkibidagi metall avval eritmaga kompleks birikma hosil qilish orqali o‘tqazilib, so‘ngra birorta arzonroq metall (Zn) orqali eritmadan ajratib olinadi:



Ag, Au, Cu, Zn, Cd, U, Mo ana shu usullar yordamida olinadi.

Elektrometallurgiya usulida metallarni ajratib olishda elektrolizdan foydalaniladi. Bu usul ishqoriy, ishqoriy-yer metallari, aluminiy olishda qo'l keladi. Bunda inert (grafit, ko'mir, iridiy, tantal) kabi erimaydigan elektrodlar va eriydigan (Cu, Ni, Zn) elektrodlar ishlatiladi. Ba'zan elektroliz metallarni tozalash (rafinatsiya) uchun ham kerak bo'ladi.

## 15-bob. S-ELEMENTLAR

### 15.1.Vodorod

**Vodorod** (Hudrogenium). XVI asrning birinchi yarmida nemis shifokori Paracelsus tomonidan kashf etilgan. 1776-yilda ingliz olimi G.Kavendish uning xossalarini va boshqa gazlardan farqini o'rgandi. 1783-yilda A.Lavuaze vodorodni birinchi marta suvdan oldi va suv ham vodorod hamda kisloroddan tashkil topishini ko'rsatdi.

Vodorodning qaynash harorati  $-252^{\circ}\text{C}$ , suyuqlanish harorati  $-259,2^{\circ}\text{C}$ . Vodorodning 3 ta izotopi bor:  ${}^1_1\text{H}$  — protiy,  ${}^2_1\text{H}$  — deyteriy, va  ${}^3_1\text{H}$  — tritiy.

Tabiatda 99,985 % protiy va 0,015 % deyteriy bo'ladi.  ${}^3_1\text{H}$  — tritiy tabiatda nihoyatda kam uchraydi, faqat atmosferaning yuqori qatlamlarida, koinot nurlari ta'sirida va yadro reaksiyalarida hosil bo'ladi. Tritiyning yarim yemirilish davri 12,42-yil, radioaktiv izotop.

Hozirgi paytda deyteriy turli dorivor moddalarning farmakokinetikasini tekshirishda radioaktiv nishon sifatida qo'llaniladi. Shu maqsadda o'zidan - zarrachalar tarqatadigan tritiy ham ishlatiladi. Tritiy organizmdagi suvning umumiy miqdorini aniqlashda kerak bo'ladi. Ayniqsa fermentlar mexanizmini tekshirishda, turli kasalliklarni tahlil qilishda foydalaniladi.

H atomi yadrosi birgina proton dan iborat, atom massasi 1,00797 vodorod atomi musbat va manfiy zaryadlangan ionlar hosil qilishi mumkin:

$$\text{H}^\circ - 1\text{e} = \text{H}^+ - 1305 \text{ kJ}$$

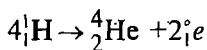
$$\text{H}^\circ + 1\text{e} = \text{H}^- + 76,1 \text{ kJ}$$

$\text{H}^+$  bu, yadro, ya'ni erkin proton.  $\text{H}^-$  inert gaz geliyning elektron qavatiga o'xshash.  $\text{H}^-$  anchagina beqaror.

Molekular vodorod metallarda (Fe, Ni, Pt va Pd) yaxshi eriydi. Bir litr palladiy 900 l vodorodni eritishi ma'lum. Bu jarayonda palladiyning hajmi kattalashadi.

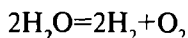
**Tabiatda uchrashi.** Vodorod tabiatda keng tarqalgan kimyoviy element. Yer sharida uning miqdori 1 % (atmosfera, litosfera va gidrosfera). U torf va qo'ng'ir ko'mir tarkibiga, neft, suv, tuproq va boshqalarning tarkibida bor. Erkin holda vodorod juda kam uchraydi. Vodorod eng ko'p tarqalgan kimyoviy element. U quyoshning yarmini, yulduzlarning asosiy qismini tashkil etadi. U ko'p sayyoralar atmosferasida, kometalarda, gaz va tumanlarda bor.

Quyosh sistemasida vodorod asosida quyidagi termoyadro reaksiysi boradi:



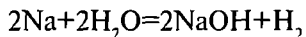
**Laboratoriyada olinishi.** Laboratoriyada vodorod quyidagi usullar bilan olinadi:

1. Natriy gidroksid yoki KOH ning (34%) eritmasini elektroliz qilish orqali olinadi:

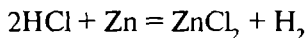


NaOH yoki KOH suvning elektr o'tkazuvchanligini yaxshilash uchun kerak.

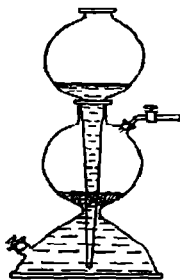
2. Aktiv metallarga suv ta'sir ettirish tufayli ham vodorod olish mumkin:



3. Suyultirilgan kislotalarga faol metallar ta'sir ettirish:

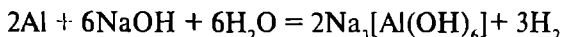
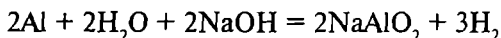
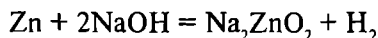


Buning uchun Kipp qurilmasiga suyultirilgan xlorid yoki sulfat kislota quyiladi (33-rasm). Uning o'rtadagi shariga maxsus polimer moddadan yasalgan to'siq ustiga donador rux solinadi. Agar o'rta sharga o'rnatilgan jo'mrak ochilsa, naydan vodorod ajralib chiqadi. Jo'mrakni kattaroq yoki kichikroq ochib, vodorod ajralib chiqishi boshqarib turiladi.



33-rasm. Vodorod va boshqa gazlar olish uchun Kipp qurilmasi.

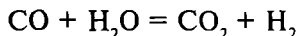
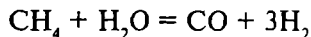
4. Amfoter metallarga ishqorlar ta'sir ettirish:



Xuddi shunday reaksiyalar Be, Pb, Sn, Ge bilan ham boradi.

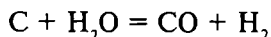
**Sanoatda olinishi.** Sanoatda quyidagi usullarda olinadi:

1. 80°C da tabiiy gaz nikel katalizatoridan o'tkaziladi:



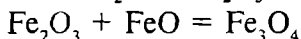
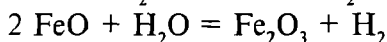
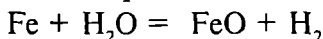
2. Kuchli sovutish usuli. Vodorodni koks va suv gazidan gazlar aralashmasini sovutish usuli bilan past haroratda olinadi.

3. Ko'mir konversiyasi usuli

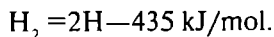


$\text{CO} + \text{H}_2$  aralashma suv gazi deyiladi. Reaksiya 500°C da 25 atmosfera bosimda katalizator  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ishtirokida amalga oshiriladi.

4. Temir bug' usuli MDHda keng tarqalgan usul. Bu usulda 600—700°C cho'g' holidagi temirni suv bug'i bilan ta'sirlanishiga asoslangan. Bunda temir bir necha mahsulotlar hosil qiladi. Suv bug'i qaytarilib vodorod hosil qiladi:



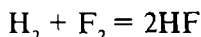
**Kimyoviy xossalari.** Tarkibida bitta elektron bo'lgan vodorod ikki atomli.  $H_2$  — protiy,  $D_2$  — deyteriy,  $T_2$  — tritiiy, HD, HT, DT molekularini hosil qiladi:



Vodorod molekulasi kichik o'lchamga va massaga ega, qutblanishi oz, lekin molekula juda barqaror. Shu sababli suvda va organik erituvchilarda oz eriydi. Qattiq vodorod geksagonal kristall panjaraga ega. Molekulaning atomlarga parchalanishi yuqori haroratda  $2000^\circ\text{C}$  da sezilarli tezlikda boradi.

Vodorod ham oksidlovchi, ham qaytaruvchilik xossalari namoyon qiladi.

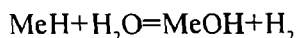
Odatdagi haroratda faqat ftor bilan reaksiyaga kirishadi:



Qizdirilganda ftor xlor, brom, kislorod bilan reaksiyaga kirishadi.

Elementlarning vodorod bilan hosil qilgan birikmalari gidridlar deyiladi. Gidridlar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

— ion tuzilishga ega bo'lgan gidridlar. Bunday birikmalar qatoriga ishqoriy va ishqoriy- yer metallari gidridlari ( $LiH$  kovalent tabiatli) kiritilishi mumkin. Gidridlar oq qattiq moddalar. Ular yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Bunday gidridlar syuqlanmasi elektrolizida vodorod ajraladi. Gidridlar oson gidrolizga uchraydi:



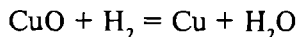
— kovalent bog'lanish hosil qiladigan gidridlar.  $CH_4$ ,  $SiH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $HF$ ,  $HCl$  va boshqalar. Bunday birikmalar vodorod va metallmaslarga tegishli. Odatda, bunday gidridlar gaz moddalardir.  $H_2O$  va  $HF$  vodorod bog'lanish mavjudligi sababli suyuqliklar;

— polimer tabiatli gidridlar. Be, Mg, Al, In, Tl kabi elementlarga tegishli. Ularning formulasi  $(BeH_2)_n$  yoki  $(TiH_2)_n$ . Gidridlar o'zaro molekulararo vodorod bog'lari hosil qilgan;

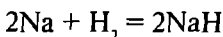
— vodorodning metall tabiatli birikmalari. d- va f- elementlarning vodorodli birikmalari metallik tabiatga ega. Ular metallga o'xshash qora qo'ng'ir rangli, mo'rt, issiq va elektr o'tkazuvchanlik

metallarga o'xshab ketadi. Ularning formulalari o'zgaruvchan tarkibli  $\text{MeH}$  ( $\text{VH}$ ,  $\text{NbH}$ ,  $\text{TaH}$ ),  $\text{MeH}_2$  ( $\text{TiH}_2$ ,  $\text{ZrH}_2$ ,  $\text{HfH}_2$ ,  $\text{ScH}_2$ ) va  $\text{MeH}_3$  ( $\text{UH}_3$ ,  $\text{PdH}_3$ ).

Vodorodning qaytaruvchilik xossasidan ba'zi oddiy moddalarni ularning oksidlari va galidlaridan qaytarish uchun foydalaniladi:



Oksidlovchi sifatida vodorod aktiv metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



Vodorod kimyo sanoatida ammiak, metanol, xlorid kislota kabi moddalarni olishda shuningdek yog'larni, suyuq yog'larni gidrogenlashda ishlatiladi. Vodorod kelajak yoqilg'isi hisoblanadi. Oxirgi paytlarda kuchli tovush to'lqinlari suvni vodorod va kislorodga parchalashi hamda ajralgan vodorod va kislorodni qaytadan yoqib dvigatellarni yurgazish to'g'risidagi injenerlik yechimlari matbuotda e'lon qilingan.

## 15.2. Suv va uning xossalari

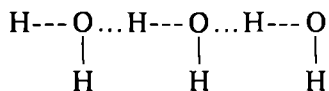
**Suv.** Vodorod va kislorodning kimyoviy birikmasi. Yer sharining 3/4 qismi suv bilan qoplangan. Miqdori  $2 \cdot 10^{18}$  t. Ko'p moddalarning 90% miqdori suv bo'ladi. Hayvon va o'simlik organizmida 75—86% suv bo'ladi.

**Fizik xossalari.** Suv rangsiz suyuqlik.  $18^\circ\text{C}$  da toza suvning elektr o'tkazuvchanligi  $4,4 \cdot 10^{-8} \text{ om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ . Toza suv elektr tokini deyarli o'tkazmaydi. Agar 1 atm bosim,  $0^\circ\text{C}$  haroratda u muzga aylanadi.  $100^\circ\text{C}$  dan yuqorida suv bug'ga aylanadi.  $4^\circ\text{C}$  da suv eng katta zichlikka ega bo'lib,  $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$  ga teng.

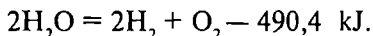
**Muz** — rangsiz,  $\rho = 0,9168 \text{ g/sm}^3$  Suvdan yengil. Bosim 2000 dan 6500 atm gacha borsa, muz har xil shakllarga o'tadi. 21700 atm bosimda muzning 7 xil modifikatsiyasi bor. Uning zichligi  $d=1,5$ ; suyuqlanish harorati  $T_{\text{suyq.}} = + 76^\circ\text{C}$  u issiq muz deyiladi.

**Kimyoviy xossalari.** Suv molekulasining dipol momenti  $\mu = 1,74 \cdot 10^{-18} \text{ sp}^3$  gibridlangan, lekin gibrid orbitallarning ikkitasida bog'lanmagan 2 elektron jufti aylanadi. Suvning dielektrik doimiysi

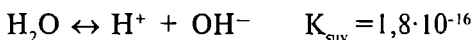
81 ga teng. Etanolniki 27, efirniki 2. Qattiq va suyuq holatda suv molekulasi (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>. 4°C da  $n=2$ , 0°Cda  $n=3$ . Molekulalarning assosiatsiyalanishi vodorod bog'lari hisobiga sodir bo'ladi:



1000°C da suv parchalanadi:

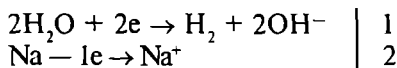
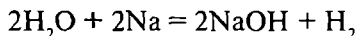


Bu reaksiya qaytar bo'lib, 5000°C da suv vodorod va kislorodga to'la parchalanadi. Suv kuchsiz elektrolit. 555 mln molekuladan bittasi ionlarga ajralgan bo'adi:

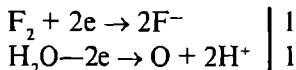


Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida suv, odatda, muhit vazifasini bajaradi.

Kuchli qaytaruvchilar ta'sirida odatdagi va yuqori haroratlarda suv oksidlovchi bo'ladi. Masalan, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan sovuq holda Fe, C va boshqalar yuqori haroratda ta'sirlashadi:

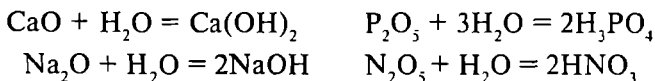


Kuchli oksidlovchilar ta'sirida suv qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi:

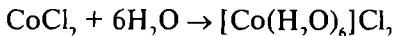


Boshqa moddalarning molekulalariga suvni birikishining 3 xil turi ma'lum: 1) ion, 2) koordinatsion, 3) adsorbsion.

— ishqoriy va ishqoriy-yer metallari, ularning oksidlari va kislotali oksidlar bilan suv ion turda reaksiyaga kirishadi:



— akvakomplekslarda dipol xarakterga ega bo'lgan suv molekulari musbat zaryadlangan kompleks hosil qiluvchi ionga tortilish xususiyatiga ega bo'lib, bu koordinatsion birikish bo'ladi:



Akvakomplekslarning parchalanishi tuz rangining o'zgarishi bilan boradi.

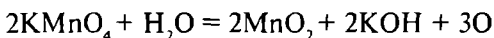
— molekulararo kuchlar ta'siri tufayli har qanday modda ham ma'lum miqdorda suvni o'z sirtiga adsorbsiya qilish xossasiga ega. Adsorbsiya jarayonida moddaga birikkan suv gigroskopik suv deyiladi. U 100°C da qizdirilsagina suv chiqib ketadi.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  suvni adsorbsion yutadi.

Tabiatdagi suv o'z tarkibida organik va anorganik qo'shimchalar tutadi. Anorganik qo'shimchalar ishqoriy va ishqoriy yer metallarining hamda magniy, kalsiy temir tuzlaridir. Tarkibida anchagina kalsiy va magniy tuzlari bo'lgan suv qattiq suv deyiladi.

Tibbiyotda va farmatsiyada dori shakllari tayyorlash uchun ishlatiladigan suvga tozalik jihatidan ancha uyqori talablar qo'yiladi.

Suyuq dori shakllari tayyorlashda tozalangan suv (Aqua purificata) ishlatiladi. Tozalangan suv rangsiz, mazasiz, hidsiz va tiniq bo'lishi kerak. Uning pH qiymati 5,0—7,0 orasida bo'lib, tarkibida nitratlar, nitritlar, xloridlar, sulfatlar hamda ammiak qoldiqlari bo'lmasligi kerak. Tozalangan suv olish usullaridan biri uni haydash, ya'ni distilatsiya usuli hisoblanadi.

Ichimlik suvlari tarkibida organik moddalar qoldig'i ko'p bo'lsa, suvni haydashdan oldin mikroorganizmlardan tozalash uchun 1%  $\text{KMnO}_4$  bilan ishlov beriladi. Bunday suvni haydashdan oldin 10 l suvga 25 ml 1% li  $\text{KMnO}_4$  solinib 6—8 soat tindiriladi. Ajralib chiqqan atomar kislorod organik moddalarni oksidlab yuboradi:



**Og'ir suv.**  $^2\text{D}$  izotopi kislorod bilan  $\text{D}_2\text{O}$  birikma hosil bo'ladi. Bu birikma og'ir suv deyiladi. Tabiatda har 5500—8000 molekula oddiy suvga 1 ta molekula og'ir suv to'g'ri keladi. Og'ir suv oddiy suvni elektroliz qilib olinadi. Bunda  $\text{D}_2\text{O}$  o'zgarishga uchramasdan



elektrolitning qoldig'ida yig'iladi. Lyuis 20 l suvdan 0,3 ml og'ir suv  $D_2O$  oldi.

$D_2O$  rangsiz, qiyomsimon suyuqlik, zichligi  $d = 1,10421 \text{ g/sm}^3$ , suyuqlanish harorati  $T_{\text{suyur}} = 3,8^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $T_{\text{qayn}} = +101,4^\circ\text{C}$ .  $D_2O$  yadro texnikasida katta ahamiyatga ega. U yadro reaktorida neytronlarni sekinlashtiruvchi modda sifatida, deyteriy olish uchun xomashyo sifatida va termoyadro reaksiyalarida ishlatiladi.

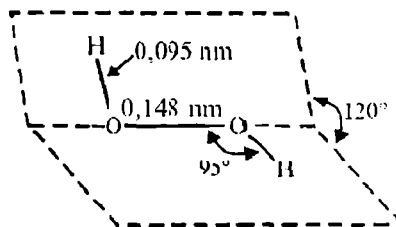
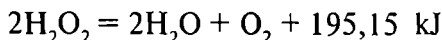
Odam organizmida vodorod uglerod, azot, oltingugurt bilan kovalent bog'langan. Vodorod oshqozon shirasida gidroksoniy ioni holatida bo'ladi. Shu ion ham mikroblarga qarshi ta'sirga ega, ham oqsillar, polisaxaridlar va boshqa biologik birikmalarning gidrolizlanishiga ta'sir etadi.

### 15.3. Vodorod peroksidi va uning xossalari

**Vodorod peroksidi.**  $H_2O_2$  rangsiz, qiyomga o'xshagan suyuqlik. Zichligi  $d = 1,4633 \text{ g/sm}^3$ , Suyuqlanish harorati  $T_{\text{suyq}} = 0,43^\circ\text{C}$ , 26 mm simob ustuni bosimda qaynash harorati  $T_{\text{qayn}} = 68^\circ\text{C}$ , 65 mm sim. ustunida  $85^\circ\text{C}$ , atmosfera bosimida  $T_{\text{qayn}} = 150,2^\circ\text{C}$ .

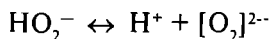
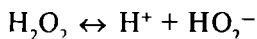
$\overset{+1}{H}-\overset{-1}{O}-\overset{-1}{O}-\overset{+1}{H}$ . Vodorod molekulasining struktura formulasi 34-rasmدا keltirilgan.  $H-O-$  orasining uzunligi 0,095 nm,  $O-O$  orasidagi masofa 0,148 nm ga teng.  $H-O-O$  bog'lari orasidagi burchak  $95^\circ$  ni tashkil etadi.

Vodorod peroksid beqaror birikma. Oson parchalanadi:



34-rasm. Vodorod peroksid molekulasining tuzilishi.

151°C da vodorod peroksid portlaydi. Suvli eritmalarda vodorod peroksid kuchsiz kislota va 2 bosqichda dissotsiatsiyanadi:

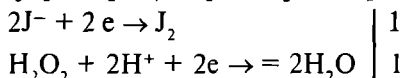
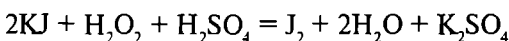
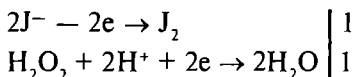
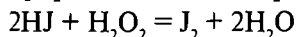
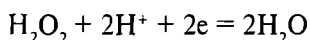


$\text{H}_2\text{O}_2$  nordon va asosli tuzlar hosil qiladi.  $\text{NaHO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$ .

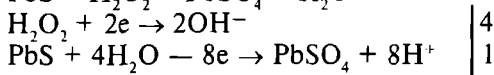
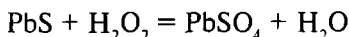
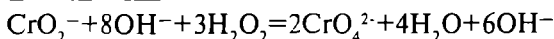
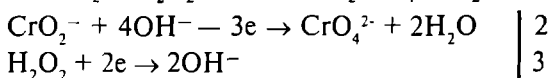
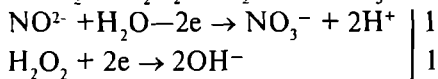
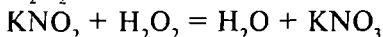
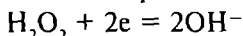
$\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi.  $\text{H}_2\text{O}_2$  kisloroddan kuchliroq oksidlovchi.

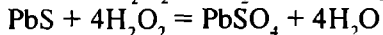
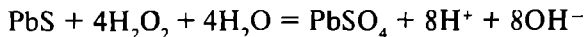
**Vodorod peroksidi oksidlovchi.**  $\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchi bo'lganda:

1. Kislotali muhitda  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{H}^+$  ionlari bilan birikib suv molekulasini hosil qiladi:



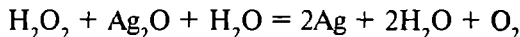
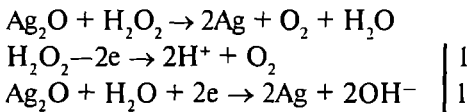
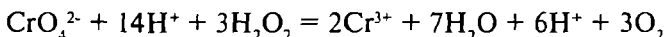
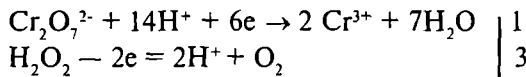
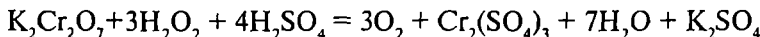
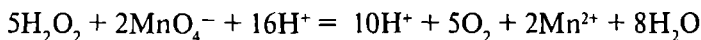
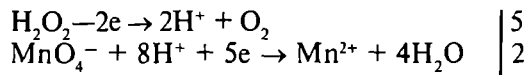
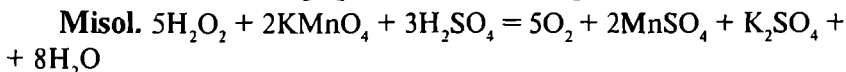
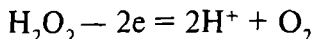
2. Neytral va ishqoriy muhitda oksidlovchi  $\text{H}_2\text{O}_2$  2 ta elektron biriktirib  $\text{OH}^-$  ionlarini hosil qiladi:



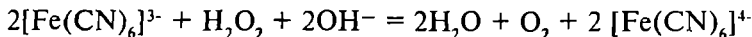
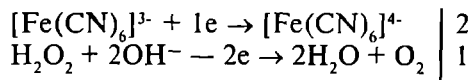
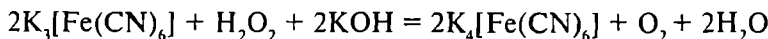
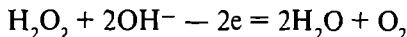


**Vodorod peroksidi qaytaruvchi.** Oksidlovchilar  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{CrO}_3$  va b. ishtirokida vodorod peroksid qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi.

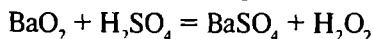
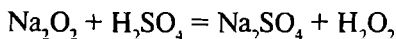
1. Kislotali va neytral muhitda vodorod peroksid 2 ta elektron berib, vodorod ionlari va kislorod molekulasini hosil qiladi:



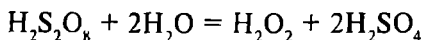
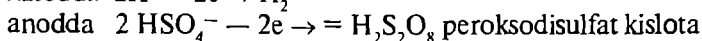
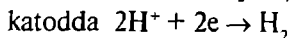
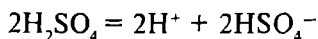
2. Neytral va ishqoriy muhitda  $\text{OH}^-$  ionlarini biriktirib suv va kislorod hosil qiladi:



**Olinishi.** Vodorod peroksid natriy yoki bariy peroksidlarga kislota ta'sir ettirib olinadi:



Dunyoda ishlab chiqariladigan vodorod peroksidlarning 30%i 50%li sulfat kislotani elektroliz qilish orqali olinadi:



**Ishlatilishi.** 30% li vodorod peroksid eritmasi (pergidrol) va 73—90%li eritmaları sotiladi. Vodorod peroksid ko'p bo'yoqlarni oqartiradi. Shu xossasi tufayli 6% vodorod peroksidi ipak, soch, par va boshqalarni oqartirish uchun ishlatiladi. U harbiy va raketa texnikasida, 3% li eritmasi tibbiyotda dezinfeksiyalovchi modda sifatida qo'llaniladi.

$\text{H}_2\text{O}_2$  ning ishlatilishi uning oksidlovchilik xossalariga va qaytarilish mahsulotlarining mutlaqo bezararligiga asoslangan. Yaralarga ishlov berilganda ajraladigan kislorod: mikroblarga, teri rangiga qarshi va yarani tozalash, ko'pik hosil qilish hamda teri to'qimalarini parchalash xossalariga ega.

30% li vodorod peroksidi eritmasi kosmetikada o'smirlarda hosil bo'ladigan xafsiz o'sma va yunglarni olib tashlashda ham ishlatiladi.

## 15.4. I A guruh elementlari

Bu guruh elementlariga litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziy va fransiy kiradi. Barcha guruh a'zolarining tashqi elektron qavatida bittadan s elektronlar bor. Ularning asosiy kattaliklari 31- jadvalda berilgan.

Element tartib nomeri ortishi bilan atom va ionlarning radiusi ortadi. Shu metallarning suyuqlanish harorati kamayadi. Metallarning eng yengili litiydir.

Faqat litiyning tashqaridan ikkinchi qavatida ikkita elektron bo'lsa, boshqa ishqoriy metallarning tashqaridan 2-qavatida 8 tadan

elektron bor. Shuning uchun ham litiyning xossalari boshqa ishqoriy metallardan kimyoviy xossalari jihatdan farq bo'lishiga olib keladi. Bu metallarning ishqoriy metallar deyilishi, arabchadan ishqor «yemiruvchi» degan ma'no beradi.

31-jadval

### I A guruh metallarining eng muhim kattaliklari

| Asosiy kattaliklar             | Li                   | Na              | K               | Rb                   | Cs                   | Fr              |
|--------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| At. m.                         | 6,94                 | 22,99           | 39,1            | 85,47                | 132,9                | [223]           |
| Elektron formulasi             | 2s <sup>1</sup>      | 3s <sup>1</sup> | 4s <sup>1</sup> | 5s <sup>1</sup>      | 6s <sup>1</sup>      | 7s <sup>1</sup> |
| At. rad., nm                   | 0,155                | 0,189           | 0,236           | 0,248                | 0,268                | 0,280           |
| Ion rad., nm                   | 0,066                | 0,095           | 0,133           | 0,148                | 0,268                | —               |
| S. h., °C                      | 180                  | 97,8            | 63,5            | 38,7                 | 28,5                 | —               |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>    | 0,53                 | 0,97            | 0,86            | 1,53                 | 1,9                  | —               |
| Ionl. energiyasi               |                      |                 |                 |                      |                      |                 |
| M → Me <sup>+</sup>            | 5,39                 | 5,14            | 4,34            | 4,17                 | 3,89                 | 3,98            |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, % | 3,4·10 <sup>-3</sup> | 2,64            | 2,6             | 1,5·10 <sup>-2</sup> | 3,7·10 <sup>-4</sup> | —               |

Barcha ishqoriy metallar ns<sup>1</sup> valent elektronga ega, lekin bu elektron yadro bilan bo'sh bog'langan. Ular birikmalarda +1 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Litiydan seziygacha metallik xossalari kuchayadi.

Fransiy barcha ishqoriy metallardan eng faoli va og'iri hisoblanadi. Radioaktiv uning yarim yemirilish davri 22 minut.

**Tabiatda uchrashi.** Ishqoriy metallar kimyoviy faolligi yuqoriligi sababli faqat birikmalar holida uchraydi. Tabiatda uchraydigan izotoplari: <sup>7</sup>Li (92,5%), <sup>6</sup>Li (7,3%).

Litiyning birikmalari nihoyatda ko'p. Uning 150 dan ortiq minerallari bor. Texnik ahamiyatga spodumen LiAl(SiO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> va litiy smolasi yoki lepidolit KLi<sub>2</sub>Al(Si<sub>6</sub>O<sub>10</sub>)(F, OH)<sub>2</sub>, petalit (Li, Na)AlSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub>.

Natriy birikmalari keng tarqalgan. Osh tuzi NaCl; Glauber tuzi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10 H<sub>2</sub>O, hind selitrasi KNO<sub>3</sub>, natriy selitrasi, kriolit Na<sub>3</sub>[AlF<sub>6</sub>]; bura Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10 H<sub>2</sub>O.

Kaliy binkmalaridan silvinit  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ ; kamallit  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; yer sharining asosiy po'stlog'i-ortoklaz  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Rubidiy va seziy, natriy hamda kaliy bilan birga lekin kamroq uchraydi.

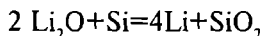
**Olinishi.** Natriy, litiy va kaliy asosan elektroliz usuli yordamida olinadi. Elektrolizga tuzlar yoki gidroksidlar uchratiladi. Rubidiy va seziy unung xloridlaridan kalsiy metali bilan qaytarish orqali olinadi.

**Xossalari.** Ishqoriy metallar kub krislall panjaraga ega. Yangi kesilgan metallar ko'rinishi odatdagi metallarga o'xshaydi. Metallik yaltiroqlikka ega. Barcha ishqoriy metallar kerosin (seziy havoda portlaydi) ostida yoki inert gaz muhitida saqlanadi. Ishqoriy metallar yengil metallar hisoblanib, pichoq bilan oson kesiladi. Litiy kerosindan yengil, shuning uchun parafin ostida berk idishga yg'iladi. Ularning ichida eng qattiq holatda uchraydigan kaliy u yuqori issiq va elektr o'tkazuvchanlikka ega.

Ishqoriy metallar bilan ishlashda nihoyatda ehtiyot bo'lish kerak. Ular oson yonib ketadi, suv bilan shiddatli ta'sir etadi. Ayniqsa kaliy kerosin ostida uzoq saqlansa superoksid qatlami bilan qoplangan bo'lib suv bilan ta'sir etganda shiddatli ta'sirlanib, yonadi va atrofga suv sachratadi. Ortiqcha ishqoriy metallar qoldiqlari etil spirtga tashlab yo'q qilinadi va alkagolatlariga aylantiriladi.

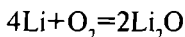
**Litiy.** Odatdagi sharoitda oq, yaltiroq, yumshoq va yengil metall.  $\text{LiCl}$  va  $\text{KCl}$  aralashmasini suyuqlanmadan elektroliz qilib olinadi. Anod sifatida grafit va katod sifatida temir olinadi.

Bundan tashqari,  $\text{Li}_2\text{O}$  ni kremniy yordamida qaytarish:

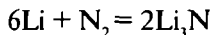


Odatda, bu jarayonda toza litiy oksidi va kremniy olinishi shart emas. Qaytaruvchi sifatida aluminiy ham ishlatiladi.

Xona haroratida kislorod billan ta'sirlasib litiy oksidini hosil qiladi:



Litiy oksidi kul rangli, suvda yaxshi eriydi. Litiy odatdagi sharoitda azot bilan ta'sirlashib oq rangli litiy nitridini hosil qilishi kuzatiladi:



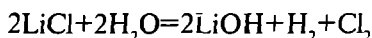
Qizdirilganda galogenlar  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  va  $\text{I}_2$  bilan kuchli alanga berib yonadi va  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$  hamda  $\text{LiI}$  ni hosil qiladi.

Birikmalaridan  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  va  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  suvda kam eriydi. Peroksidlari  $\text{Li}_2\text{O}_2$ , persulfidlari  $\text{Li}_2\text{S}_2$ , perkarbidlari  $\text{Li}_2\text{C}_2$  ma'lum.

Litiyning tarkibida kislorod tutgan hosilalari ( $\text{LiOH}$ ,  $\text{LiNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) qizdirilsa nitritlar hosil qilib emas, balki oksid hosil qilgan holda parchalanadi:

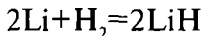


$\text{LiOH}$  ni olish uchun  $\text{LiCl}$  ning suvdagi eritmasi elektroliz qilinadi:



Litiy ioni eng kichik o'lchamga ega bo'lib, eng yuqori gutblanuvchanligi bilan boshqa ishqoriy metallardan farqlanadi. Shuning uchun u koordinatsion soni 4 bo'lgan  $[\text{Li}(\text{H}_2\text{O})_4]^+$  akvakomplekslar hosil qiladi.

Litiy vodorod atmosferasida qizdirilganda litiy gidridini hosil qiladi:

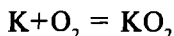
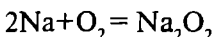


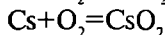
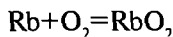
Litiy gidridi oq kristall modda,  $680^\circ\text{C}$  suyuqlanadigan ion bog'lanishli birikma.

**Boshqa ishqoriy metallar.** Tabiatda uchraydigan natriy izotopining massa soni 23. Kaliy uch xil atom massali izotop holatida uchraydi: 39, 40 va 41.

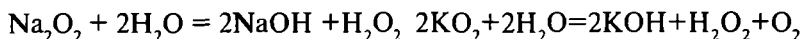
Barcha ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Ular juda oson +1 zaryadli ionlarga o'tadi. Ionlanish entalpiyasining kichikligi, ionlarning sharsimonligi, kam qutblanuvchanligi ularning kimyoviy xossalarini belgilaydi. Kovalent bog' hosil qilish qobiliyati litiyda eng yuqori. Metallarning bog'larida  $\text{Li}_2$ ,  $\text{Na}_2$  hosil bo'lishida bog' kovalent. Boshqa bog'larda ion bog' hisssasi ortib boradi.

Kislorodda yondirilganda faqat litiy oksid hosil qilib boshqa ishqoriy metallar peroksidlar va superoksidlarga aylanishi kuzatiladi:

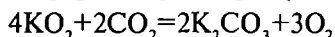
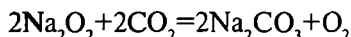




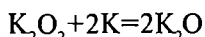
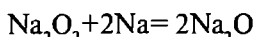
Peroksidlarning suv bilan ta'siridan vodorod peroksidi yoki kislorod hosil bo'ladi:



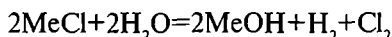
Peroksidlar yopiq sistemalarda kislorod manbasi sifatida ishlatiladi:



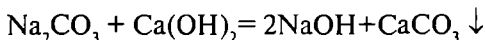
Peroksidlardan oksidlarni metallar qo'shib olish mumkin:



Natriy va kaliy oksidlari oq rangli, rubidiy hamda seziy oksidlari sariq rangli. Ishqoriy metallar oksidlari suv bilan shiddatli ta'sirlashadi. Oksidlarning faolligi  $\text{Li}_2\text{O}$  dan  $\text{Cs}_2\text{O}$  ga qarab ortib boradi. Ishqoriy metallarning gidroksidlari oq qattiq moddalar. Ular tabiatda uchramaydi. Ular ishqoriy metallar xloridlarining eritmalarini elektroliz qilish orqali olinadi:



Eng ko'p qo'llaniladigan natriy gidroksidi olish uchun ohakka soda qo'shib olinadi (shuning uchun kaustik soda):



Ishqoriy metallar gidroksidlari rangsiz kristall moddalar. Ularning suyuqlanish harorati nisbatan past ( $\text{CsOH}$   $346^\circ\text{C}$ ). Bu moddalar suvda yaxshi eriydi.  $\text{NaOH}$  va  $\text{KOH}$  ko'pincha o'yuvchi kaliy va natriy deb yuritiladi.

Ishqorlar o'ziga suv yutadi va havodan o'z tarkibiga  $\text{CO}_2$  ni ushlab qoladi. Namdan tozalash uchun ishqorlar kuchli qizdiriladi. Karbonatlardan tozalash uchun esa ishqorlar etil spirtidan qayta kristallanadi, chunki karbonatlar spirtida amalda erimaydi.

Qattiq holdagi va konsentrlangan ishqorlar bilan ishlaganda alohida ehtiyot choralarini ko'rish kerak. Bu moddalar tirik to'qimalarni yemiradi, ayniqsa qattiq ishqor zarrachalarini ko'zga sachtirishdan ehtiyot bo'lish kerak (kishini ko'r qiladi). Ishqorlar

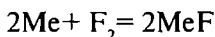


bilan ishlaganda, masalan ishqorlarni maydalayotganda, himoya ko'zoynaklari, rezina qo'lqoplaridan foydalanish zarur.

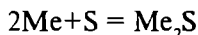
Ishqorlar suyuqlantirilganda shisha va chinni buymlarni yemiradi. Kislorod ishtirokida platinani ham yemiradi. Ishqorlar kumush, nikel va temirdan yasalgan idishlarda suyuqlantiriladi. Agar ishqorlar shliflangan idishlarda saqlansa ular yopishib qoladi.

Soda olish usullari keyinchalik uglerod mavzusida alohida ko'rib chiqiladi.

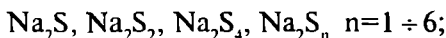
Ishqoriy metallar galogenlar bilan shiddatli va issiqlik chiqishi bilan ta'sirlashadi:



Juda oson ishqoriy metallarning sulfidlari hosil bo'ladi:

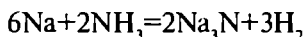
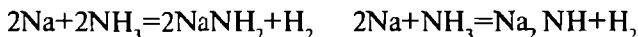


$\text{Me}_2\text{S}$  larni oltingugurt bilan qo'shib suyuqlantirilsa, persulfidlar hosil bo'ladi:



Ishqoriy metallar vodorod bilan oson ta'sirlashadi. Bunda metall gidridlari hosil bo'ladi. Ularning bog'lanishi ion tabiatli.

Suyuq ammiak bilan ishqoriy metallarning reaksiyasida amidlar, imidlar va nitridlar hosil bo'ladi:



Natriy va boshqa ishqoriy metallar simobda eriydi va intermetallik birikmalar- amalgamalarga aylanadi.

Litiy — alangani qizil-binafsha rangga bo'yaydi. Natriy ishtirokida alanga sariq-g'isht rangga bo'yaladi. Kaliy alangani binafsha-siyoh rangga, rubidiy qizil, seziy esa binafsha tusga bo'yaydi. Shu usul bilan bu metallar borligi aniqlanadi.

**Ishqoriy metallarning tuzlari.** Deyarli barcha kislotalar bilan tuzlari ma'lum. Bu tuzlar suvda yaxshi eriydigan, ionli kristall panjaraga ega birikmalardir.

Analitik kimyoda litiy va natriyning tuzlaridan 4,4'-dimetilaminodifenil metanning metanoldagi eritmasi holatida cho'ktirishi mumkin. Natriy va ruxning aralash uranilatsetatlari ham

$[\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  suyultirilgan sirka kislotasidan cho'ktiriladi. Kaliy tuzlaridan  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  (gidrotartaratlar) va  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  suvda yomon eriydi. Ular ishqoriy metallarning sifat va miqdoriy tahlilida ishlatiladi.

Kalsinirlangan soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), kristall soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), ichimlik sodasi ( $\text{NaHCO}_3$ ) ko'p ishlab chiqariladi.

Natriy gidroksidi sovun tayyorlashda, to'qimachilik va ko'n-chilikda organik moddalar olishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Natriy gidroksidi  $328^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi.  $20^\circ\text{C}$  da suvda 109 g natriy gidroksid eriydi. U kuchli ishqor, shuning uchun o'yuvchi natriy deb ataladi. Ishqor teriga tushsa terini kuydiradi.

Osh tuzi  $\text{NaCl}$  natriy metalli, xlor, natriy gidroksid, xlorid kislota ishlab chiqarishda xomashyo.

Natriy sulfat glauber tuzi yoki mirabilit holatida  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  holida uchraydi. Tibbiyotda va shisha ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kaliy tuzlaridan  $\text{KCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  kaliyli o'g'itlardir. Kaliy nitrat qora poroxning tarkibiga kiradi:  $\text{KNO}_3$ —68%; C—17%; S—15%.

Seziy va rubidiy fotoelementlar tayyorlashda ishlatiladi. Nur ta'sirida Rb va Cs ning valent elektronlarining oson ajralishi yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish imkoniyatini beradi.

### **Ishqoriy metallarning tibbiyotda va farmatsiyada ishlatilishi.**

Hozirgi paytda litiy ionining organizmdagi o'rni ancha yaxshi o'rganilgan. Litiy ionlari inson psixikasidagi o'zgarishlarda asqotishi topilgan.

O'rta odam vazniga (70 kg) nisbatan organizmda kaliy 250 g, natriy 70 g ni tashkil etadi.

Natriy birikmalari organizmda asosan hujayra atrofidagi suyuqliklarda mavjud (qonda, limfa va ovqat hazm qilish shiralarida).  $\text{NaCl}$  hisobiga organizmdagi qon bosimi boshqarilib turadi.

Kaliy ionlari organizmda hujayra ichidagi ion hisoblanadi. U ko'pgina biokimyoviy va fiziologik jarayonlarda, masalan nerv impulslarining harakatida ishtirok etadi. Kaliy ionining qonda

mo'tadil miqdorda bo'lishi yurakning normal ishlashi uchun kerak. Bir sutkada 2—3 g kaliy kerak bo'ladi.

Natriy gidrokarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ichdan antatsid modda sifatida buyuriladi, shuningdek ingalatsiya, chayish, uvish uchun tavsiya etiladi. Tibbiyot amaliyotida natriyning (xloridi, bromidi, iodidi, sulfati, tiosulfati, nitriti va b.) hamda kaliyning (xloridi, bromidi, iodidi va b.) keng qo'llaniladi.

Natriy xloridning ( $\text{NaCl}$ ) suvdagi 0,9%li eritmasi izotonik eritma deyiladi. U organizm ko'p suyuqlik yo'qotganda quyiladi. 3—5—10% li eritmaları gipertonik eritma deyiladi va yaralarga yiring tortuvchi vosita sifatida qo'yiladi. 2—5% li  $\text{NaCl}$   $\text{AgNO}_3$  bilan zaharlanish sodir bo'lganda buyuriladi, shunda  $\text{AgCl}$  cho'kmasi hosil bo'lishi hisobiga zaharlanish oqibatları tezda so'nadi.

Natriy bromid ( $\text{NaBr}$ ) va kaliy bromid ( $\text{KBr}$ ) tibbiyotda tinchlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Ular bosh miya qobig'idagi qo'zg'alish va tinchlantirish jarayonlarini me'yoriga keltiradi.

Natriy yodid ( $\text{NaI}$ ) bo'qoq va endokrin kasalliklarini davolashda tavsiya etiladi.

## 15.5. II A guruh elementlari

Bu guruh metallari qatoriga berilliy, magniy, kalsiy, stronsiy, bariy va radiy kiradi. Ular erkin holatda ishqoriy metallarga nisbatan qattiqroq. Ular yengil metallar, ammo ishqoriy metallardan suyuqlanish harorati balandroq. Xossalari jihatidan berilliy aluminiyga o'xshab ketadi. Ularda diagonal o'xshashlik kuzatiladi. Bu guruh elementlarining eng asosiy ko'rsatkichlari 32-jadvalda keltirilgan. Bu guruh elementlarining oksidlanish darajasi +2. Ularning sirtqi qavatida  $ns^2$  holatda 2 tadan elektron bor. Bu guruh metallarining xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsiz. Atom radiusi kattalashgan sari qaytaruvchi xossalari kuchayib boradi.

$\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ra}^{2+}$  qatorida ionlarning radiusi ortib, shu metallar gidroksidlarining asoslik xossalari kuchayadi.

Kalsiy, stronsiy va bariy qadimdan ishqoriy-yer metallari nomi bilan mashhur. Bunday nom metallarning gidroksidlarini ishqoriy xossaga egaligidan kelib chiqqan.

**Berilliy.** Berilliy 1827-yilda Veller berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olgan. Yer sharida kam tarqalgan. Asosan berill minerali holatida uchraydi  $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$ , uning tarkibida 14% BeO mavjud. Aleksandrit (xrizoberill) minerali quyidagi tarkibga ega  $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (Fenakit) minerali ham bor bo'lib, uning formulasi  $2\text{BeO} \cdot \text{SiO}_2$ . Metall holatdagi berilliy uning birikmalarini elektroliz qilib olinadi. Elektroliz uchun olingan suyuqlanma 50%  $\text{BeCl}_2$  va 50%  $\text{NaCl}$  (mass. %) bunda aralashmaning suyuqlanish harorati  $300^\circ\text{C}$  gacha kamayadi ( $\text{BeCl}_2$  niki  $440^\circ\text{C}$ ).

Tabiatda uchraydigan berilliy izotopining massa soni 9 ga teng.

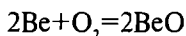
32-jadval

## II A guruh elementlarining asosiy kattaliklari

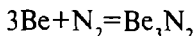
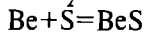
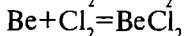
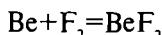
| Asosiy kattaliklar                                       | Be                  | Mg     | Ca     | Sr                  | Ba                  | Ra                 |
|----------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Atom massa                                               | 9,01                | 12,31  | 40,08  | 87,62               | 137,3               | [226]              |
| Elektron formulasi                                       | $2s^2$              | $3s^2$ | $4s^2$ | $5s^2$              | $6s^2$              | $7s^2$             |
| Atom radiusi, nm                                         | 0,113               | 0,160  | 0,197  | 0,215               | 0,221               | 0,235              |
| $\text{Me}^{2+}$ ion radiusi, nm                         | 0,034               | 0,074  | 0,104  | 0,120               | 0,193               | 0,194              |
| Suyuql. harorati, $^\circ\text{C}$                       | 1283                | 650    | 847    | 720                 | 718                 | —                  |
| Zichligi, $\text{g/sm}^3$                                | 1,85                | 1,74   | 1,54   | 2,63                | 3,76                | —                  |
| Ionlanish energiyasi, $\text{M} \rightarrow \text{Me}^+$ | 9,323               | 7,645  | 6,133  | 5,695               | 5,212               | 5,28               |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, %                           | $3,8 \cdot 10^{-4}$ | 1,9    | 3,3    | $3,4 \cdot 10^{-2}$ | $6,5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-10}$ |

**Xossalari.** Berilliy kul rang tusli yengil metall. Qattiq va mo'rt modda. Metallning sirti oksid parda bilan qoplangani uchun kimyoviy faolligi kam.

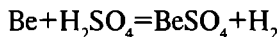
Qizdirilganda kislorod va havoda berilliy oksidini hosil qiladi:



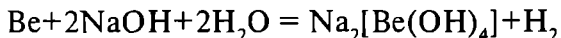
Oz isitilganda galogenlar, oltingugurt va azot bilan ta'sirlashib ancha barqaror birikmalar hosil qiladi:



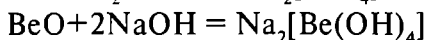
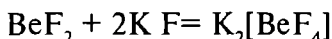
Suyultirilgan sulfat va xlorid kislotada eriydi. Issiq nitrat kislotada eriydi, lekin soviq nitrat kislotada passivlashadi:



Berilliy ishqorlarda eriydi va gidroksoberillatlar hosil qiladi:

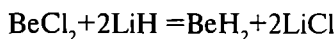


$\text{BeO}$  ( $t_{\text{syuq.}} 2560^\circ\text{C}$ ) va  $\text{Be}(\text{OH})_2$  ham amfoterlik xossasiga ega.  $\text{BeF}_2$  ishqoriy metallar ftoridlari bilan ftor berillatlar hosil qiladi.  $\text{BeF}_2$  suvda oz eriydi:

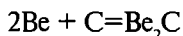


Berilliy tuzlari oson gidrolizga uchraydi, bu tuzlar zaharli, lekin shirin ta'mli bo'ladi. Kislotali muhitda  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  akva kompleks hosil bo'ladi. Ishqoriy muhitda bo'lsa  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$  gidrokso komplekslar barqaror bo'ladi. Berilliy va uning birikmalari chang holatda atmosferada tarqalgani juda xavfli.

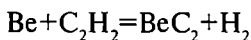
$\text{BeH}_2$  polimer strukturali qattiq modda. U berilliy xloridning efirdagi eritmasiga litiy gidridi ta'sir qilib olinadi:



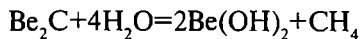
Berilliy karbidlari o'zgaruvchan tarkibga ega ( $\text{Be}_2\text{C}$  va  $\text{BeC}_2$ ):



Yuqori haroratda berilliyga atsetilen ta'siridan olinadi:



$\text{BeC}_2$  gidrolizida atsetilen hosil bo'ladi. Agar  $\text{Be}_2\text{C}$  ga suv ta'sir ettirilsa:



$\text{BeCl}_2$  suvda yaxshi eriydigan. O'ziga suv tortuvchi rangsiz modda.

Berilliy ko'p metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Berilliy asosida inter metall birikmalar berillidlar olingan. Bu qotishmalar yuqori haroratda suyuqlanadi. Bunday qotishmalar samolyotsozlikda ishlatiladi ( $\text{TiBe}_{12}$ ,  $\text{MoBe}_{12}$ ,  $\text{NbBe}_{12}$  va boshqlar).

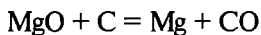
Berilliy birikmalari o'simliklar uchun xavfsiz, lekin tirik organizm uchun zaharli. Organizmda berilliy eruvchan fosfatlar hosil qilgani uchun ham suyakni bo'sh va mo'rt qilib qo'yadi. Berilliy birikmalari teriga ta'sir etadi.

**Magniy.** Magniy tabiatda keng tarqalgan. Uni 1808-yilda X.Devi magniy sulfatini elektroliz qilib olgan. Asosiy minerallari magnezit  $MgCO_3$ ; dolomit  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ; karnallit  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Dengiz suvida  $MgCl_2$  ning miqdori 0,38 % ga boradi, lekin ba'zi ko'llarda uning miqdori 30% ga ham yetadi. Magniyning yer po'stlog'idagi miqdori 2 % atrofida bo'ladi.

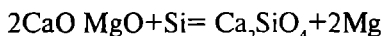
Tabiatda magniyning uchta izotopi bor:  $^{12}_{24}Mg$  (78,6%),  $^{12}_{25}Mg$  (10,11%),  $^{12}_{26}Mg$  (11,29%). Uning uchta sun'iy izotopi ham olingan.

**Olinishi.** Magniy  $MgCl_2$  yoki suvsizlantirilgan karnallitni elektroliz qilib olinadi.

Magniy oksidi yuqori haroratda ko'mir bilan qaytarilishi orqali ham olinishi mumkin:



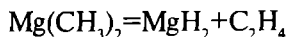
Magniy olish uchun yuqori haroratda (1200—1300°C) elektr pechlarda va vakuumda dolomitni parchalab, hosil bo'lgan mahsulotlarga kremniy ta'sir ettiriladi:



**Xossalari.** Magniy oq, kumushsimon, yengil metall. Havoda kam o'zgaradi, uning ustini oksid pardasi qoplagan.

Magniy kislotalardan oson vodorodni siqib chiqaradi. Suv bilan qaynatilganda oson ta'sir etadi. Havoda qizdirilganda  $MgO$  va ozgina  $Mg_3N_2$  hosil qiladi.

Magniy gidridi  $MgH_2$  kumush rang qattiq modda. U 175°C da magniy dimetilning parchalanishidan hosil bo'ladi:



Magniyga vodorod ta'sir ettilganda ham agar katalizator sifatida magniy iodid ishlatilsa magniy gidridi hosil bo'ladi.

$MgO$   $MgCO_3$  dan olinadi. U kuydirilgan magneziiy deyiladi. Magniy oksidi 2800°C da suyuqlanadigan kristall modda. Undan o'tga chidamli buyumlar, idishlar va tugel yasaladi.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  suvda kam eriydigan, o'rtacha kuchli elektrolit:  $EK=1,2 \cdot 10^{-11}$ .

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  magniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilib olinadi. Magniy tuzlariga soda qo'silganda gidroksikarbonatlar hosil bo'ladi. Bu tuz oq magneziiy nomi bilan tibbiyotda ishlatiladi. Tabiatdagi silikatlardan talk  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  bolalar upasi tarkibiga kiradi. Asbest  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$  issiq saqlovchi material sifatida ishlatiladi.

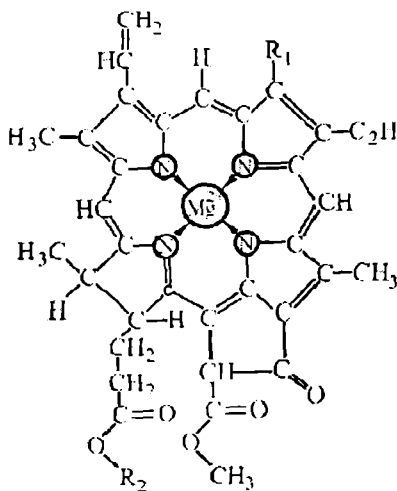
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dengiz suvidan olinadi. Uning asosida magnezial sement tayyorlanadi.

Magniy sulfat —  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  gepta gidrat, taxir tuz deyiladi.

Magniy karbid  $\text{MgC}_2$  atsetilenidlar jumlasiga kiradi.

Magniyning suvda yomon eriydigan tuzlari qatoriga  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{MgF}_2$  kiritish mumkin.

Magniyning kompleks birikmalari o'simliklar va hayvonlar hayotida muhim o'rin tutadi. Magniy o'simliklarda yashil rang beruvchi xlorofildagi asosiy kompleks hosil qiluvchi ion hisoblanadi (35-rasm):



35-rasm. Magniyning kompleks birikmasi xlorofilning tuzilishi:

$R_1$  — gidrofil radikal;  $R_2$  — gidrofob radikal.

Bu kompleksda  $\text{Mg}^{2+}$  markaziy ion unung koordinatsion soni 4 ga teng. Ligand sifatida turli guruhlar bilan bog'langan pirrol

halqalari turadi. II A guruhdagi barcha kationlar ichida  $Mg^{2+}$  ionida azot atomi tutgan birikmalar bilan koordinatsion bog' hosil qilishga moyillik kuchli bo'lsa, bu guruhning qolgan elementlarida bo'lsa kislorod bilan koordinatsiyalanishga moyillik yuqoridir.

Kalsiyni tabiatda uchrashi  $CaCO_3$ , marmar oxaktosh gips —  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , fosforitlar —  $Ca_3(PO_4)_2$  ma'lum. Kalsiy ftoridlar va apatitlar holida ham keng tarqalgan. Kasiy gidrokarbonat  $Ca(HCO_3)_2$ , magniy gidrokarbonat  $Mg(HCO_3)_2$  va kamroq  $Fe(HCO_3)_2$  tabiiy suv tarkibidagi.

**Kalsiy guruhchasi.** Bu guruhchaga kalsiy, stronsiy, bariy va radiyni kiritish mumkin. Yer po'stlog'ida kalsiy miqdori 3 %. Tabiatda ohaktosh, marmar- muvaqqat qattiqlikni hosil qiladi.

Yer qobig'ida kalsiyning oltita, stronsiyning to'rtta va bariyning yettita turg'un izotopi bor. Eng ko'p tarqalgan izotoplarga:  $^{40}_{20}Ca$  (96,97%),  $^{88}_{38}Sr$  (82,56%) va  $^{88}_{56}Ba$  (71,66%).

Ishqoriy-yer metallarining galogenidlari, nitratlari va boshqa tuzlari deyarli gidrolizlanmaydi.

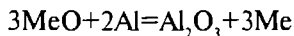
Bariy tabiatda og'ir shpat  $BaSO_4$  holida, viterit holida  $BaCO_3$  uchraydi.

Stronsiyning muhim minerallari stronsianit  $SrCO_3$  va selestin  $SrSO_4$  hisoblanadi.

Galogenidlar ammiak ta'sirida ammiakatlar hosil qiladi. Ammiakatlarda ishqoriy-yer metallarining k.s. 8 ga teng.  $[Ca(NH_3)_8]Cl_2$ ;  $[Sr(NH_3)_8]Cl_2$  va  $[Ba(NH_3)_8]Cl_2$ . Ammiakatlarning barqarorligi kalsiydan bariyga qarab zaiflashadi.

Ca-Sr-Ba qatorida metallarning suv bilan ta'siridagi faolligi ortib boradi.

**Olinishi.** Kalsiy, stronsiy va bariy asosan suyqlanmalar elektrolizi orqali olinadi. Bu metallar erkin holda aluminotermiya usulida ham elektr pechlarda vakuumda olinishi mumkin:



Metallarning faolligi yuqori. Shuning uchun bu metallar ishqoriy metallarga o'xshash saqlanadi.

**Xossalari.** Erkin holda kalsiy, stronsiy, bariy oq kumushsimon metallardir. Havoda ularning sirti tezda oksid parda bilan qoplanadi.

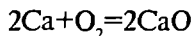


Kalsiy anchagina qattiq. Stronsiy va bariy qattiqligi qo'rg'oshinga o'xshab ketadi.

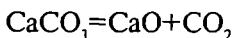
Metallarning faolligi Ca-Sr -Ba-Ra qatorida ortib boradi.

Kalsiy va uning analoglari peroksidlar ( $\text{MeO}_2$ ) va superoksidlar ( $\text{MeO}_4$ ) hosil qiladi.

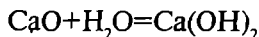
**Kalsiy.** Havoda kalsiy sirti oksid parda bilan qoplanadi. Bunda uning oksidi hosil bo'ladi:



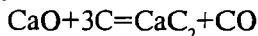
$\text{CaO}$  oq qattiq modda suvda kam eriydi. Sanoatda ohaktoshni parchalab olinadi:



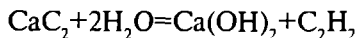
Kalsiy oksidi kuydirilgan ohak yoki so'ndirilmagan ohak nomi bilan ma'lum. Kalsiy oksidi suv bilan ta'sirlashib so'ndirilgan ohakni hosil qiladi:



Qizdirilganda kalsiy oksidi ta'sirida kalsiy karbidi hosil bo'ladi:

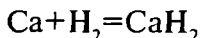


Kalsiy karbidi gidrolizlanganda atsetilen ajralib chiqadi:

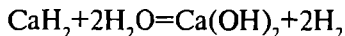


Bu reaksiyadan texnikada atsetilen olish uchun ishlatiladi.

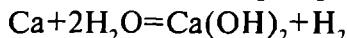
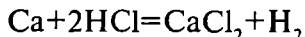
Vodorod atmosferasida qizdirilsa kalsiy gidridini hosil qiladi:



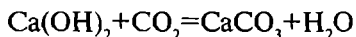
Kalsiy gidridi oson gidrolizga uchraydi hamda kalsiy gidroksidi va vodorod hosil qiladi:



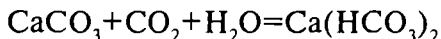
Kalsiy kislotalar va suv bilan shiddatli ta'sirlashadi hamda bu jarayonlarda vodorod ajraladi:



Kalsiy gidroksidi kuchli asos. Bir litr suvda 1,56 g kalsiy gidroksidi eriydi. Bu asosning to'yingan eritmasi ohakli suv deyiladi va qurulishda ishlatiladi. Agar ohakli suvdan karbonat ангидрид  $\text{CO}_2$  o'tkazilsa, oq cho'kma hosil bo'ladi:



Agar  $\text{CO}_2$  o'tkazish davom ettirilsa cho'kma erib, kalsiy gidrokarbonat hosil bo'ladi:



Kalsiy silikat va kalsiy aluminatlar asosida sement hosil bo'lib, bulardan portlandsement quyidagi tarkibga ega: Ca 58—66%;  $\text{SiO}_2$  18—26%;  $\text{SO}_3$  0,5—2,5 %; MgO 1—5%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2—5%, Na va K 2% gacha.

Kalsiyning eng muhim tuzlari qatoriga kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$  kiradi. Kalsiyning sulfidlari, fosfatlari yomon eriydi.

**II A guruh elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati.** Organizmda magniy ioni yetishmasa yurak-qon tomirlar faoliyati buzilib, kasallikka chalinish ehtimolligi ortadi. Tarkibida magniy tutgan ko'pdan-ko'p moddalar tibbiyotda dori sifatida ishlatiladi. Magniy sulfati ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) tinchlantiruvchi va og'riq qoldiruvchi hamda surgi sifatida buyuriladi. Magniy oksidi (MgO) va magniy karbonati ( $\text{MgCO}_3$ ) meda-ichak kasalliklarida dori sifatida qo'llaniladi.

Magniy ayniqsa o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydi. Magniy o'simliklardagi yashil modda xlorofil tarkibiga kiradi. Xlorofil yordamida o'simliklarda fotosintez jarayoni ro'y beradi.

Kalsiyning tirik organizm uchun o'rni beqiyos. Odam organizmida 1,4 % gacha kalsiy bo'ladi (70 kg ga 1400 g.). Organizmdagi kalsiyning 99% suyak to'qimalarida joylashgan. Suyakda kalsiy asosan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  va  $\text{CaCO}_3$  holatida bo'ladi. Odam organizmining kalsiyga bo'lgan ehtiyoji kuniga 1 g ni tashkil etadi.

Kalsiy to'qima membranalari va mushaklarning normal ishlashi uchun zarur, u qonning ivishiga ta'sir etadi.

Qondagi kalsiy miqdorini gormonlar tartibga solib turadi.

Tarkibida kalsiy bo'lgan ko'p dori moddalari bor. Kalsiy xlorid ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) allergik, raxit, shamollash va teri kasalliklarida buyuriladi. Bundan tashqari, kalsiy glukonat, kalsiy laktat, kalsiy gliserofosfat va boshqalar tibbiyotda dori modda sifatida keng qo'llanilmoqda.

Bariy sulfati  $\text{BaSO}_4$  rentgen kontrast modda sifatida ishlatiladi.

MgO va  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$  oshqozonning kislotaligi ortib ketganida ichish uchun buyuriladi.

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — achiq tuz yoki inglizlar tuzi nomi bilan mashhur. Bu modda tinchlantiruvchi, qaqshashga qarshi, spazmolotik ta'sirga ega bo'lib, surgi sifatida ham tavsiya etiladi.

Kalsiy va stronsiyning xossalari juda yaqinligi tufayli suyak to'qimalaridagi almashinish reaksiyalarida kalsiy o'rniga stronsiy qoladi. Bu borada ayniqsa stronsiyning radioaktiv izotoplari juda xavfli bo'lib, ular yadro reaksiyalarida hosil bo'ladi.

## 15.6. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari

Tabiatdagi suv tarkibida kalsiy va magniy tuzlarining mavjudligi suvning qattiqligini yuzaga keltiradi. Suvning qattiqligi ikkiga bo'linadi: vaqtinchalik qattiqlik va doimiy qattiqlik. Vaqtinchalik qattiqlik sababi suvda gidrokarbonatlarning borligidir. Doimiy qattiqlikka sabab kalsiy va magniy sulfatlari hamda xloridlarining suv tarkibida bo'lishi hisoblanadi.

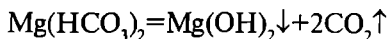
Suvning qattiqligi bir litr suvdagi erigan  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari-ning mg-ekv. (milligramm ekvivalent) miqdori bilan o'lchanadi. Suvning qattiqligi quyidagicha hisoblanadi:

$$[\text{Qattiqlik}] = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{20,04 \cdot V} + \frac{m(\text{Mg}^{2+})}{12,16 \cdot V}.$$

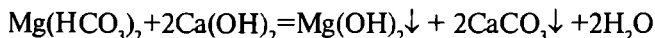
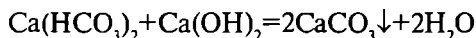
bunda:  $m(\text{Ca}^{2+})$  — kalsiy ionlarining massasi, mg;  $m(\text{Mg}^{2+})$  — magniy ionlarining massasi; V — suvning eritmadagi hajmi.

Agar suvning qattiqligi 4—7 mg-ekv/l bo'lsa, yumshoq suv deyiladi. Bunday suv iste'mol qilish uchun yaroqlidir. Agar qattiqlik 7—14 mg-ekv/l orasida bo'lsa, bunday suv ichish uchun ham texnologik jarayon uchun ham yaroqsiz bo'ladi.

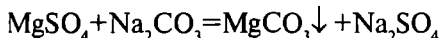
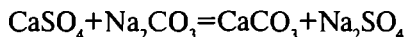
Suvning vaqtinchalik qattiqligi qaynatish orqali yo'qotiladi. Bu jarayonda gidrokarbonatlar erimaydigan karbonatlarga o'tib, cho'kmaga tushadi:



Qattqlik kimyoviy ishlov berish orqali ham yo'qotiladi. Buning uchun qattiq suvga so'ndirilgan ohak yoki soda qo'shiladi. Ohak asosan suvning vaqtinchalik qattqligini yo'qotadi:

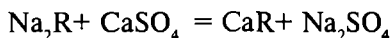
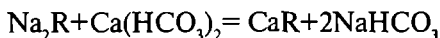


Agar doimiy qattqlikka ega bo'lgan suvga soda qo'shilsa, quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



$\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlarini yo'qotish uchun bura, potash va natriy fosfati ham ishlatiladi.

Hozirgi paytda suvning qattqligini yo'qotish uchun tabiiy va sun'iy ionitlar keng qo'llanilmoqda. Ionitlar alumosilikatlar toifasiga kirib, quyidagi formulaga ega  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Alumosilikatlar tarkibidagi  $\text{Na}^+$  ionlari  $\text{Ca}^{2+}$  yoki  $\text{Mg}^{2+}$  ionlariga almashadi:



Suvni yumshatish uchun yuqori molekular ionitlar ham ishlatilib, ular ion almashinuvchi smolalar deyiladi. Bunday ionitlar tarkibida  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{SO}_3\text{Na}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{COONa}$  guruhlari bo'lib, ular o'z tarkibidagi kationlarni almashtiradi. Anionitlar tarkibida harakatchan asos guruhlari bo'lib, ular anionlarni almashtiradi. Bu ionitlarda faol guruhlari  $-\text{NH}_2$ ;  $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-\text{NH}_3\text{Cl}$  hisoblanadi. Shunday ionitlardan suvni o'tkazib juda toza suv, hatto distillangan suv olish mumkin. Ionitlar qo'llash kam xarj, arzon va samarali usul hisoblanadi.

## 15- bobga oid savol va masalalar

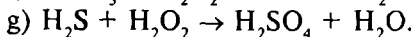
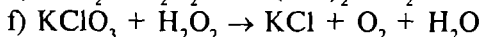
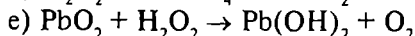
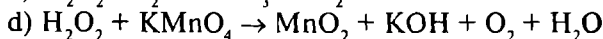
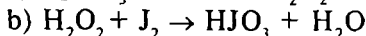
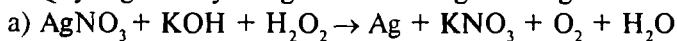
1. Vodorodni elektroliz usulida olish uchun quyidagi elektrolit eritmalarining qaysi birlaridan foydalanish mumkin?

$\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ . Javobingizni asoslang.

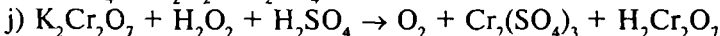
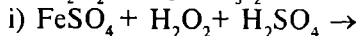
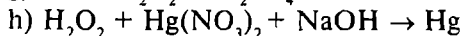
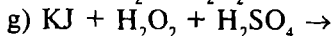
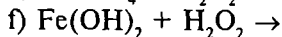
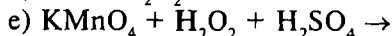
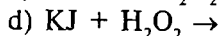
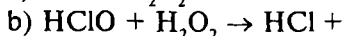
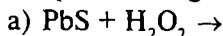
2.  $500 \text{ m}^3$  (n.sh.) vodorod olish uchun necha kg  $\text{CaH}_2$  yoki rux va sulfat kislota kerak bo'ladi? (*Javob:* 470 kg  $\text{CaH}_2$ , 1960 kg Zn, 2190 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

3. 150 g  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasiga marganes (IV) oksid qo'shilganda  $10^{-3} \text{ m}^3$  (n.sh.) kislorod ajralib chiqqan. Berilgan eritmaning foiz konsentrat-siyasini hisoblang. (*Javob:* 2,02%).

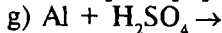
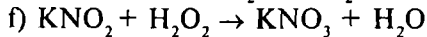
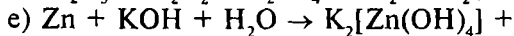
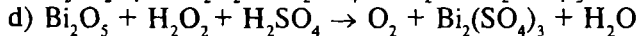
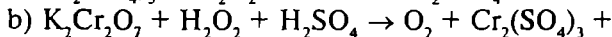
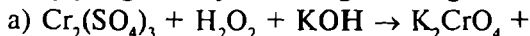
4. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tenglashtiring:



5. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang, tenglashtiring hamda vodorod peroksidning oksidlovchimi yoki qaytaruvchi ekanligini ko'rsating:



6. Quyidagi reaksiyalarni tenglashtiring:



7. Vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi tenglamasini yozing. Yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring. Bu reaksiyani tezlashtiruvchi katalizatorlarni ko'rsating. Vodorod peroksidning dissotsialanish tenglamasini tuzing. Uning struktura formulasini yozing.

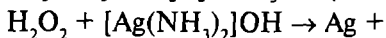
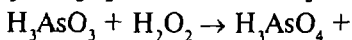
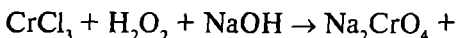
8. Vodorod peroksidning chinligini tekshirish uchun unga suyultirilgan sulfat kislota, efir va kaliy dixromat qo'shib chayqatiladi. Bunda efir qavati

ko'k rangga bo'yaladi. Reaksiya tenglamasini yozing. Efir qavatidagi ko'k rangli modda struktura formulasini yozing. Bu birikmada xromning oksidlanish darajasini aniqlang. Efirning rolini ko'rsating.

9. Kislotali muhitda vodorod peroksidning KJ va  $\text{KMnO}_4$  bilan reaksiyalarini yarim reaksiya usulida tenglashtiring. Oksidlovchi va qaytaruvchilarni ko'rsating.

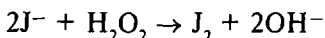
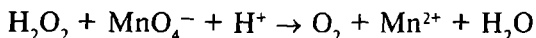
10. 100 ml 0,1 M  $\text{FeSO}_4$  eritmasini oksidlash uchun kislotali muhitda 0,1 M  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasidan qancha hajm sarflanadi?

11. Quyidagi reaksiyalarda peroksidlarning oksidlovchi va qaytaruvchi ekanligini ko'rsating. Reaksiya tenglamalarini tugallab, yarim reaksiya usulida tenglashtiring:



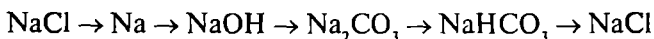
12. Vodorod peroksid oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday xossalarni namoyon qila oladi? Vodorod peroksidning KJ va  $\text{Ag}_2\text{O}$  bilan reaksiya tenglamalarini yozib, yarim reaksiya usulida tenglashtiring.

13. Ion tenglamalari berilgan quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining elektron va molekular tenglamalarini yozing:



Har bir reaksiyada oksidlovchi va qaytaruvchi ionlarni ko'rsating.

14. Quyidagi jarayonlarni amalga oshirishga yordam beradigan reaksiyalarning tenglamalarini yozing:



15. 19,6 g ishqoriy metall suv bilan reaksiyaga kirishganda 4,48 l gaz (n.sh.) ajralib chiqqan. Reaksiya uchun qanday metall olingan? (Javob: kaliy).

16. 117 kg osh tuzida Solvey usulida qancha soda olish mumkin? (Javob: 106 kg).

17. 15,3 g bariy oksidning suvdagi eritmasini neytrallash uchun qancha hajm uglerod (IV) oksid (n.sh.) kerak bo'ladi va qancha tuz hosil bo'ladi? (Javob: 2,24 l  $\text{CO}_2$ , 19,7 g  $\text{BaCO}_3$ ).

18. So'ndirilgan ohak, kalsiy karbonat va kalsiy sulfat aralashmasi bor. Bu aralashmaning 31 g ga xlorid kislota ta'sir ettirilganda 2,24 l gaz ajralib

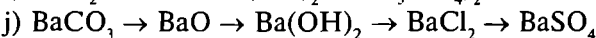
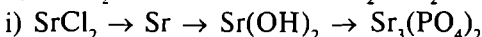
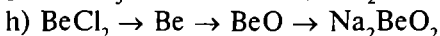
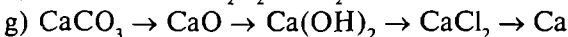
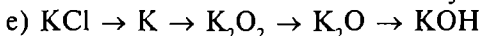
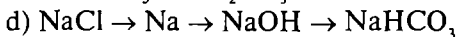
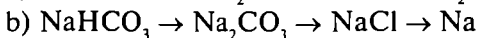
chiqqan va 13,6 g qattiq qoldiq qolgan. Aralashmaning foiz tarkibini ifodalang. (Javob: 13,6 g  $\text{CaSO}_4$ , 10 g  $\text{CaCO}_3$ , 7,4 g  $\text{Ca(OH)}_2$ ).

19. Qanday ionlar tabiiy suvning qattiqligini belgilaydi? Qattiq suvga a)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; b)  $\text{NaOH}$ ; d)  $\text{Ca(OH)}_2$  qo'shganda boradigan reaksiya tenglamalarini yozing.

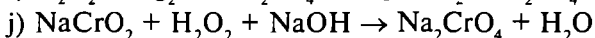
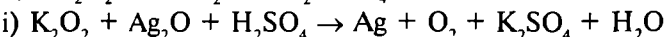
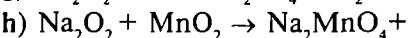
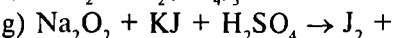
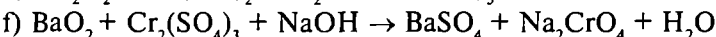
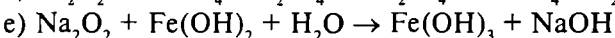
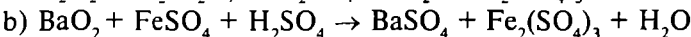
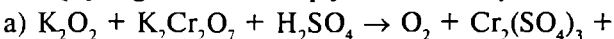
20. Tarkibida 0,146 g magniy gidrokarbonat bo'lgan 1 l suvning vaqtincha qattiqligini hisoblang. (Javob: 2 mekv/l).

21. Umumiy qattiqligi 4,6 mekv/l bo'lgan 5 l suvni yumshatish uchun qancha natriy karbonat sarf bo'ladi? (Javob: 1,22 g).

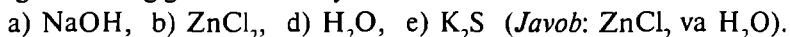
22. Quyidagi jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan reaksiya tenglamalarini yozing:



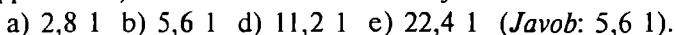
23. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtiring:



24. Natriy karbonat eritmasiga quyidagi moddalardan qaysi birini qo'shganda uning gidrolizi kuchayadi?



25.  $\text{NaOH}$  eritmasini elektroliz qilganda anodda 2,8 l kislorod ajralib chiqqan bo'lsa, katodda necha l vodorod ajraladi?



26. 10 g natriy amalgamasining suv bilan ta'sirlashishida hosil bo'lgan ishqorni neytrallash uchun 0,1 n xlorid kislota eritmasidan 100 ml sarflangan. Amalgamadagi natriyning massa ulushini aniqlang.

27. Natriy gidroksid eritmasini quyidagi gazlar bilan to'yintirganda borish mumkin bo'lgan reaksiya tenglamalarini yozing:

$\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ . Hosil bo'lgan tuzlar struktura formulalarini yozing.

28. Quyidagi birikmalarning suv bilan reaksiya tenglamalarini yozing:  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{KO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaH}$ ,  $\text{Na}_3\text{N}$ .

29. Kalsiy nitrid, gidrid va karbid hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini yozing. Bu birikmalarning suv bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

30. Kalsiyning suv, xlorid kislota, suyultirilgan va konsentrlangan nitrat kislota bilan reaksiya tenglamalarini tuzing. Nitrat kislota bilan reaksiya tenglamalarini yarim reaksiya usulida tenglashtiring.

31. Quyidagi jarayonlarni amalga oshiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing:  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

32. Quyidagi jarayonlarni amalga oshiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing:  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$

33. Suvga vaqtincha va doimiy qattqlik beruvchi ionlarni ko'rsating. Suvning yumshatish usullari va reaksiya tenglamalarini yozing.

34. 1 l suvda 0,292 g magniy gidrokarbonat va 0,2025 g kalsiy gidrokarbonat bo'lsa, uning vaqtincha qattqligini aniqlang.

### 16- bob. III—V B GURUH ELEMENTLARI VA ULARNING XOSSALARI

Davriy jadvaldagi III B qo'shimcha guruhda skandiy, ittiriy va ulardan keyin bu guruhda lantan va aktiniy keladi. Bu elementlar tashqi qavatida 2 tadan elektronga ega. Tashqaridan ikkinchi qavatda bo'lsa 9 tadan elektron bor.

Jadvalda lantandan( $_{57}^{140}\text{La}$ ) keyin yana 14 ta element kelib, ularning tartib nomeri 58—71 orasidagi qiymatga ega. Bu elementlarning ko'p xossalari lantanga o'xshash, shuning uchun ham ular lantanoidlar yoki siyrak -yer elementlari ham deyiladi.



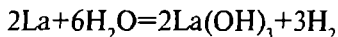
Lantandan keyingi element aktiniy hisoblanib ( $\text{Ac}_{89}^{227}$ ), unga ham xossalari o'xshash bo'lgan 14 ta element bor. Bu elementlarning tartib nomeri 90—103 orasida bo'lib, ular aktinoidlar deb ataladi. Bu guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari 33-jadvalda keltirilgan.

33-jadval

### III B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                                         | Skandiy           | Ittiry              | Lantan              | Actiniy            |
|------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Atom massa                                                 | 44,956            | 88,905              | 138,91              | 227                |
| Elektron formulasi                                         | $3d^1 4s^2$       | $4d^1 5s^2$         | $5d^1 6s^2$         | $6d^1 7s^2$        |
| Atom radiusi, nm                                           | 0,164             | 0,181               | 0,187               | 0,203              |
| Ion radiusi, nm( $\text{E}^{3+}$ )                         | 0,083             | 0,097               | 0,104               | 0,111              |
| Suyuql. harorati, °C                                       | 1539              | 1525                | 920                 | 1040               |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>                                | 3,0               | 4,47                | 6,16                | 10,1               |
| Ionlanish energiyasi<br>$\text{M} \rightarrow \text{Me}^+$ | 6,56              | 6,21                | 5,57                | 5,10               |
| Yer po'stlog'ida<br>tarqalishi, %                          | $6 \cdot 10^{-4}$ | $2,8 \cdot 10^{-3}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | $6 \cdot 10^{-10}$ |

Skandiy va uning analoglari aktivligi jihatidan ishqoriy va ishqoriy-yer metallaridan zaifroq xolos. Skandiydan aktiniyga borgan sari elementlarning faolligi ortib boradi. Bu metallar aktivlik qatorida vodoroddan ancha oldinda turadi. Skandiy passiv holatda bo'lgani uchun suv bilan ta'sirlashmaydi. Ammo lantan odatdagi sharoitdayoq suv bilan ta'sirlashadi:



Metallar suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  bilan faol metallarga o'xshash ta'sir etib, anionni  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gacha qaytaradi.

$\text{Me}_2\text{O}_3$  — qiyin suyuqlanuvchan oq rangli moddalar. Ularning asoslik xossalari Sc dan Ac ga qarab ortib boradi.  $\text{Me}(\text{OH})_3$  larning asoslik xossalari ham  $\text{Ac}(\text{OH})_3$  da eng kuchlidir.  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  da amfoterlik xossa kuzatilsa,  $\text{La}(\text{OH})_3$  ancha kuchli asos.

$\text{ScCl}_3$ — $\text{YCl}_3$ — $\text{LaCl}_3$ — $\text{AcCl}_3$  qatorida asoslik xossalar ortib boradi.

Odatdagi, bu metallar birikmalarining suyuqlanmalarini elektroliz qilib yoki metallar bilan qaytarish reaksiyasi orqali olinadi.

## 16.1 Skandiy birikmalari

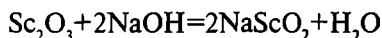
**Tabiatda uchrashi.** Bu elementlar tarqoq holda uchraydi. Ularning o'ziga xos minerallari yo'q. Bu elementlar tabiatda qalay, toriy, gafniy, uran, sirkoniy va lantanoidlar bilan birga uchraydi.

Skandiyning o'zi bo'lsa  $\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ , tortveytit,  $\text{ScPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sterettit holatida uchraydi.

**Fizik xossalari.** Skandiy oqish kul rang metall. Bu guruhda skandiy eng yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Juda mo'rt metall. Suyuqlanish harorati  $1539^\circ\text{C}$ .

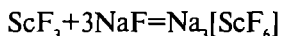
**Kimyoviy xossalari.** Skandiy ko'p metallmaslar bilan ta'sirlashadi. Suyultirilgan xlorid, sulfat va nitrat kislotada yaxshi eriydi. Uning oksidi  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  formulaga ega. Gidroksidi bo'lsa  $\text{Sc}(\text{OH})_3$  tarkibli.

Skandiy oksidi va gidroksidi amfoter xossaga ega:

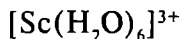


$\text{NaScO}_2$  natriy metaskandatlar hosil bo'ladi.

$\text{ScF}_3$  kompleks anion hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lib, bunday komplekslar ftorskandatlar deyiladi:



Eritmada juda oson gidrolizga uchraydigan akva — ion hosil bo'lishi ma'lum:



Skandiy gidridi  $\text{ScH}_2$  formulaga ega bo'lib, qora kukun, metallsimon tarkibli gidrid.  $\text{ScF}_3$  suvda erimaydi. Skandiyning xloridlari, bromidlari bo'lsa suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmalardan kristallogidratlar holida ajraladi  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Skandiy oson qo'sh tuzlar hosil qiladi, masalan,  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ .

Xossalari jihatidan skandiy s elementlarga o'xshab ketadi, d-va s- elementlar orasidagi holatni egallaydi.

**Ishlatilishi.** Skandiy metallarning sifatini yaxshilash uchun ishlatilib, yadro texnikasida neytronlar harakatini sekinlashtiruvchi modda sifatida qo'llaniladi.

Skandiy guruhi elementlarining amaliy ahamiyati hali batafsil o'rganilmagan.

## 16.2. Lantanoidlar va aktinoidlar

Lantanoidlar oilasiga 14 ta *f* element kirib, ular lantandan keyin keladigan elementlardir. Bu elementlar yadro zaryadining ortishi bilan oxirgi elektron tashqaridan uchinchi qavatning *f*-pog'onachasiga joylashadi, tashqi va tashqaridan ikkinchi qavat o'zgarishsiz qoladi. Ularning tashqi qavatida ikkitadan elektroni bor. Shuning uchun ham lantanoidlar kimyoviy xossalari jihatidan bir-biriga o'xshash xossalarga ega.

Lantanoidlarning xossalari La va Y ga oxshab ketadi. Ularning oksidlanish darajasi +3. La, Gd va Lu o'zgaruvchan valentlikka ega. Ce bo'lsa uch va to'rt valentlikni namoyon etadi. Ba'zi lantanoidlar ikki valentlikli holatga ham ega.

Lantanoidlarda yadro zaryadi ortgani bilan Ce dan Lu ga qarab ion radiusi kamayib (lantanoidlar siqilishi) borishi kuzatiladi.

**Fizik xossalari.** Ular odatdagi sharoitda oq kumush rang metallardir.

**Kimyoviy xossalari.** Faolligi jihatidan lantanoidlar ishqoriy yer metallariga yaqin turadi. Ular kislotalarda eriydi. Suv bilan ta'sirlashadi. Odatdagi sharoitda oson oksidlar hosil qiladi.

Ular yuqori haroratda galogenlar bilan ta'sirlashadi. Lantanoidlarning oksidlari, ftoridlari, sulfidlari suvda qiyin eriydigan va qiyin suyuqlanadigan birikmalardir.

Bu metallar xossalari bir-biriga juda yaqin bo'lgani uchun ularni toza holda ajratib olish ancha mushkul.

**Ishlatilishi.** Bu metallar rangli metallar olishda, elektron asboblari yaratishda, po'lat ishlab chiqarish va akkumulatorlar tayyorlashda qo'llanilishi ma'lum. Aluminiy va magniyga lantanoidlar qo'shilishi ularning yuqori haroratda chidamli bo'lishiga olib keladi.

**Aktinoidlar.** Bu elementlar aktiniydan keyin keladigan o'n to'rtta f elementlardir. Bu elementlarda ham tashqaridan uchunchi elektron qobig'ini elektronlariga to'lishi kuzatiladi (5f). Bu elementlar kimyoviy xossalardagi oxshashlik ularning tashqi qavatidagi elektron tuzilish bir xilligidan kelib chiqadi.

Aktinoidlarning barchalari +3 oksidlanish darajasiga ega. Bu jihatdan ular lantanoidlarga o'xshab ketadi. Th, Pa, U, Np (III) holatda ancha kuchli qaytaruvchilardir. Ular eritmada oson oksidlanadi.

Aktinoidlarning (III) gidroksodlari asoslik xossaga ega, lekin suvda kam eriydi. Ular kislotalar bilan oson ta'sir etadi.

Aktinoidlar uchun (IV) birikmalar ham ko'p uchraydi. Th, Pu, Pa, U, Np, Am va Cm (Kuriy) uchun ana shunday birikmalar ko'p. Bu elementlarning oksidlari qiyin suyuqlanuvchan va suvda erimaydigan moddalardir. Ular hatto kislotalar bilan ham ta'sirlashmaydi. Ishqorlarning suyuqlanmalarida ham erimaydi.  $\text{Me}(\text{OH})_4$  birikmalari kuchsiz asosli xossalarga ega. Aktinoidlar tuzlari tarkibida 4—12 molekula suv ushlaydi.  $\text{MeF}_4$  suvda qiyin eriydigan qiyin suyuqlanuvchi birikmalarga kiradi.  $\text{ThCl}_4$ ,  $\text{UCl}_4$ ,  $\text{PaCl}_4$ ,  $\text{NpCl}_4$  birikmalar olingan.  $\text{UBr}_4$  va  $\text{UI}_4$  ham ma'lum.

Aktinoidlar ichida +5 birikmalar Pa, Np va Pu da uchraydi. Bu birikmalarda asoslik xossalar kuchli.

U, Np, Pu va Am da +6 birikmalar uchrab, bunday birikmalar xrom hosilalariga o'xshab ketadi.  $\text{UO}_2^{2+}$  uranil,  $\text{NpO}_2^{2+}$  — neptunil,  $\text{PaO}_2^{2+}$  prataktil deyiladi. Masalan,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , uranil nitrat uranning eng ko'p tarqalgan birikmasidir.  $\text{Na}_2\text{UO}_4$  uranat va  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  diuranat tuzlari ma'lum. Bu tuzlardan rangli shisha olishda foydalaniladi.

+6 birikmalar uchun  $\text{UO}_2(\text{OH})_2$  ga o'xshash asos turdagi birikmalar ma'lum. Bunday birikmalar kislotalar bilan ta'sirlashadi. Masalan,  $\text{UO}_2\text{Cl}_2$  uranil xlorid.

U—Np—Pu — Am qatorida +6 birikmalarning barqarorligi kamayadi. Uranning barqaror oksidi  $\text{UO}_3$  olingan.  $\text{UF}_6$  dan  $\text{UCl}_6$  barqaror hisoblanadi.

Np, Pu va Am da oksidlanish darajasi +7 birikmalari ham uchraydi.  $\text{Me}_3\text{NpO}_5$  va  $\text{Me}_3\text{PuO}_5$  birikmalari ma'lum bo'lib,  $\text{NpO}_2(\text{OH})_3$  — qora qo'ngir gidroksid olingan.

### 16.3. IV B guruh elementlari

Bu guruh elementlariga Ti, Zr, Hf va Rf (Rezerfordiy) kiradi. Titan guruhi elementlarining tashqi qavatida 2 tadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda bo'lsa, yana ikkitadan elektronlar bor ( $d^2$ ).

Titan, Zr, Hf qiyin suyqlanuvchan metallar. Bu guruh metallarining eng asosiy kattaliklari 34-jadvalda keltirilgan.

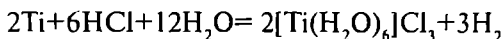
34-jadval

**Titan guruhi elementlarining eng asosiy kattaliklari**

| Asosiy kattaliklar            | Titan             | Sirkoniy          | Gafniy              | Rexerfordiy* |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|
| Atom massa                    | 47,88             | 91,224            | 178,49              | [261]        |
| Elektron formulasi            | $3d^24s^2$        | $4d^25s^2$        | $5d^26s^2$          | $6d^27s^2$   |
| Suyuql. harorati, °C          | 1668              | 1855              | 2220                | 2100         |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>   | 4,50              | 6,45              | 13,1                | 18           |
| Yer po'slog'ida tarqalishi, % | $6 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $3,2 \cdot 10^{-4}$ | —            |

\*taxminiy ma'lumotlar

Bu metallar korroziyaga chidamli. Metallar ustuni  $\text{MeO}_2$  tarkibli oksid pardasi qoplagan. Bu metallar konsentrlangan.  $\text{HNO}_3$  da passivlashadi. Sulfatlar, xloridlar, dengiz suvi ta'siriga chidamli. Qizdirilganda xlorid kislotada eriydi. Bunda titanning akva komplekslari hosil bo'ladi:



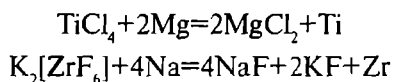
Ti, Zr va Gf ning gidridlari kul rang yoki qora rangli metallga o'xshaydigan kukunlardir. Shu metallarning gidridlaridan kukun holatdagi metallar olinadi.

$\text{TiO}_2$  kovalent birikma, lekin  $\text{Ti}_6\text{O}$  va  $\text{Ti}_3\text{O}$  — metallik birikma hisoblanadi.

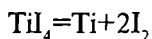
Bu guruh metallarining karbidlari va nitridlari juda yuqori haroratda (3000—4000°C) suyuqlanadigan birikmalarga kiradi. Karbidlar, nitridlar, silitsidlar o'zgaruvchan tarkibga ega.

**Tabiatda uchrashi.** Yer sharida titan ancha keng tarqalgan. Uning tabiiy minerallariga  $\text{TiO}_2$ , rutil,  $\text{CaTiO}_3$ , perovskit,  $\text{FeTiO}_3$  ilminit kabilar kiradi. Gafniy sirkoniy birikmalari bilan birgalikda uchraydi. Sirkoniyni tabiiy birikmalaridan  $\text{ZrSO}_4$  sirkon,  $\text{ZrO}_2$  beddeleit hisoblanadi.

**Olinishi.** Bu metallarning olinishi asosan faol metallar bilan qaytarishga asoslangan:



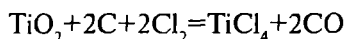
Juda toza metallar iodidlarni parchalash orqali olinishi mumkin:



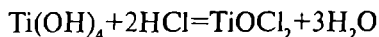
**Ishlatilishi.** Titan metallurgiyada qotishmalar holida keng qo'llaniladi. Ferrotitan va ferrosirkoniy tarkibida (50% gacha titan yoki sirkoniy) bo'ladi. Titan issiqqa chidamliligi, korroziyaga bardoshligi tufayli juda kerakli metall hisoblanadi. U kemalar, uchoqlar va yer osti konstruksiyalari tayyorlashda qo'llaniladi. Sirkoniy atom texnikasida ishlatiladi.

**Titanning birikmalari.** Titan (IV) birikmalari keng tarqalgan.  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiS}_2$ ,  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$  birikmalari ma'lum.  $\text{TiO}_2$  oq rangli 1870°C da suyuqlanadigan kukun modda. Bu oksid juda inert. Suvda, kislotalarda, ishqorlarda erimaydi.  $\text{TiCl}_4$  qattiq holda molekular kristall panjara hosil qiladi.

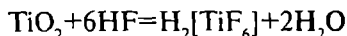
Titanning galogenli birikmalari uning oksididan olinadi. Oksidga, uglerod va xlor ta'sir ettiriladi:



Titan gidroksidlari o'zgaruvchan tarkibli va  $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  formulaga mos keladi. Uning gidroksidi kislotalar ta'siridan oksoxloridlar va oksosulfatlar hosil qiladi:

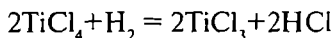


TiO<sub>2</sub> plavik kislotasida oson eriydi va anion komplekslar hosil qiladi:

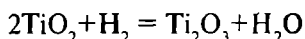


Titanning (IV) birikmalari qatoriga K<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>TiO<sub>4</sub> kabi tuzlarni ham kiritisa bo'лади.

Ti (IV) valentli birikmalarini yuqori haroratda (650°C) qaytarishda Ti (III) birikmalariga aylanadi:



TiO<sub>2</sub> yana ham yuqori haroratda (1200°C) qaytariladi:



Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> siyoh rangli birikma; TiCl<sub>3</sub> ham shunday rangga ega. Eritmada [Ti(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> akva ion mavjud. Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> suvda va ishqorlarda erimaydi. Ti<sup>3+</sup> birikmalari analitik kimyoda keng ishlatiladi.

#### 16.4. V B guruh elementlari

V B guruh elementlariga vannadiy, niobiy va tantal kirib, ularning ichida Va va Nb da tashqi qavatda ikkitadan elektronlar, Nb da bo'lsa tashqi qavatda birgina elektroni bor. Bu guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari 35-jadvalda keltirilgan.

35-jadval

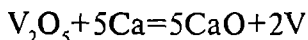
##### V B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                 | Vannadiy                        | Niobiy                          | Tantal                          |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Atom massasi                       | 50,942                          | 92,906                          | 180,947                         |
| Elektron formulasi                 | 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> | 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup> | 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup> |
| Atom radiusi, nm                   | 0,134                           | 0,145                           | 0,146                           |
| Ion radiusi, nm (E <sup>3+</sup> ) | 0,059                           | 0,066                           | 0,066                           |
| Ionlanish energiyasi, E → E, Ev    | 6,74                            | 6,88                            | 7,89                            |
| Suyuql. harorati, °C               | 1900                            | 2470                            | 3015                            |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>        | 5,96                            | 8,57                            | 16,6                            |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, %     | 1,5·10 <sup>-2</sup>            | 1·10 <sup>-3</sup>              | 2·10 <sup>-4</sup>              |

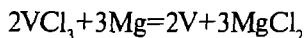
Asosiy guruh elementlaridan farqi elementlarning atom radiusi kichikligi va elementlarning atom hamda ion radiusdagi o'ziga xoslik hisoblanadi. Niobiy va tantalning atom radiuslari deyarli bir xil bo'lib qolgan.

Vannadiyning oksidlanish darajasi +2, +3+4 va +5. Niobiy va tantalning birikmalarda +5 oksidlanish darajasi barqaror hisoblanadi.

**Vannadiy.** Vannadiy yer sharida kam tarqalgan. Polimetall rudalardan vannadiy angidrid ( $V_2O_5$ ) olinadi. Toza metall  $V_2O_5$  dan kalsiy bilan qaytarish orqali olinadi:

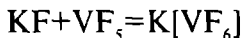


$VCl_3$  dan magniy metali bilan qaytarish orqali ham vannadiy olinishi mumkin:

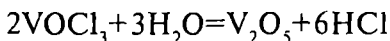


Ftorid, sulfat, nitrat kislotalarda eriydi. Suv, ishqorlar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Po'lat tarkibiga 1—3% qo'shilganda uning pishiqligi ortib, titrashga chidamliligi ortadi. Undan avtomobillarning o'qlari tayyorlanadi.

Vannadiy dioksidi ( $VO_2$ ) amfoter xossaga ega. VO va  $V_2O_3$  asoslik xossalarni namoyon etsa,  $V_2O_5$  kislotali xossasi yuqori. Vannadiy angidridi  $V_2O_5$  zarg'aldoq-qizil rangli qattiq modda (suyuql. harorati  $670^\circ C$ ). U ishqorlarda yaxshi eriydi va metavannadiy kislotasining ( $HVO_3$ ) tuzlarini yoki vanadatlarini hosil qiladi. Vannadiyni (V) ftoridi ma'lum —  $VF_5$  (suyuql. harorati  $19,5^\circ C$ ) quyuvq suyuqlik. Bu birikma oson anion komplekslar hosil qiladi:



$VOCl_3$  suyuq modda (suyuql. harorati  $-77^\circ C$ ). Bu birikma oson gidrolizga uchraydi:



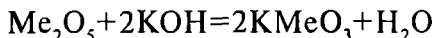
**Ishlatilishi.**  $V_2O_5$  — sulfat kislota olishda katalizator sifatida ishlatilib, shisha olishda, fotografiya va tibbiyotda qo'llaniladi.

**Niobiy va tantal.** Bu elementlar xossalari vannadiyga o'xshab ketadi. Ularning zichliklari katta ( $8,57$  va  $16,6 \text{ g/sm}^3$ ) hamda bu metallar yuqori suyuqlanish haroratiga ega ( $2500$  va  $3000^\circ C$ ).



Bu metallar xlorid, sulfat, nitrat, perxlorat kislotalar va zar suvi ta'siriga chidamli hamda bu kislotalar bilan ta'sirlashmaydi. Ayniqsa bu xossa tantalda yaqqol ko'rinadi. Bu metallar sirtini oksid pardasi( $Ta_2O_5$ ) qoplagan. Bu oksid pardasi ftor, vodorod ftorid va ishqorlarning suyuqlanmalaridagina erishi mumkin.

$Nb_2O_5$  (suyuql. harorati  $1490^\circ C$ ) va  $Ta_2O_5$  ( $1870^\circ C$ ) oq qattiq qiyin suyuqlanuvchan kristall moddalardir. Niobiy va tantal (V) oksidlari kimyoviy jihatdan inert bo'lib, suv, kislotalar bilan ta'sir etmasdan faqat ishqorlar suyuqlanmalari bilan ta'sirlashadi:



$K_2NbO_3$  va  $K_2TaO_3$  niobat hamda tantalat kislotalarning tuzlari niobatlar va vannadatlar deyiladi.

$NbF_5$  (suyuql. harorati  $80^\circ C$ ) va  $TaF_5$  (suyuql. harorati  $95^\circ C$ ) kristall moddalardir. Nb va Ta ftoridlarining juda ko'p anion komplekslari olingan:  $K[MeF_6]$ ,  $K_2[MeF_7]$ ,  $K_2[MeF_6]$ ,  $K[MeCl_6]$ .

**Ishlatilishi.** Tantal elektronikada va mashinasozlikda keng ko'lamda ishlatiladi. Tantal tirik organizm to'qimalari bilan ta'sirlashmaganligi uchun undan jarrohlikda singan suyaklarni ulashda foydalaniladi. Bunday tantal simlar uzoq vaqt organizmga hech qanday zarar bermaydi.

Niobiy bo'lsa issiqqa chidamli qotishmalar olishda qo'llaniladi. Po'lat tarkibiga 4 % gacha niobiy qo'shilsa, undan bug' qozonlari tayyorlasa bo'ladi.

## *17-bob. VI B GURUH ELEMENTLARI*

### **17.1. VI B guruh elementlarining umumiy tavsifi**

Xrom, molibden va volfram VI guruhning qo'shimcha guruhini tashkil etadi. Bu guruh elementlarining umumiy tavsifi 36- jadvalda keltirilgan. Shu qator bo'ylab ionlanish energiyasi va suyuqlanish harorati ortib boradi. Molibden va xrom o'xshash xossalarga ega. Xrom uchun +3 va +6 oksidlanish darajasi xarakterli, chunki +2 oksidlanish darajasiga ega birikmalar beqaror. Molibden

va volframda +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ko'p uchraydi. Umuman bu guruhcha elementlari uchun 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6 oksidlanish darajasiga ega birikmalari uchrashi kuzatiladi.

Oddiy moddalar holatida xrom, molibden va volfram oq kumushrang yaltiroq metallardir. Ularning orasida volfram eng yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Ularning xossalriga qo'shimchalar ta'sir etadi. Texnik xrom eng qattiq moddalardan biri bo'lgan holda toza xrom bunday xossaga ega emas. VI B guruh elementlarining muhim xossalari 36-jadvalda keltirilgan.

36-jadval

### VI B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                            | Xrom              | Molibden          | Volfram           |
|-----------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Atom massa                                    | 52,01             | 95,95             | 183,92            |
| Elektron formulasi                            | $3d^5 4s^1$       | $4d^5 5s^1$       | $5d^4 6s^2$       |
| Atom radiusi, nm                              | 0,127             | 0,139             | 0,140             |
| Ion radiusi, nm                               | 0,035             | 0,065             | 0,069             |
| Ionlanish energiyasi<br>$M \rightarrow M^{+}$ | 6,8               | 7,10              | 8,0               |
| Suyuql. harorati, °C                          | 1875              | 2620              | 3380              |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>                   | 7,2               | 10,2              | 19,3              |
| Yer po'stlog'ida<br>tarqalishi, %             | $2 \cdot 10^{-2}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ |

$H_2CrO_4$  va  $H_2Cr_2O_7$  va ularning tuzlari kuchli oksidlovchilardir.

$Cr^{+6}—Mo^{+6}—W^{+6}$  qatorida chapdan o'ngga birikmalarning barqarorligi ortadi, lekin oksidlovchilik xossalari zaiflashadi.  $H_2CrO_4$ ,  $H_2MoO_4$  —  $H_2WO_4$  qatorida kislotalarning kuchi keskin kamayadi.

Tabiatda xromning to'rtta, molibdenda yettita, volframda beshta barqaror izotoplar uchraydi. Bu metallarning hammasi hajmiy markazlashgan kub panjarada kristallanadi.

## 17.2. Xrom va uning birikmalari

**Tabiatda uchrashi.** Temirli xromtosh holda uchraydi.  $\text{Cr}_2\text{FeO}_4$  yoki  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  xrom miqdori foizlarda 15% dan 40% gacha boradi. Qo'rg'oshinli qizil ruda  $\text{PbCrO}_4$  (krokoit ham deyiladi). Xromli oxra  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Molibden  $\text{MoS}_2$ -molibdenit tarkibida, volfram bo'lsa — sheelit ( $\text{CaWO}_4$ ) va volframit [ $(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{WO}_4$ ] holatida uchraydi.

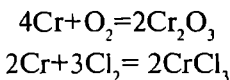
Xrom tutgan mineral 1766-y. I.G. Leman tomonidan ochilgan «Sibir qizil qo'rg'oshini» deb atalgan. Xrom dastlab 1797-yilda Vokelen tomonidan bo'yoq modda  $\text{PbCrO}_4$  tarkibidan ajratib olingan. «Xrom» so'zi «rangli» demakdir. Haqiqatda xromning ko'p birikmalari yorqin rangga ega.

**Xossalari.** Xrom — oq yaltiroq metall, qattiq, mo'rt. U qaytaruvchi, 2 tadan 6 tagacha elektron beradi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarda sharoitga qarab +2, +3 va +6 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi.

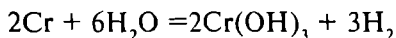
Kimyoviy jihatdan passiv element. Buning sababi uning sirti juda yupqa va ko'z ilg'amaydigan pishiq oksid pardaning borligidir. Juda qattiq metall ( $\delta=7,2 \text{ g/sm}^3$ ;  $1890^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi,  $2430^\circ\text{C}$  da qaynaydi).

Xrom metali hajmi markazlashgan kub holda kristallanadi. Kristall panjarada koordinatsion son 8 ga teng. Konsentrlangan nitrat kislota yoki zar suvi ( $\text{HNO}_3+3\text{HCl}$ ) xromni passivlaydi.

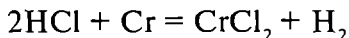
Unga odatdagi sharoitda kislorod va nam ta'sir etmaydi. Qizdirilganda sirti oson oksidlanadi:

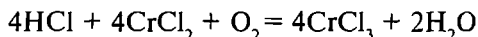


**Ftor bilan oson reaksiyaga kirishadi.** Harorat ta'sirida oltingugurt, kremniy va brom bilan ta'sirlashadi. Maydalangan holda suvni parchalaydi:



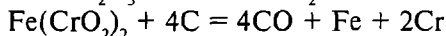
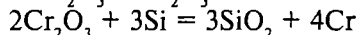
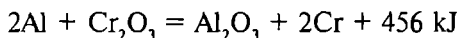
Suyultirilgan  $\text{HCl}$  da va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  da erib, xrom +3 tuzlariga aylanadi:



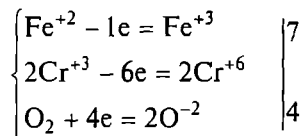
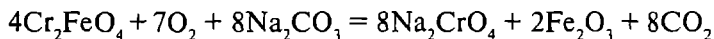


$\text{HNO}_3$ , zar suvi (1:3  $\text{HNO}_3$  va  $\text{HCl}$ ) oddiy haroratda xromni passivlashtiradi. Lekin  $\text{HCl}$  da uzoq vaqt qaynatilsa vodorod ajraladi. Keyin bu reaksiya sovuqda ham davom etadi. Passivlangan xrom o'zini nodir metallga o'xshab tutadi.

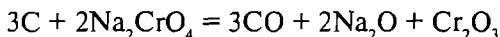
**Xromning olinishi.** Sof metallni aluminotermiya usuli bilan olish mumkin:



Sanoatda xrom olish uchun temir xromitdan dastlab xrom (III)- oksid olinadi. Buning uchun xromli temirtosh kislorod va soda bilan suyuqlantiriladi. Keyin natriy xromatdan uglerod yordamida xrom (III)-oksidi olinadi:



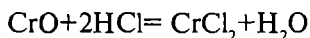
Hosil bo'lgan  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  suvda eritilib qo'shimchalardan tozalanaadi va quritilib ko'mir bilan qaytariladi:



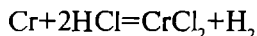
**Texnikada ishlatilishi.** Tarkibida 1—2% Cr tutgan po'lat qattiq va mustahkam bo'ladi. Po'latda 12% xrom bo'lganda zanglamaydigan po'lat hosil bo'ladi. Xrom metall buyumlarni qoplashda ishlatiladi, masalan, eltiral, nixrom, xromal.

**Xrom (II) birikmalari.**  $\text{Cr}^{+2}$  nihoyatda beqaror birikmalar hosil qiladi. Ular kuchli qatarvchilardir.  $\text{CrO}$  — qora kukun.

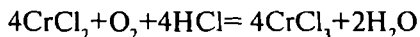
Qizdirilganda suyultirilgan  $\text{HCl}$  bilan ta'sirlashadi. Xrom (II) oksid kislotalarda eriydi:



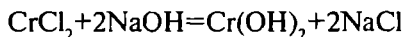
Maydalangan xrom kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



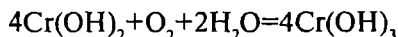
Havo kislorodi ishtirokida  $\text{Cr}^{2+}$  oksidlanadi:



$\text{Cr}(\text{OH})_2$  — sariq rangli. Tuzlaridan olinadi:



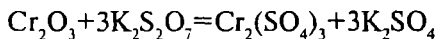
Xrom(II) gidroksidi beqaror birikma, oson oksidlanadi:



$\text{CrCl}_2$  — rangsiz kristall suvda eriydi. Eritmada havo rangli  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  akva komplekslar hosil qiladi. Eng barqaror birikmasi  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

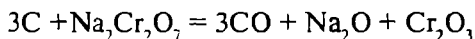
**Xrom(III) birikmalari.** Terichilik sanoatida xrom tuzlaridan pishiq xromli terilar olishda ishlatiladi.  $\text{Cr}^{3+}$  birikmalari barqaror.

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  — xromli oxra, yashil rangli kukun, suyuqlanish harorati  $2265^\circ\text{C}$ . Qiyin suyuqlanuvchan kimyoviy jihatdan inert. Suvda, kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Kaliy piro-sulfat bilan suyuqlantirilsa xromning (III) valentli birikmalariga o'tadi:

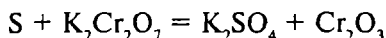


Xrom(III) oksidni olinish usullari:

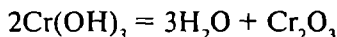
Uglerod bilan qaytarish:



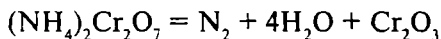
Oltinugurt bilan qaytarish:



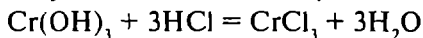
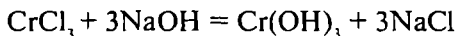
Harorat ta'sirida parchalanish:



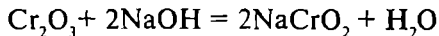
Dixromatlarni parchalash orqali ham oson olinadi:



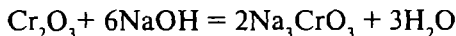
Xrom (III)- oksidini soda yoki ishqorlar bilan suyuqlantirish natijasida meta- va ortoxromitlar hosil bo'ladi:



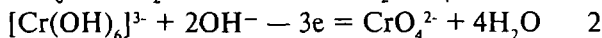
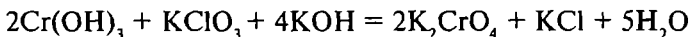
$\text{HCrO}_2$  — metaxromitlar tuzlari mavjud:



$\text{H}_3\text{CrO}_3$  — ortoxromitlar faqat tuzlar holdida olingan:



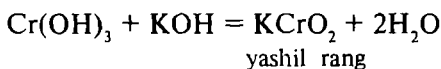
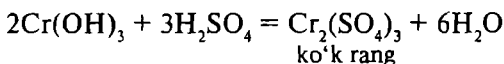
Xrom (III) gidroksidi kuchli oksidlovchilar ta'sirida ishqoriy muhitda  $\text{Cr}^{+6}$  birikmalariga o'tadi:



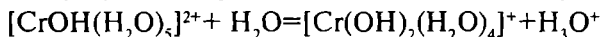
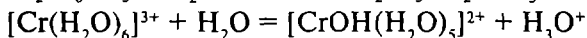
$\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  o'miga  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  ni olish mumkin. Oksidlovchilar sifatida bo'lsa  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{NaClO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  ba boshqalar olinadi.

Xrom birikmalarida  $\text{Cr}^{+3}$  kationi ko'k rangli ( xrom (III) sulfat, xrom (III) nitrat, xrom (III) xlorid), xrom (III) anion holda bo'lsa ( $\text{CrO}_2^-$ ), yashil rangli bo'ladi ( natriy xromit, kaliy xromit).

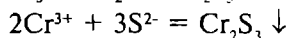
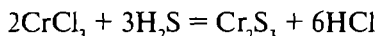
Kaliy xromli achchiqtoshga oz miqdorda ishqor qo'shsak, xrom(III) gidroksid cho'kmaga tushadi. U amfoter bo'lganligi uchun kislotalarda ham ishqorlarda ham oson eriydi:



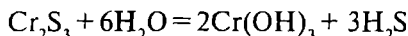
Xrom (III) tuzlari gidrolizga uchraydi. Jarayon kation mexanizmi bo'yicha boradi:



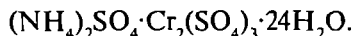
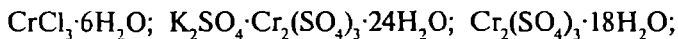
$\text{Cr}_2\text{S}_3$  — qora kristall modda, suvda erimaydi:



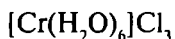
Bu tuz kuchli gidrolizga uchraydi va to'la gidroliz sodir bo'ladi:



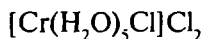
$\text{Cr}^{3+}$  tuzlari eritmadan kristallogidratlar holida ajraladi:



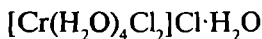
Xrom (III) birikmalarining koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar hosil qiladi:



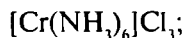
ko'k binafsha rangli



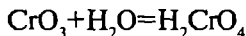
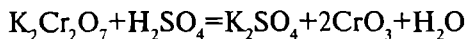
och yashil rangli



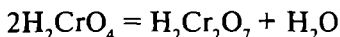
to'q yashil rangli



**Xrom (VI) birikmalari.** Xrom (VI) oksidi, xromat kislotasi-ning anhidridi - to'q qizil rangli ignasimon kristallga ega (suyuqlanish harorati  $197^\circ\text{C}$ ). Suvda oson eriydi. Bunda xromat kislotasi hosil bo'ladi:

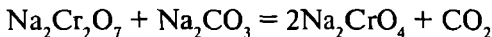
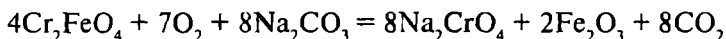


Bu kislota erkin holda olinmagan. Ortacha kuchli kislota. Xromat anhidridiga xromat kislota va dixromat kislota to'g'ri keladi:

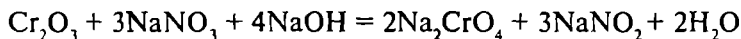


Suyultirish ortishi bilan muvozanat  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  tarafiga qarab suriladi.

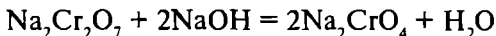
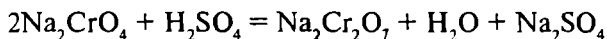
Xrom (VI) oksidi zaharli. Natriyli yoki kaliyli xromat texnikada xromli temirtoshni soda, potash yoki ohak bilan kuydirib olinadi:



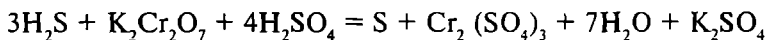
Agar xrom (III) oksidiga ishqor va oksidlovchi qo'shilsa, xromatlarga o'tadi:



Agar natriy xromatga kislota qo'shilsa, muvozanat chapga suriladi. Agar ishqor qo'shilsa, muvozanat o'ngga suriladi:

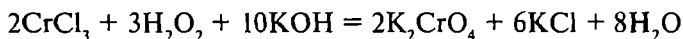


Dixromat kislota tuzlari ayniqsa kislotali muhitda juda kuchli oksidlovchidir:



$\text{H}_2\text{S}$  o'rniga  $\text{KJ}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$  olish mumkin.

Xromatlar xromning (III) tuzlarini ishqoriy sharoitda oksidlab oson olinadi:

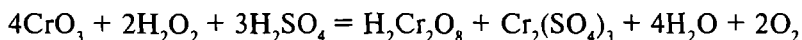


$\text{H}_2\text{O}_2$  o'rniga boshqa oksidlovchilar  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KClO}_3$  ishlatish mumkin.

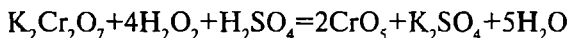
Bixromatlar olish uchun xrom (III) tuzlariga kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{NaBiO}_3$  ta'sir ettiriladi:



Xromning peroksid shaklidagi birikmalari ma'lum. Ular peroksikislotalar deyiladi:

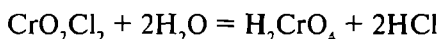


$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12}$  — ko'k rangli efirda barqaror.  $\text{H}_3\text{CrO}_8$  — qizil rangli.  
efirda



Reaksiya paytida efir qavatining siyoh rangga bo'yalishi kuza-tiladi.

Xromning birikmalaridan  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  qizil qo'ng'ir rangli suyuqlik (suyuq. harorati  $-96,5^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $117^\circ\text{C}$ ):



$\text{K}_2\text{CrO}_4$  kaliy xromat suvsiz kristallanadi. Suvda yaxshi eriydi ( $20^\circ\text{C}$  da 100 g suvda 62,9 g tuz eriydi).  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  kristallari tarkibida 4, 6, 10 molekula suv ushlaydi. Uning suvda eruvchanligi yaxshi. Natriy dixromatga kaliy xlorid ta'sir ettirilib kaliy dixromat olinadi.

Suvda yomon eriydigan xromatlar qatoriga  $\text{PbCrO}_4$  va  $\text{BaCrO}_4$  kiradi. Ular sariq bo'yoq sifatida ishlatiladi.

$\text{CrF}_6$  kam o'rganilgan, beqaror, sariq, limonga o'xshash rangli kukun.  $\text{MoF}_6$  va  $\text{WF}_6$  ham ma'lum.

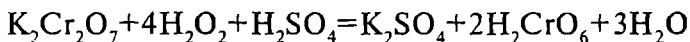
Xrom va uning analoglari geksakarbonilli neytral komplekslar hosil qiladi  $[\text{E}(\text{CO})_6]$ . Geksakarbonilxrom  $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$  rangsiz kristall modda. Metallarning karbonillaridan toza metallar olish uchun foydalaniladi.



$\text{MoO}_3$  oq-sarg'ish modda (suyuqlanish harorati  $795^\circ\text{C}$ ), suvda kam eriydi. Bu oksid ishqorlarda erib molibdatlar hosil qiladi. Molibdatlarga nitrat kislotasi ta'sir ettirilsa,  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  ning ignasi-mon kristallari hosil bo'ladi. Tabiatda  $\text{FeWO}_4$  va  $\text{MnWO}_4$ ,  $\text{CaWO}_4$  volframat kislotasining tuzlari uchraydi.  $\text{WF}_6$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{WCl}_6$  sof holda barqaror moddalardir.

**Qo'llanilishi.** Xrom (III) va (VI) birikmalari odam uchun zaharli hisoblanadi.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  katta yoshdagi odam uchun o'ldirish dozasi 0,3 g ni tashkil etadi. Xrom birikmalari terini qizartirib dermatitlar paydo bo'lishiga olib keladi. Kaliy dixromat terichilik, tekstil, lak bo'yoq va farmatsevtika sanoatida ishlatiladi. Qo'rg'oshin xromat sariq bo'yoq tayyorlashda qo'llaniladi. Kaliy dixromatning to'yingan eritmasi hamda konsentrlangan sulfat kislota teng hajmda aralashtirilsa, xrompik deyiladi. Bu aralashma juda kuchli oksidlovchi u bilan kimyoviy idishlar yuviladi.

Davlat farmakopeyasida vodorod peroksidi eritmasining chinligini aniqlash uchun quyidagi reaksiya tavsiya etiladi:



Biperoksixrom kislota ( $\text{H}_2\text{CrO}_6$ ) yoki peroksixrom kislotasi ( $\text{HCrO}_5$ ) ko'k rangli bo'lganligi uchun o'ziga xos rang hosil bo'ladi.

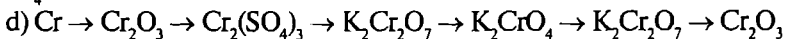
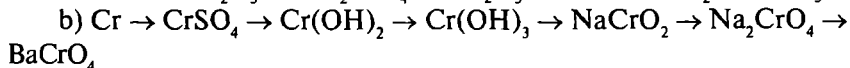
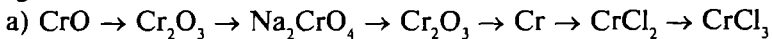
**VI B guruh elementlarining farmatsiyadagi ahamiyati.** Xrom va molibden muhim biologik ahamiyatga ega elementlar qatoriga kiradi. Protein va nuklein kislotalari tarkibida xrom borligi aniqlangan. Xrom organizmda glukoza o'zlashtirilishi uchun zarur moddadir. Odam organizmida 6 g.ga yaqin xrom bor. Yurakning ishemik kasalliklarida, surunkali xolesistitda, jigar xastaligida xrom yetishmasligi aniqlangan.

Molibden o'simlik va hayvon organizmlari tarkibiga kiradi. To'qimalarda molibden azot almashinuvi jarayonlarida (ksantin va purinning sut va jigarda oksidlanishi) katalizator vazifasini bajaradi.

Mis, rux, marganes va temir bilan birga molibden ham «hayotiy metallar» deb ataladi. Molibden organizmda turli komplekslar hosil qiluvchi moddalar sifatida ishtirok etadi.

## 17 - bobga oid savol va masalalar

1. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirish reaksiya tenglamalarini yozing:



2. 44,1 g kaliy dixromatning yuqori haroratda koks bilan ta'sirlashishidan olingan xrom (III) oksidining miqdorini aniqlang va bunda qancha litr gaz (n.sh.) ajralishini hisoblang. (Javob: 21,8 g  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 1,68 l  $\text{CO}_2$ ).

3. To'q sariq (zarg'aldoq) rangli 26,2 g natriy tuzi suvda eritildi. Eritmaga bir necha tomchi sulfat kislota va mo'l miqdorda natriy sulfat qo'shildi. Eritmaning rangi yashil binafsha tusga kirdi. Unga ehtiyotlik bilan ishqor eritmasidan qo'shilganda, dastlab yashil rangli amorf cho'kma hosil bo'lib, so'ngra u erib ketdi. Qanday modda olingan edi va cho'kmani to'liq eritish uchun 20% li natriy gidroksid eritmasidan necha ml sarf bo'ladi? (Javob: 32,79 ml).

4. Xromli aralashma nima? Uni qizdirganda boradigan reaksiya tenglamasini yozing.

5. Molibdat kislota sulfat, nitrat kislotalari bilan qanday birikmalar hosil qiladi? Bu reaksiyalar molibdat kislotalarining qanday xossasini namoyon qiladi?

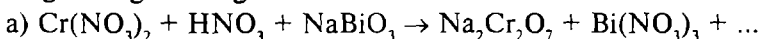
6. Natriy volframat, tarkibida  $\text{FeWO}_4$  tutgan volframat mineraliga soda qo'shib, havo kislorodi ishtirokida kuydirish yo'li bilan olinadi. Shu reaksiya tenglamasini tuzing.

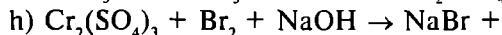
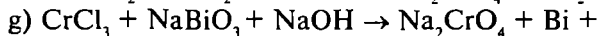
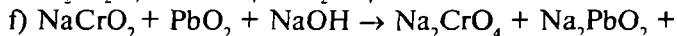
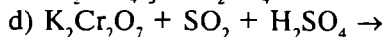
7. Xrom, molibden, volfram birikmalarda qanday oksidlanish darajalarini namoyon qiladi? Misollar keltiring.

8.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmasiga  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmasini qo'shsak, nima hosil bo'ladi? Reaksiya tenglamasini yozing.

9. Xrom (III) oksiddan a) kaliy xromit, b) kaliy xromat olish reaksiyalari tenglamalarini yozing.

10. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:





11.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  va  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  tuzlari gidrolizining molekular va ionli tenglamalarini yozing, eritma muhitini ko'rsating.

12. Xrom birikmalarida uning oksidlanish darajasi ortishi bilan gidroksidlarining, oksidlarining, tuzlarining xossalari qanday o'zgaradi? Misollar keltiring.

## 18- bob. VII B GURUH ELEMENTLARI

### 18.1. VII B elementlarining umumiy tavsifi

Marganes, texnitsiy va reniy VII guruh qo'shimcha guruhini tashkil etadi. Bu guruhcha elementlarining asosiy xossalari 37-jadvalda keltirilgan. Metallarning atom radiusi marganesga qarab kamaygan. Ularning elektron tuzulishi  $(n-1)d^5ns^2$  elektron konfiguratsiyaga ega.

37- jadval

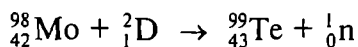
#### VII B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar              | Marganes          | Texnitsiy   | Reniy             |
|---------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Atom massa                      | 54,93             | [99]        | 186,2             |
| Elektron formulasi              | $3d^5 4s^2$       | $4d^5 5s^2$ | $5d^5 6s^2$       |
| Atom radiusi, nm                | 0,13              | 0,136       | 0,137             |
| Ionlanish energiyasi            | 7,4               | 7,28        | 7,87              |
| $M \rightarrow M^+, \text{ eV}$ |                   |             |                   |
| Suyuql. harorati, °C            | 1244              | 2200        | 3180              |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>     | 7,44              | 11,49       | 21,04             |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, %  | $9 \cdot 10^{-2}$ | —           | $1 \cdot 10^{-7}$ |

Reniya va texnitsiyning o'xshash xossalari ko'p. Shuning uchun marganes ulardan farq qiladi. Marganes uchun +2,+4,+7 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari barqarordir. Lekin +3, +5, +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ham uchraydi. Texnitsiy va reniyda +7 birikmalar ancha barqaror.

Mn-Te-Re qatorida kimyoviy faollik kamayadi.

Marganes 1774-yili Sheele tomonidan ochilgan. 1808-yil ingliz olimi Djon tomonidan toza holda olingan. Re-1925-yili ochilgan nodir element, uning mavjudligini 1871-yil D. I. Mendeleyev oldindan(ekamarganes) aytgan. Te-1937-yil sun'iy yo'l bilan olingan, Molibdenni deytronlar bilan bombardimon qilish natijasida sintez qilingan:



Tabiatda marganesning  $^{55}_{25}\text{Mn}$  (100%) izotopi uchraydi. Reniyni eng barqaror izotopi  $^{185}_{75}\text{Re}$  (36,07%) ni tashkil etsa, texnitsiyning 15 ta izotopi borligi ma'lum.  $^{99}_{43}\text{Tc}$  eng barqaror izotop(yarim yemirilsih davri  $2 \cdot 10^5$  yil).

## 18.2. Marganes birikmalari

**Marganesning tabiatda tarqalishi.** Marganes piroluzit —  $\text{MnO}_2$  minerali holatida, braunit-  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , gausmanit  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , manganit —  $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_3$ , gauerit —  $\text{MnS}_2$ , marganes yaltirog'i  $\text{MnS}$  holatlarida uchraydi.

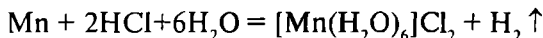
**Xossalari.** Marganes qattiq, mo'rt, temirga o'xshab ketadi. Suyuqlanish harorati  $1245^\circ\text{C}$ . Marganes 4 ta allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi.  $\alpha\text{-Mn}$ ,  $227^\circ\text{C}$  gacha barqaror.  $\beta\text{-Mn}$   $1101^\circ\text{C}$  (bu ikkala allotropik shakl o'zgarishlar ham aluminotermiya usuli bilan olinadi. U mo'rtligi va qattiqligi bilan tavsiflanadi).  $\gamma\text{-Mn}$   $1101\text{-}1137^\circ\text{C}$  haroratda mavjud.  $\tau\text{-Mn}$   $1137^\circ\text{C}$  dan yuqori haroratda hosil bo'ladi.

Marganes va uning analoglari uchun oddiy holda karbonilli neytral komplekslar  $[\text{Me}_2(\text{CO})_{10}]$  formulaga ega. Odatdagi sharoitda  $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$  sariq qattiq modda suyuqlanish harorati  $155^\circ\text{C}$ , oson haydaladi.

**Kimyoviy xossalari.** Odatdagi haroratda barqaror. Maydalangan holda u oson oksidlanadi. Al, Sb, Cu bilan ferromagnitli qotishmalar hosil qiladi. Qizdirilganda galogenlar, S, N, P, C, Si bilan birikadi:



Marganes azot, fosfor va kremniy bilan o'zgaruvchan tarkibli birikmalar hosil qilishi ma'lum:  $\text{MnP}$ ,  $\text{MnP}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{P}$ ,  $\text{Mn}_3\text{P}$ ,  $\text{Mn}_3\text{C}$ ,  $\text{Mn}_5\text{C}_2$ ,  $\text{Mn}_{15}\text{C}_4$ ,  $\text{Mn}_7\text{C}_3$ ,  $\text{Mn}_8\text{C}_7$ ,  $\text{MnSi}$ ,  $\text{Mn}_3\text{Si}$ ,  $\text{Mn}_5\text{Si}$ .

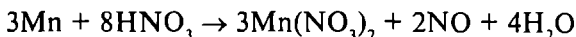
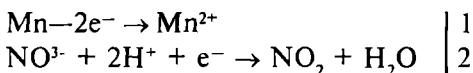
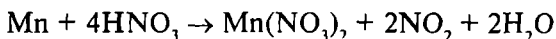
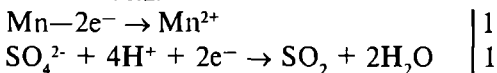


Eritmada akvakomplekslar hosil bo'ladi.

Qizdirilganda suvni parchalaydi. Konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  bilan xona haroratida ta'sirlashmaydi, qizdirilganda reaksiyaga kirishadi:

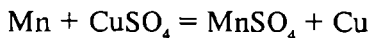


kons.

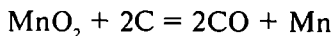


Syul.

Ko'p metallarning tuzlari va oksidlaridan marganes ularni qaytaradi:



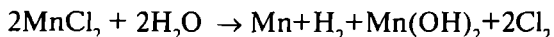
**Olinish usullari.** Marganes oksidini uglerod bilan qaytarish orqali:



Aluminotermiya usuli:  $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mn} + 391$  kkal

Kremniytermiya:  $\text{MnO}_2 + \text{Si} = \text{Mn} + \text{SiO}_2$

Marganes tuzlarining suvdagi eritmalarini elektroliz qilib olinadi:

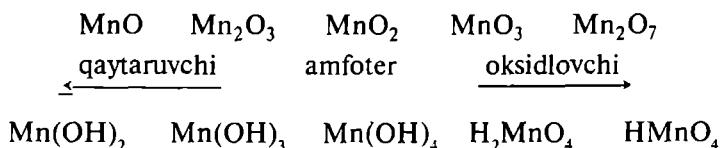


**Metall marganesning qo'llanilishi.** Tarkibida marganes saqlaydigan po'latlar temir yo'l strelkalari, o'q o'tmaydigan tank korpuslari qurishda ishlatiladi. Uning asosida elektr o'tkazuvchanligi kam manganat qotishmasi olinadi. (12% Mn, 84% Sn, 4% Ni). Eng asosiy qotishmasi ferromarganes (60—90% Mn va 40—10% Fe).

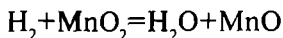
Oz miqdorda marganes aluminining qotishmalariga qo'shiladi. U oz miqdorda tuproqda, mineral suvlarda, o'simlik va tirik organizmlarda bo'ladi.

Texnitsiy korroziyaga chidamli, neytronlar ta'siriga barqaror, shuning uchun atom reaktorlarida qurilish materiali sifatida ishlatiladi. Reniy elektrotexnikada va kimyoviy jarayonlarda samarali katalizator sifatida ishlatiladi.

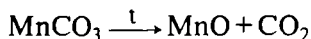
**Marganes birikmalari.** Kislorod bilan quyidagi birikmalari ma'lum: MnO va Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> asosli, MnO<sub>2</sub> amfoter, MnO<sub>3</sub> va Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> kislotali.



**Marganes (II) birikmalari.** Marganes (II) oksidi MnO-yashil kukun, suyuqlanish harorati 1780°C suvda erimaydi. O'zgaruvchan tarkibga ega (MnO—MnO<sub>1,5</sub>). Yuqori oksidlarini vodorod bilan qaytarish orqali olinadi:

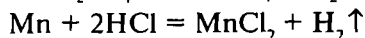
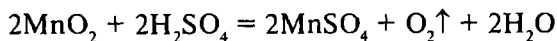


tuzlarni qizdirish orqali:

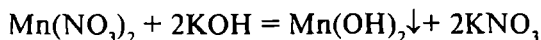


Marganes (II) tuzlari qattiq holda pushti rangli, lekin eritmaları rangsiz. Ular, odatda, marganes (IV) tuzlariga kislota ta'sir qilib olinadi:

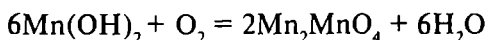
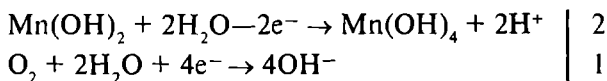
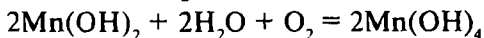




Mn (II) tuzlariga ishqorlar ta'siridan marganes (II) gidroksidi hosil bo'ladi:

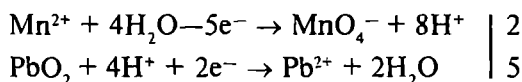
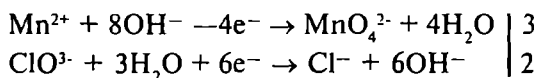
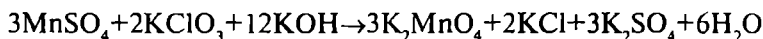


Oq cho'kma ( $\text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$ ) oksidlanib qorayib qoladi:



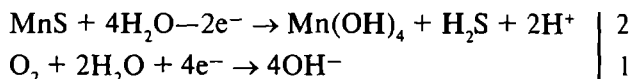
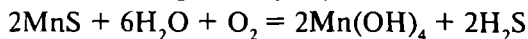
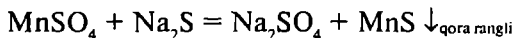
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  ning beqarorligini ko'rsatadi.

Kuchli oksidlovchilar ta'sirida  $\text{Mn}^{2+}$  birikmalari qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi. Ishqoriy muhitda oksidlansa manganatlar, agar kislotali muhitda oksidlansa permanganatlarga o'tishi ma'lum:



$\text{MnCl}_2$  — gazlamalarni jigar rangga bo'yash uchun ishlatiladi.

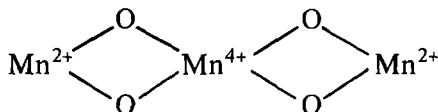
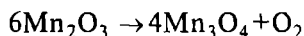
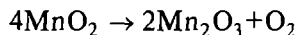
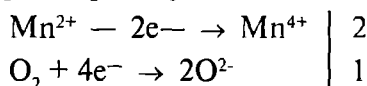
$\text{MnS}$  qovoq rangli qattiq modda. Uni olish uchun marganes (II) tuzlariga sulfidlar ta'sir ettiriladi:



$\text{MnSO}_4$  oson qo'sh tuzlar hosil qiladi:  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{MnSO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  gazlamalarni bo'yashda ishlatiladi.  
 Marganes (II) ning ko'p tuzlari suvda yaxshi eriydi ( $\text{MnS}$ ,  
 $\text{MnF}_2$ ,  $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MnCO}_3$  lardan tashqari).

Suvdagi eritmada akva komplekslar hosil qiladi.  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$   
 ning hosil bo'lishi kislotalar ishtirokida tezlashadi. Anion kom-  
 plekslardan erkin holda  $\text{K}_4[\text{Mn}(\text{OH})_6]$ ,  $\text{Ba}_2[\text{Mn}(\text{OH})_6]$  ajratib  
 olingan.  $\text{K}_4[\text{Mn}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{MnF}_6]$ ,  $\text{K}_2[\text{MnCl}_6]$  kabi eruvchan  
 komplekslar ma'lum, ular suyultirilgan eritmalarda oson parcha-  
 lanadi.

$2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{MnO}_3$  — metamanganat kislota



$\text{O} = \text{Mn} - \text{O} - \text{Mn} = \text{O}$        $\text{Mn}_2\text{O}_3$  — qora rangli

$\text{MnMnO}_3$        $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — manganit

**Marganes (III) birikmalari.** Tabiatda  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  braunit holatida  
 uchraydi. Qora tusli qattiq modda. Uning suyqlanish harorati  
 $1650^\circ\text{C}$ .  $\text{MnO}_2$  ni yuqori haroratda ( $600\text{—}900^\circ\text{C}$ ) qizdirib olinadi:



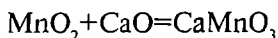
Marganes(III) gidroksid  $\text{MnO}(\text{OH})$  tarkibga ega deb ham  
 qaraladi. Marganes oksidlari ichida eng barqarori  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  bo'lib,  
 bunday tarkib  $\text{H}_4\text{MnO}_4$  kislota tuzi  $\text{Mn}_2\text{MnO}_4$  sifatida qaralishi  
 mumkin.

**Marganes (IV) birikmalari.**  $\text{Mn}(\text{OH})_4^-$  amfoter modda, bun-  
 day birikmalar ikki xil boladi:

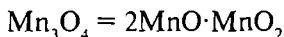


1-guruhga  $Mn^{4+}$  birikmalari. Ular 3 valentli marganes birikmalaridan beqarorroq. Eng barqarori  $Mn(H_2AsO_4)_4$  va disulfid  $MnS_2$  — gausrit.  $MnS_2$  — jigar rangli qattiq modda. Odatdagi sharoitda barqaror. Qizdirilsa  $MnS$  va  $S$  ga parchalanadi. Marganesning kompleks birikmalari ancha barqaror:  $Me_2[MnF_6]$ .

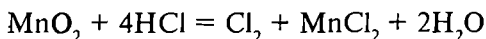
$MnO_2$ —qora qo'ng'ir rangli, o'zgaruvchan tarkibga ega, amfoter oksid.  $530^\circ C$  gacha qizdirilsa, o'zidan kislorod ajratadi. Suvda erimaydi, qizdirilsa ko'p kislotalar ta'siriga chidamli:



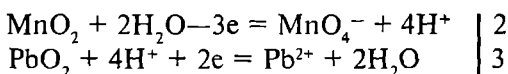
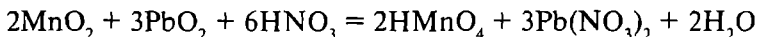
2-guruhga orto- va metamarganes kislotalarining  $H_4MnO_4$  (ortomanganit),  $H_2MnO_3$  (metamanganit) tuzlari kiradi. Bu kislotalar erkin holda olinmagan, lekin ularning tuzlari ma'lum:



Marganes (IV) oksidining qaytarilishi:

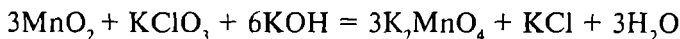
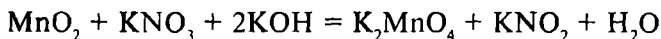


Marganes (IV) oksidining kislotali muhitda oksidlanishi:

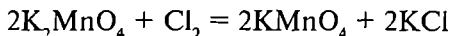


**$Mn^{+5}$  birikmalari.**  $H_3MnO_4$  beqaror va mavjud emas, shu paytgacha olinmagan. Bu kislotalarning tuzlari  $Na_3MnO_4$  va  $K_3MnO_4$  olingan.

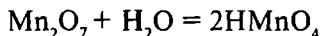
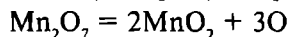
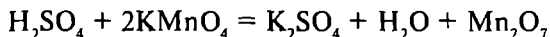
**$Mn^{+6}$  birikmalari.**  $MnO_3$  va  $H_2MnO_4$  erkin holda olinmagan, ular beqaror. Manganatlar metall holidagi yoki marganes oksidlari, tuzlarini kislorod bilan ishqor ishtirokida suyuqlantirib olinadi:



Neytral va kislotali muhitda disproportsiylanish reaksiyasi ketadi:



**Mn<sup>+7</sup> birikmalari.** Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> permanganat kislota tuzlariga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi. Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> qora-yashil rangli modda bo'lib, suyuqlanish harorati 5,9°C. Odatdagi sharoitda Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> qo'ng'ir yashil rangli moysimon suyuqlik:



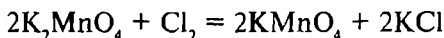
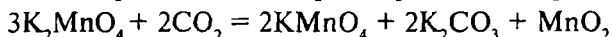
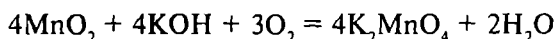
Kislota va uning tuzlari eritmasi pushti rangli. Juda kuchli kislota, faqat suvdagi eritmada 20% gacaha mavjud, 0,1 n eritma uchun  $\alpha = 93\%$ .

Agar kristallik kaliy permanganatga 2—4 tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo'shib, shisha tayoqcha bilan aralashtirilsa va bu tayoqcha efir yoki spirt bilan ho'llangan paxtaga tekkizilsa u darhol o'z-o'zidan alanga berib yonib ketadi. Juda kuchli oksidlovchi. Ko'p yonadigan moddalar — qog'oz, spirt, efir bu oksidga tegishi bilan o'z-o'zidan yonib ketadi.

KMnO<sub>4</sub> deyarli qora rangdagi kristall modda, suvda erisa qizg'ish pushti rang hosil qiladi. 200°C haroratda parchalanadi. Bu reaksiya laboratoriyada kislorod olish uchun ishlatiladi:

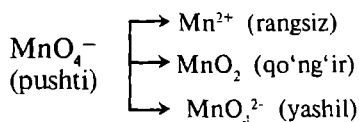


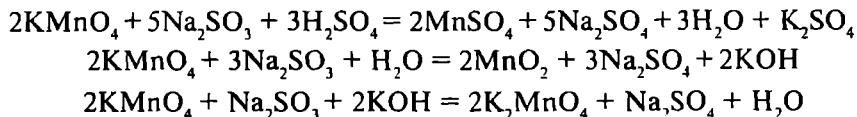
**Texnikada kaliy permanganatning olinishi.** Marganes (IV) oksidiga KOH bilan kislorod qo'shib olinadi:



Texnikada KMnO<sub>4</sub> organik moddalarni oksidlovchi agent sifatida ishlatiladi. Shuningdek, jun, gazlamalarni oqartirishda ham ishlatiladi. Permanganatlar bilan oksidlash sharoitga qarab har xil ketadi.

Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossalari:





Bu yerda natriy sulfit o'rniga kaliy yodid, natriy tiosulfat, kaliy nitrit,  $\text{H}_2\text{S}$  yoki istalgan boshqa qaytaruvchini olish mumkin.

### 18.3. Texnitsiy va reniy to'g'risida qisqacha ma'lumot

Reniy 1925-yilda ochilgan. Texnitsiy 1937-yilda radioaktiv holda olingan.  $\text{CuReS}_4$  jezkazganit minerali holida uchraydi. Texnitsiy va reniy uchun (II) valentli birikmalar uchramaydi. Texnitsiy va reniyning  $\text{MeO}_2$ ,  $\text{MeCl}_4$ ,  $\text{K}_2\text{MeO}_3$ ,  $\text{K}_2[\text{MeF}_6]$  birikmalari ma'lum. Texnitsiy (IV) marganes va reniy (IV) valentli birikmalaridan barqarorroq. Reniy (III) oksidi qora rangli.

$\text{ReO}_2$  qora rangli.  $\text{ReO}_3$  qizil rangli (suyuqlanish harorati  $160^\circ\text{C}$ ).  $\text{Re}_2\text{O}_7$  sariq rangli (suyuqlanish harorati  $296^\circ\text{C}$ ). Eng barqaror oksidi reniy (VII) oksidi va perrenat kislotasi ( $\text{HReO}_4$ ). Texnitsiy ko'p xossalari bilan reniyga o'xshash.

Texnitsiy va reniyning nitrat kislotasi bilan ta'sirida ularning kislotalari hosil bo'ladi:



$\text{Re}_2\text{O}_7$  va  $\text{Te}_2\text{O}_7$  ularni oddiy moddalarni oksidlab olish mumkin.  $\text{HTcO}_4$  qizil kristall modda.  $\text{HMnO}_4 - \text{HTcO}_4 - \text{HReO}_4$  qatorida kislotalar kuchi kamayadi.  $\text{MnO}_4^-$  pushti-siyoh,  $\text{TcO}_4^-$  pushti,  $\text{ReO}_4^-$  rangsiz.

**Tibbiyotdagi ahamiyati.** Kaliy permanganat to'q pushti-siyoh rangli eritma hosil qiladigan kristall qattiq modda. Davlat farmakopeyasiga kiritilgan. Odatda, tashqaridan surish va eritmalar holida ishlatish uchun buyuriladi. Dezinfeksiya qiluvchi va kuchli oksidlovchi modda. Farmatsevtik analizda temir tuzlari, iodidlar, nitritlar va boshqalarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Marganes (II) sulfat va marganes (II) xlorid kamqonlikni davolashda tavsiya etiladi.

Marganes tirik organizmlar uchun zarur bo'lgan hayotiy muhim 10 ta biogen elementlardan biri hisoblanadi. Kishi tanasida

12 mg ( $1,6 \cdot 10^{-5}$  %) chamasi marganes bor. U asosan suyakda (43%), qolgan qism marganes miya va yumshoq to'qimalarda tarqalgan. Organizmda marganes oqsillar, nuklein kislotalar, ATF va alohida aminokislotalar bilan kompleks hosil qilgan bo'ladi. Arginaza, xoliesteraza, fosfoglukomutaza, privatkarboksilaza kabi qator fermentlar tarkibida marganes bor. Magniy va marganes ionlari nukleaza fermentining aktivligini oshiradi. Marganes ruxning o'mini olib tarkibida rux tutgan fermentlarning katalitik xossalariga kuchli ta'sir etadi.

Texnitsiyning organizmdagi roli to'g'risida ma'lumotlar yo'q.

## 18- bobga oid savol va masalalar

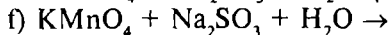
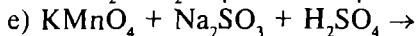
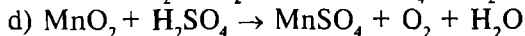
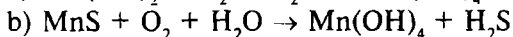
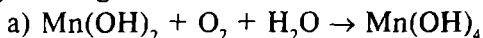
1. Marganes guruhchasi elementlari va galogenlar elektron konfiguratsiyalarida qanday farq bor? Oksidlanish darajalari nechaga teng bo'lganda bu elementlarning xossalari bir-biriga o'xshash bo'ladi?

2. 7,6 g  $\text{FeSO}_4$  ni oksidlash uchun neytral sharoitda qancha va kislotali sharoitda qancha kaliy permanganat sarflanadi? (Javob: 2,63 g; 1,58 g).

3. Tarkibida 87%  $\text{MnO}_2$  tutgan 100 kg piroluzit mineralidan, agar reaksiyaning unumiy nazariy hisobning 60% ini tashkil qilsa, necha kg  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  hosil qilish mumkin? (Javob: 118,2 kg).

4. Marganesning mumkin bo'lgan oksidlari va gidroksidlari formulasini yozing. Ularning kislotali, asosli yoki amfoter xossaga ega ekanligini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalarini yozing.

5. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang va tenglashtiring:



6. Marganes qaysi kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi? Reaksiya tenglamalarini yozing.

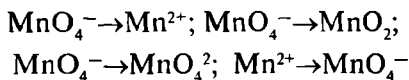
7. Marganesning oksidlanish darajasi ortishi bilan birikmalarining oksidlovchi-qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi? Javobingizni misollar keltirib asoslang.

8. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang va tenglashtiring:

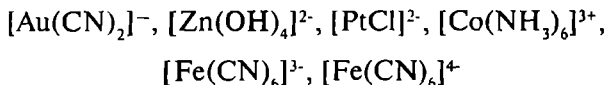
- a)  $\text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Mn(OH)}_4 + \text{NaBr} +$
- b)  $\text{PbO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{HMnO}_4 +$
- d)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
- e)  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 +$
- f)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- g)  $\text{MnO}_2 + \text{HCl (konts)} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$
- h)  $\text{KClO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2$
- i)  $\text{NaMnO}_4 + \text{Ba(NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- j)  $\text{KMnO}_4 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{J}_2 +$
- k)  $\text{KMnO}_4 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{J}_2 +$
- l)  $\text{KMnO}_4 + \text{KJ} + \text{KOH} \rightarrow \text{KJO}_3 +$

9.  $\text{MnSO}_4$ ;  $\text{MnCl}_2$  tuzlarining gidrolizlanish reaksiyasini yozing.

10. Quyidagi ionli reaksiyalarga mos keluvchi molekular reaksiya tenglamalarini tuzing:

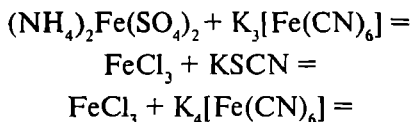


11. Quyidagi kompleks birikmalar va kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasini, elektron konfiguratsiyasini, gibridlanish turini va kompleks birikmaning turini ko'rsating:



12. Quyidagi tuzlar gidrolizlanishining molekular va ionli tenglamalarini tuzing:  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NiSO}_4$ . Qaysi tuz  $\text{FeCl}_2$  yoki  $\text{FeCl}_3$  ko'proq gidrolizlanishini asoslang.

13. Reaksiyalarni tugallab, ularning ion tenglamalarini tuzing:



Hosil bo'lgan moddalarni nomlab, bu reaksiyalarning analitik kimyoda nima maqsadda ishlatilishini tushuntiring.

14. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini tugallang:



Hosil bo'lgan kompleks birikmada kobaltning koordinatsion soni 6 ga tengligini va ligandlar nitrit ioni ekanligini bilgan holda bu kompleks birikmani nomlang.

15. Rux gidroksidining dissotsialanish tenglamasini yozing, bu eritmaga kislota va asos qo'shganda muvozanatning qay tarafga siljishini ko'rsating. Hosil bo'lgan moddalarni nomlang.

16. Simob (I) nitrat va simob (II) nitratlarning ortiqcha olingan KJ eritmasi bilan reaksiya tenglamalarini yozing.  $\text{Hg}^{2+}$  ioni oksidlovchi bo'ladigan reaksiyalarga misollar yozing.

17. Kompleks birikmalar formulalarini yozing:

a) kaliy tetraxloronikellat (II);

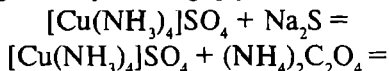
b) kaliy tetratsianonikellat (II).

Nikel kationi elektronlarining kvant yacheykalarda taqsimlanishini yozing.

18. a) Mis (II) sulfatning oz miqdordagi hamda mo'l miqdordagi ammiak bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

b) Mis (II) gidroksid va tetraaminmis (II) gidroksidlaridan qaysi biri kuchliroq asos ekanligini izohlang.

d) Beqarorlik konstantalari va eruvchanlik ko'paytmalari jadvallaridan foydalanib, quyidagi reaksiyalarning qaysi biri borishligini ko'rsating:



## *19-bob. VIII B GURUH ELEMENTLARI*

### **19.1. VIII B guruh elementlarining umumiy tavsifi**

VIII B guruh elementlari tarkibiga uchta uchlik elementlari kiradi. Birinchi uchlik temir, kobalt va nikel kirib, ikkinchi uchlik ruteniy, rodii va palladiy kiradi. Uchinchi uchlik elementlari bo'lsa o'z tarkibiga osmiy, iridii va platinani oladi. Bulardan Fe, Co, Ni temir oilasini, qolganlarini platina metallari deyish mumkin.

Bu guruh elementlarining tashqi qavatida ikkitadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda esa 5 tadan 10 tagacha elektron bo'lib, ularning almashinishda eng ko'pi bilan 8 ta elektron ishtirok etadi. Barcha elementlarning d orbitallari to'lmagan, faqat Pd da

d- orbitalari elektronlarga to'lgan hisoblanadi. Pd da elektron qulashi sodir bo'lgan (5s dan elektronlar 4d ga o'tgan). Bu guruhchada gorizontaal o'xshashlik nihoyatda kuchli.

|                                                     |                                                     |                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Fe 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>                  | Co 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>                  | Ni 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>                  |
| Re 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>                  | Rh 4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>                  | Pd 4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup>                 |
| Os 4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> | Ir 4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> | Pt 4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup> |

VIII B guruh elementlari ichida temir, kobalt va nikelning xossalarida o'xshashlik kuzatiladi. Bu metallarning asosiy kattaliklari 38-jadvalda keltirilgan.

38-jadval

### Temir oilasi elementlarining asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                        | Temir                           | Kobalt                          | Nikel                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Atom massa                                | 55,847                          | 58,933                          | 58,71                           |
| Elektron formulasi                        | 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> | 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup> | 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup> |
| Atom radiusi, nm                          | 0,126                           | 0,125                           | 0,124                           |
| E <sup>2+</sup> , ion radiusi, nm         | 0,084                           | 0,078                           | 0,074                           |
| E <sup>3+</sup> ion radiusi, nm           | 0,067                           | 0,064                           | 0,062                           |
| Suyuql. harorati, °C                      | 1539                            | 1492                            | 1455                            |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>               | 7,87                            | 8,84                            | 8,91                            |
| Ionlanish energiyasi M → Me <sup>2+</sup> | 7,89                            | 7,87                            | 7,63                            |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, %            | 5,1                             | 3·10 <sup>-3</sup>              | 8·10 <sup>-3</sup>              |

Bu elementlarning 3d-elektronlari yadro bilan ancha mustahkam bog'langan. Shu sababli bu elementlarning yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari beqarordir. Bu elementlar oksidlari MeO, Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, gidroksidlari Me(OH)<sub>2</sub> va Me(OH)<sub>3</sub> formulaga ega. Temirning +3, kobalt va nikelning esa +2 birikmalari barqarorroq.

## 19.2.Temir birikmalari

**Tabiatda uchrashi.** Temir qadimdan ma'lum bo'lgan elementlardan biridir. Bu metall to'g'risida ma'lumotlar eramizdan oldingi 2500—3000 yil ilgari uchragan. Temir eng ko'p tarqalgan

kimyoviy elementlardan biri hisoblanadi. Uning yer po'stlog'idagi mol ulushdagi miqdori 2% ga boradi. U tuproq, har xil minerallar, gemoglobin, xlorofil tarkibida bo'ladi. Temirni kometalarda, saturn halqasida va quyoshda borligi aniqlangan. Temir erkin holda meteoritlar tarkibida uchraydi.

**Temirning eng muhim rudalari.** Magnitli temirtosh yoki magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , bunda temirning miqdori 73 % ga boradi. Qizil temirtosh yoki boshqacha gematit —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (60%) va qo'ng'ir temirtosh yoki limonit  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (60%). Temir shpati yoki  $\text{FeCO}_3$  — siderit ham ma'lum. Eng ko'p uchraydigan birikma temirli kolchedan yoki pirit  $\text{FeS}_2$ . Temir gemoglobinning asosiy qismi hisoblanadi.

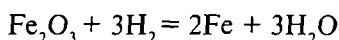
**Fizik xossalari.** Kimyoviy toza temir oq kumushsimon metall. U aluminiydan bir oz qattiqroq. Oltin va kumushga nisbatan yumshoq.

Temirning to'rtta allotropik shakl o'zgarishlari ma'lum. Bularga  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  va  $\sigma$ -temirlar kiradi.  $\alpha$  temir  $769^\circ\text{C}$  gacha,  $\beta$  temir esa  $910^\circ\text{C}$  gacha,  $\gamma$ -temir  $1400^\circ\text{C}$  va  $\delta$ - (to'rtinchi shakl o'zgarish)  $1510^\circ\text{C}$  gacha mavjud. Agar temir tarkibida C, Si, Mn bo'lsa, allotropik shakl o'zgarishlar aralash holida bo'ladi.

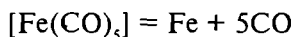
Toza temir suyuqlanish harorati  $1539^\circ\text{C}$ , lekin  $600^\circ\text{C}$  da yumshoq bo'lib qoladi.  $1000^\circ\text{C}$  da sim qilib cho'zilishi va bir-biriga ulanishi mumkin.

**Olinish usullari.** Laboratoriya sharoitida temir uning tuzlari eritmalarini elektroliz qilib olinishi mumkin. Buning uchun temir (II) yoki temir (III) xlorid eritmasi elektroliz qilinadi. Agar elektroliz oddiy sharoitda o'tkazilsa, olingan temir tarkibida ko'p vodorod eriydi. Jarayonni yuqori haroratda olib borib katodda temirning toza qavatini hosil qilish mumkin. Bunda ularning tarkibida vodorod bo'lmaydi.

Temir oksididan vodorod bilan qaytarib:

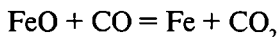
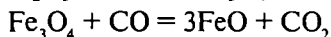
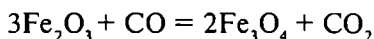


Havosiz joyda pentakarbonil temirni qizdirish orqali:

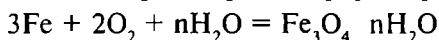
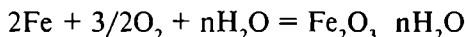




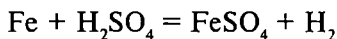
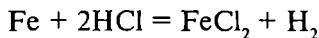
Texnikada temir rudalaridan cho‘yan olinadi. Uning suyuqlanish harorati  $1100^{\circ}\text{C}$ . Cho‘yan tarkibida 95% temir, 1,7% dan ortiq uglerod hamda oltingugurt, fosfor, kremniy va marganes bo‘ladi. Domna jarayonida quyidagi reaksiyalar sodir bo‘lib cho‘yan hosil bo‘ladi:



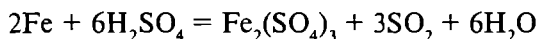
**Kimyoviy xossalari.** Namlangan havoda temir tez qorayib qoladi. Suvda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:

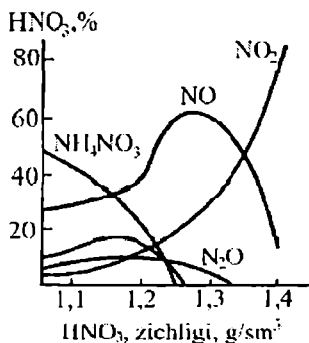


Konsentrlangan sulfat kislota bilan qaynatilganda  $\text{SO}_2$  hosil qilishi kuzatiladi:



100 %li konsentrlangan sulfat kislota temirni passivlashtiradi. Yuqori konsentratsiyali nitrat kislota ham temirni passivlashtiradi.

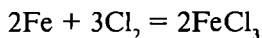
Temir suyultirilgan nitrat kislota bilan  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  yoki juda suyultirilgan bilan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil qiladi (36-rasm):



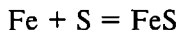
36-rasm. Temir bilan qaytarilishda nitrat kislota konsentratsiyasining qaytarilish mahsulotlariga ta'siri.

$$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Xlor ishtirokida temirning (III) birikmalari olinadi:



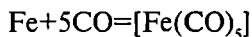
Oltinugurt bilan sulfidlar hosil bo'ladi:



Azot va fosfor temir bilan fosidlar, nitridlar hosil qilib, ular metallarga xos birikmalardir:  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\text{Fe}_3\text{Si}$ ,  $\text{Fe}_3\text{P}$ ,  $\text{Fe}_2\text{P}$ .

Temir vodorod bilan gidridlar hosil qiladi. Bular quyidagilar  $\text{FeH}$ ,  $\text{FeH}_2$ ,  $\text{FeH}_3$  va  $\text{FeH}_6$  gidridlar hosil bo'ladi.

**$\text{Fe}^0$  birikmalari.** Agar temir kukuni ustidan  $150\text{--}200$  haroratda  $1 \cdot 10^4\text{--}2 \cdot 10^4$  kPa bosimda  $\text{CO}$  o'tkazilsa pentakarboniltemir hosil bo'lishi aniqlangan:

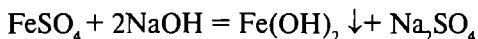


Bu birikma uchuvchan sariq rangli suyuqlik (suyuqlanish -  $20^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $103^\circ\text{C}$ ), organik erituvchilarda yaxshi eriydigan, lekin suvda erimaydigan modda. Temirning yana ham murakkab tarkibli karbonillari olingan:  $[\text{Fe}_2(\text{CO})_9]$ , suyuqlanish  $100^\circ\text{C}$ . Bu birikma ikki yadroli kompleks hisoblanadi. Temirning nitrozillari  $[\text{Fe}(\text{NO})_5]$  ham olingan. Shunga o'xshash birikmalar  $\text{Ru}$ ,  $\text{Os}$ ,  $\text{Ni}$  uchun ham xos hisoblanadi.

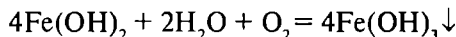
**$\text{Fe}^{+2}$  birikmalari.**  $\text{FeO}$  oson oksidlanadigan qoramtir tusli kukun. U temirning birikmalarini parchalab olinadi:



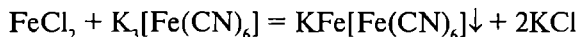
Temir (II) gidroksidini olish uchun:



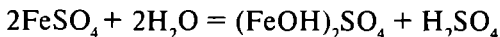
$\text{Fe}(\text{OH})_2$  och ko'kimtir rangli kukun, u havoda tez qorayadi, va oxiri qo'ng'ir rangli temir (III) gidroksidga aylanadi:



Temir (II) tuzlari oson gidrolizga uchraydi.  $\text{NaOH}$  va qizil qon tuzi  $\text{Fe}^{2+}$  ionini ochish uchun ishlatiladi:

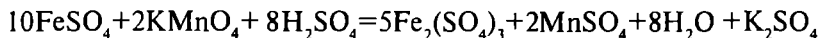
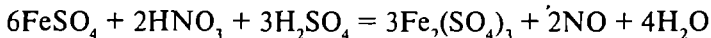


Hosil bo'lgan tuz turnbul ko'ki deyiladi.



Temir kuporosi  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Temir sulfatni suvli eritmalari qaytaruvchi sifatida ishlatiladi:



Laboratoriyada Mor tuzi ko'p qo'llaniladi:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4$ .

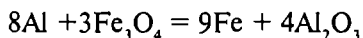
Temir (II) deyarli barcha kislotalar bilan tuzlar hosil qiladi. Eritmalardan bug'latilganda  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (temir kuporosi),  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  kabi kristallogidratlar hosil bo'ladi. Eritmada  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  akva kompleks barqaror.

Yomon eriydigan tuzlarga  $\text{FeS}$ —qora rangli,  $\text{FeCO}_3$ —oq rangli kiradi.

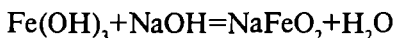
$\text{FeSO}_4$  zaharli gazlarni ushlab qolish uchun ishlatiladi. Temirning (II) valentli ko'p tuzlari ma'lum.  $\text{Fe}^{2+}$  uchun koordinatsion son 6 xarakterli.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ;  $[\text{FeF}_6]^{4-}$  va boshqa ko'p komplekslar ham ma'lum. Ularning ichida.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — sariq qon tuzi ko'p ishlatiladi.

Temirning anion kompleksi-ferratlar beqaror birikmalardir. Ular ko'proq qo'sh tuzlarga o'xshaydi. Masalan,  $\text{Me}_2[\text{FeCl}_4]$ ,  $\text{Me}_2[\text{Fe}(\text{CNS})_4]$ . Suvsiz muhitda va qaytaruvchilar ishtirokida  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ni konsentrlangan ishqorlarda qaynatib yashil rangli  $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{OH})_6]$  va  $\text{Ba}_2[\text{Fe}(\text{OH})_6]$  olingan. Gidroksiferratlar (II) suvli muhitda tez buziladi.

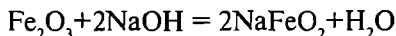
**$\text{Fe}^{3+}$  birikmalari.** Temir (III) oksidi -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (qora qizil rangdan qizilgacha o'zgaradi). Temirli surik, mumiyo, oxra bo'yoq sifatida ishlatilishi ma'lum. Termitli aralashma bu aluminij va temir (II, III) oksidining aralashmasi, bu aralashma relslarni payvand qilishda, aviabombalar tayyorlashda ishlatiladi. Bu aralashma portlashidan ko'p energiya chiqadi:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$  — qizil-jigar rangli, amfoter xossaga ega, lekin ishqorlarda kam eriydi:



Temir(III) oksidi ishqorlarda suyuqlantirilsa, ferritlar hosil bo'ladi:

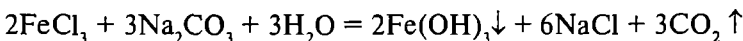


Temir (III) ga tegishli bo'lgan  $\text{H}_3\text{FeO}_3$  (ortoferrit) va  $\text{HFeO}_2$  (metaferrit) kislotalarining tuzlari ( $\text{K}_3\text{FeO}_3$ ,  $\text{KFeO}_2$ ) olingan.

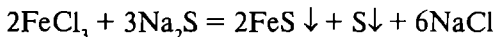
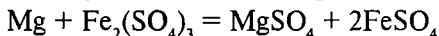
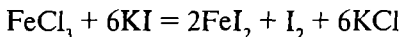
Temir (III) ko'p tuzlar hosil qiladi.

$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  achchiq tosh deyiladi.

$\text{FeCl}_3$  tuzlari oson gidrolizga uchraydi. Soda ishtirokida to'la gidroliz sodir bo'ladi:



$\text{Fe}^{3+}$  birikmalari oksidlovchi xossasini namoyon etadi:

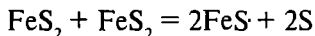


Tibbiyotda  $\text{FeCl}_3$  qon to'xtatuvchi modda sifatida ishlatilishi ma'lum. Bu tuz ishqoriy metallar xloridlari bilan qo'sh tuzlar hosil qiladi.  $\text{Na}[\text{FeCl}_4]$ ,  $\text{Na}_3[\text{FeCl}_6]$ ,  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$   $\text{Fe}(\text{II})$  ning ammiakatlaridan ko'ra beqaror.

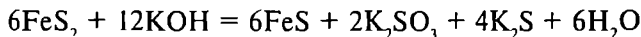
Yangi olingan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  konsentrlangan ishqorlarda eriydi va qizil rangli gidroksi komplekslar hosil qiladi:



Muhim birikmalardan  $\text{FeS}_2$  pirit hisoblanadi. Pirit ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi:



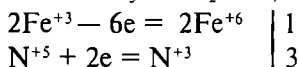
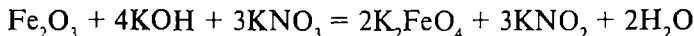
Bu reaksiya oltingugurt olishda ishlatiladi. Pirit disproporsionalanish reaksiyasiga kirishadi:



$906^\circ\text{C}$  da temir karbidlar hosil qiladi ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ).

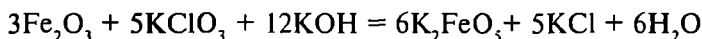
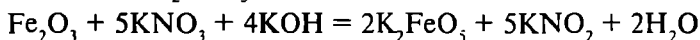
**Temirning oksidlanish darajasi +6 va +8 bo'lgan birikmalari.**

Ferrat kislotaning ( $\text{H}_2\text{FeO}_4$ ) tuzlari ma'lum. Bularga bariy ferrat ( $\text{BaFeO}_4$ ) kiradi, bu oksidlovchi:

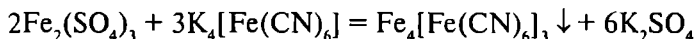


$K_2FeO_4$  — kristall modda, qizil rangga ega. Eruvchanligi jihatidan xromatlar va dixromatlarga o'xshash. Ishqoriy metallarning tuzlari eruvchan, bariy va stronsiy tuzlari esa erimaydi.

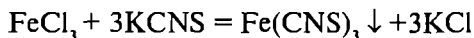
Temirga tegishli peroksoferrat kislotasining ( $H_2FeO_5$ ) ham tuzlari ma'lum ( $K_2FeO_5$ ):



Temir (III) birikmalariga sariq qon tuzi ta'sir ettirilsa, Berlin zangorisi cho'kmasi (ko'k bo'yoq) hosil bo'ladi:



Fe (III) birikmalariga kaliy rodanid ta'sir ettirilsa ham, toq qizil cho'kma hosil qilib u qonga o'xshash rangga ega:

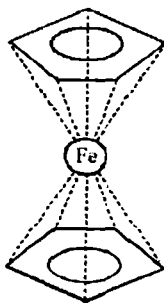


Yuqoridagi ikki reaksiya  $Fe^{3+}$  ionlari uchun sifat reaksiya hisoblanadi.

Temirning juda ko'p kompleks birikmalari ma'lum.

Bularga kaliy geksasianoferrat (II)  $K_4[Fe(CN)_6]$ , sariq qon tuzi, yoki kaliy geksasianoferrat (III)  $K_3[Fe(CN)_6]^-$  qizil qon tuzi,  $[Fe(NH_3)_6]Cl_3$  geksammintemir (III) xloridlar misol bo'ladi.

Ferrosen  $171^\circ C$  da suyuqlanadigan,  $249^\circ C$  da qaynaydigan sariq rangli kristall modda (37- rasm).



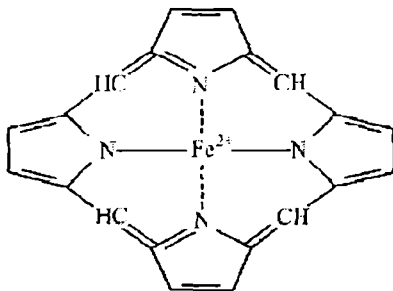
37-rasm. Ferrosen molekulasining tuzilishi.

Uning formulasi  $[Fe(C_5H_5)_2]$ , metall atomi o'rtada, ikki chekkasida ikkita  $C_5H_5$  radikali joylashgan. Ferrosen molekulasining elektronlari soni 18 taga yetadi. Ularning

8 tasi temirga, 10 tasi  $C_5H_5$  radikaliga tegishli. Bu komplekslar sendvich strukturali komplekslar qatoriga kiradi.

Biologik jarayonlarda tarkibida temir tutgan oqsillar katta ahamiyatga ega. Bularga gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar, katalaza va peroksidaza kiradi. Gemoglobin eritrotsitlarning asosiy qismi hisoblanadi. U o'pkadagi to'qimalarga kislorod yetkazib berib, kislorod tashuvchi bo'lib, yana tashqi nafas olishni ham ta'minlaydi. Mioglobin, sitoxrom va katalaza esa hujayralarning nafas olishini ta'minlaydi. Yuqoridagi oqsillarning har biri oqsil qismidan va u bilan bog'langan aktiv markazlardan tashkil topgan.

Aktiv markazlar makrosiklik kompleks birikma gem (38-rasm) hisoblanadi (gem grekcha «gema» qon degani). Bu komplekslarda makrosiklik ligand sifatida tetradentant birikma porfirin ishtirok etadi.



38-rasm. Gemoglobinning tuzilishi.

Kompleks markazida temir joylasgan bo'lib, kvadrat uchlarida donor atom azot joylashgan. Umuman kompleks oktaedrik konfiguratsiyaga ega hisoblanadi. Beshinchi orbital esa azot atomi orqali aminokislota (gistidin) bilan bog'langan. Oltinchi orbital bo'sh va u past molekularli liganlarni bog'lashi mumkin (masalan,  $O_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $CO$ ,  $CN^-$  va boshqalar).

Gemoglobin va unga o'xshash metallokomplekslarning xossalari ba'zi zaharli moddalar, masalan,  $CO$  (is gazi) va sianidlar ta'sirida keskin o'zgarishi mumkin. Shuning uchun ham havo tarkibiga aralashgan  $CO$  gemoglobin bilan karbonilgemoglobin hosil qilishi tufayli organlarga kislorod yetib borishi keskin kamayadi. Buning

ustiga CO ning kompleks hosil qilish qobiliyati kisloroddan ko'ra o'nlab marta yuqori.

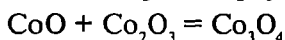
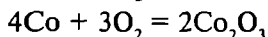
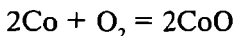
Ana shu tufayli havoda juda oz kislorod bo'lsa ham u gipoksiyaga, ya'ni kislorod, yetishmasligiga olib keladi. CO bilan zaharlanishning oldini olish uchun bemorni tezda toza havoga olib chiqish kerak. Shunda muvozanat oksigemoglobin hosil bo'lishi tarafiga qarab suriladi.

### 19.3. Kobalt va uning birikmalari

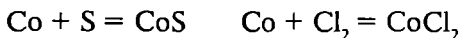
**Tabiatda uchrashi.** Tabiatda kobalt yaltirog'i —  $\text{CoAs}_2\text{S}_2$  smolatit minerali holida va  $\text{CoAs}$ -millerit holatida uchraydi. Bundan tashqari  $\text{NiAsS}$ -nikel yaltirog'i holida va  $\text{NiS}$  — millerit ham uchraydi.  $\text{CoO}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$  va  $\text{Co}_3\text{O}_4$  larni uglerod, uglerod (II) oksidi, aluminiy, kremniy hatto vodorod bilan qaytarib kobalt olinadi.

Kobalt tabiatda birgina izotop holatida uchraydi:  $_{27}^{59}\text{Co}$  (100%). Kobaltning radioaktiv izotopi  $_{27}^{60}\text{Co}$  tibbiyotda saraton kasalligiga qarshi kurashda ishlatiladi. Uning yarim yemirilish davri 5,24 yilga teng.

Tashqi ko'rinishi jihatidan temirga o'xshash, yaltiroq, kul rang metall. Kobalt yaxshi cho'ziladi va bolg'alanadi. U temirga qaraganda qattiq va mo'rt. Vodorodni o'ziga oson yutadi.  $\text{CoH}_2$  hosil qiladi. Qizdirilganda oson oksidlanib  $1000^\circ\text{C}$  da kobalt (II) va (III) oksidini hosil qiladi:



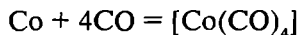
Nam ishtirokida S,  $\text{Cl}_2$ , selen, fosfor, mishyak bilan reaksiyaga kirishadi:



Yuqori haroratda  $\text{As}(\text{CoAs}_2)$  va Si bilan ( $\text{Co}_2\text{Si}$  dan  $\text{CoSi}$  gacha) C bilan ( $\text{Co}_3\text{C}$ ) karbidlar hosil qiladi.

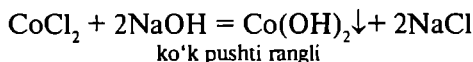
Kobalt mineral kislotalarda yomon eriydi. Kobalt yuqori konsentratsiyali sovuq nitrat kislota bilan passivlashadi. Konsentrlangan nitrat va sulfat kislota, zar suvi kobalt va nikelni (II) valentli holatga o'tkazadi.

Kobalt is gazi bilan ta'sirlashib tetrakarbonilkobalt hosil qiladi:

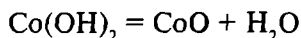


Kobalt asosan issiqqa chidamli va pishiq materiallar olishda ishlatiladi.

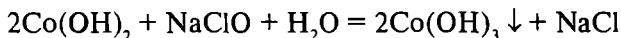
Kobalt (II) gidroksidi uning tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilganda hosil bo'ladi:



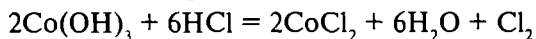
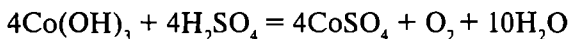
Qizdirilganda gidroksiddan kobalt oksidi hosil bo'ladi:



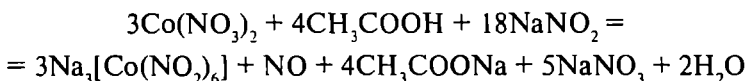
$\text{Co}(\text{OH})_2$  havoda qiyinchilik bilan oksidlanadi.  $\text{NaClO}$  oksidlanishni tezlashtiradi:



$\text{Co}(\text{OH})_3$  qora tusli asos xossali modda.  $\text{Co}(\text{OH})_3$  ga kislorod saqlovchi kislotalar qo'shilganda kobalt (III) tuzlari hosil bo'lmaydi, balki kobaltning (II) valentli tuzlari hosil bo'ladi:



Eritmada  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  qizg'ish rangli. Kompleks birikmalar asosida Fisher reaktivi ma'lum:



## 19.4. Nikel va uning birikmalari

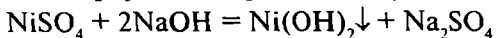
**Tabiatda uchrashi.** Nikel tabiatda kupfernikel  $\text{NiAs}$  va mishyak nikel yaltirog'i holatida uchraydi  $\text{NiAsS}$ .

Nikel juda yaltiroq oq kumushsimon metall, juda qattiq, magnitga tortiladi. Kobaltga o'xshash olinadi. U juda korroziyaga chidamli. Atmosferada, suvda, kislotalarda va ishqorlarda barqaror. Nikelning kislotalarga munosabati temir va kobaltga o'xshash.

Nikel qotishmalari juda ko'p ishlatiladi. Nixrom 70% Ni va 20% Cr. Nikel konstantin termoparlarda ishlatiladi.



$\text{NiO}$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  va  $\text{Ni}(\text{OH})_3$  ma'lum.



oqish yashil cho'kma

$\text{Ni}(\text{OH})_2$  va  $\text{Co}(\text{OH})_2$  temir birikmalaridan farq qilib havo kislorodi bilan o'z-o'zidan oksidlanmaydi:

qora tusli asos



Eritmada  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  — to'q yashil rangli ion hosil qiladi.  $\text{NiCl}_2$  sariq rangli.

**Temir oilasi elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati.** Temir va kobaltning tabiatdagi roli juda muhimdir. Temir barcha o'simlik va hayvon organizmlari uchun zarur elementdir. Odam organizmida temir gemoglobin, jigar, taloq, orqa miya, buyrak, qon plazmalari tarkibida uchraydi. Turli to'qimalarda temirning miqdori 4—5 g ga yetadi. O'simliklarda temir nafas olishni ta'minlovchi fermentlar tarkibiga kirib, xlorofil sintezida ishtirok etadi. Temir birikmalari tirik organizmda to'qimalarga kislorod yetkazib berish, oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga katalizatorlik qilish, elektron tashish kabi muhim vazifalarni bajaradi.

Gemoglobin va mioglobin to'qimalarning nafas olishini ta'minlaydi. Ular tarkibida temir (II) birikmalari bo'ladi. Gemo-globin ikki vazifani bajaradi: u kislorodni o'pkadan to'qimalarga tashiydi,  $\text{CO}_2$  ni bo'lsa to'qimalardan o'pkaga tashiydi. Temirning qolgan birikmalari organizmdagi turli xil oksidlanish-qaytarilish kabi biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi.

Organizmga temir yetishmasa, kamqonlik kasalligi boshlanadi, odamning madori qurib, o'zini behush sezadi, kayfiyati buziladi. Bunda organizmga qaytarilgan temir beriladi. Masalan, feramid. Feramid bu temir hamda nikotin kislotasi amidining kompleks birik-masi bo'lib, bu modda Toshkent farmatsevtika institutida professor M.A.Azizov rahbarligida institutning markaziy ilmiy tekshirish laboratoriyasida ishlab chiqarilgan va tibbiyotga joriy etilgan.

Bundan tashqari, tibbiyotda  $\text{FeCl}_3$  qon to'xtatuvchi modda sifatida ham ishlatiladi.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  va temir laktati hamda temir glitseratining ham ishlatilishi ma'lum. Ortiqcha temir yurak-qon tomirlari, jigar va o'pka faoliyatining buzilishiga sabab bo'ladi.

Biotizimlarda kobalt birikmalarining ayniqsa,  $B_{12}$  vitaminining ( $C_{63} H_{90} N_{14} P Co$ ) ahamiyati katta.  $B_{12}$  kompleks birikma bolib, uning tarkibida kobalt (III) bo'ladi.  $B_{12}$  vitamin organizmda o'sish, qon aylanishi, eritrositlarning yetilishi, qonning ivishi, uglevod va lipidlar almashinuvini boshqaradi. Odam organizmida bu vitamin yetishmasa, xuruj qiluvchi kamqonlik zo'rayadi, organizmning turli yuqumli kasalliklarga bardoshi susayadi.

Hayvon va odam organizmi ichak devoralari  $B_{12}$  vitaminini ishlab chiqaradi.

Nikel ham biokimyoviy jarayonlarda qatnashib, fermentlar faoliyatiga ta'sir qiladi. Tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar sintezini faollashtiradi.

Qolgan VIII B guruh elementlari ichida platinaning kompleks birikmalari organizmda oksidlanish jarayonlarini boshqarishda qatnashishi aniqlangan. Sis holatdagi tuzilishga ega bo'lgan platina (II) va (IV) larning kompleks birikmalari xavfli o'smalarga (saraton) qarshi samarali vositaligi topligan.

Jibbiyotda anemiyaga qarshi temir, temir (II) sulfat, temir (III) sulfat, temir (II) xlorid, temir (III) oksid, temir (II) laktat va boshqa temir birikmalarini tutgan moddalar dori sifatida keng qo'llaniladi. Masalan, qaytarilgan temir, temir gliserifosfat, gemostumulin, fitoferrolaktol, ferropleks, konferon, ferum-lek, ferrosen, feramid va boshqalar. Anemiyaga qarshi samarali vositalardan biri vitamin  $B_{12}$  hisoblanadi. Bu vitamin boshqa kasalliklarda ham samaralidir.

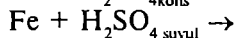
## 19 - bobga oid savol va masalalar

1. Temir (III), kobalt (III), nikel (III) gidroksidlarning konsentrlangan xlorid, sulfat kislotalar bilan reaksiya tenglamalarini yozing va tenglashtiring.

2.  $FeCl_2$  va  $FeCl_3$  eritmalariga  $Na_2CO_3$  eritmasini qo'shganda boradigan reaksiya tenglamalarini yozing.

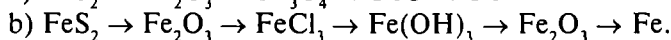
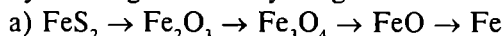
3. Temir (II) sulfatdan qanday qilib temir (III) sulfatni, temir (III) sulfatdan qanday qilib temir (II) sulfatni olsa bo'ladi? Reaksiya tenglamalarini yozing.

3. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:



4.  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  ionlarining qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi?  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{3+}$  ionlarining oksidlovchilik xossalari qanday o'zgaradi?

5. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga yordam beradigan reaksiyalar tenglamalarini yozing:

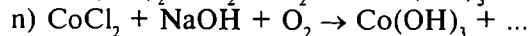
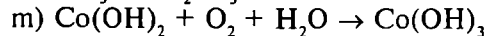
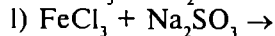
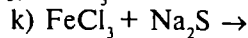
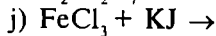
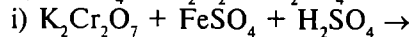
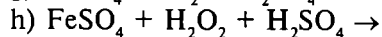
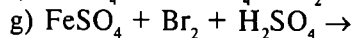
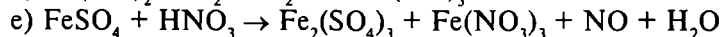
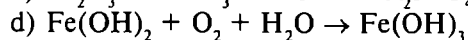
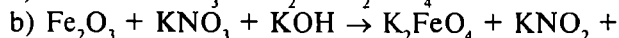
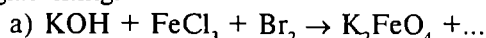


6. Temir (II) sulfat bilan temir (III) sulfat aralashmasidan 10 g bor. Bu aralashma bilan reaksiyaga kirishishi uchun kislotali muhitda 1,58 g kaliy permanganat sarflangan. Aralashmaning miqdoriy tarkibini aniqlang. (Javob: 7,6 g  $\text{FeSO}_4$ ; 2,4 g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

7. Ikki probiraning birida Mor tuzi va ikkinchisida temir-ammoniyli achchiqtosh bor. Qaysi birida nima borligini qanday bilish mumkin? Javobingizni tegishli reaksiya tenglamalari bilan asoslang.

8.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ning grafik tuzilishini yozing. Bu birikmani qaysi kislotaning tuzi deb qarash mumkin?

9. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang va tenglashtiring:

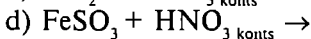
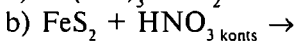
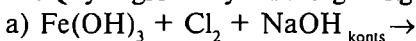


- o)  $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{HCl}_{\text{konts}} \rightarrow \text{Cl}_2 +$   
 p)  $\text{NiSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3 +$   
 q)  $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{HCl}_{\text{konts}} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$

10.  $\text{Co}_2\text{O}_3$  va  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  larning konsentrlangan xlorid va sulfat kislotalar bilan reaksiyalar tenglamalarini yozing.

11.  $\text{NiSO}_4$  va  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  tuzlari eritmalariga mo'1 miqdorda  $\text{NH}_4\text{OH}$  qo'shganda hosil bo'ladigan reaksiya tenglamalarini yozing.

12. Quyidagi reaksiyalarni tugallang va tenglashtiring:



13.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{CoCl}_2$ ;  $\text{NiSO}_4$  tuzlarining gidrolizlanish tenglamalarini yozing.

## 20-bob. I B GURUH ELEMENTLARI

### 20.1. IB guruh elementlari, ularning birikmalari va xossalari

Mis, kumush, oltin I B guruh elementlariga kiradi. Ularning tashqi qavatida bittadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda to'lgan  $d$  elektron qavat bor. Bu elementlar ionlanish energiyasi-ning qiymati IA guruh elementlaridan keskin farq qilib, anchagina yuqoriligi ko'rinib turibdi. Bu elementlarning eng asosiy kattaliklari 39-jadvalda keltirilgan.

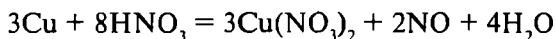
39-jadval

#### 1B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

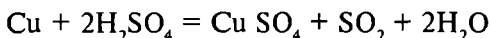
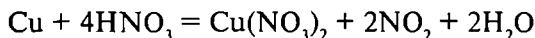
| Asosiy kattaliklar             | Mis               | Kunush            | Oltin             |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Atom massa                     | 63,62             | 107,87            | 196,97            |
| Elektron formulasi             | $3d^{10}4s^1$     | $4d^{10}5s^1$     | $5d^{10}6s^1$     |
| Atom radiusi, nm               | 0,128             | 0,144             | 0,144             |
| Ion radiusi, nm                | 0,098             | 0,113             | 0,137             |
| Suyuql. harorati, °C           | 1083              | 960,5             | 1455              |
| Ionlanish energiyasi           | 7,726             | 7,576             | 9,226             |
| $M \rightarrow M^+$            |                   |                   |                   |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>    | 8,96              | 10,5              | 19,3              |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, % | $3 \cdot 10^{-3}$ | $6 \cdot 10^{-6}$ | $4 \cdot 10^{-7}$ |

Bu elementlar qiyin oksidlanuvchi elementlar hisoblanadi. Bu metallar vodorod ionlari va kislorod bilan oksidlanmaydi. Ular shuning uchun yarim nodir yoki nodir metallar qatoriga kiradi.

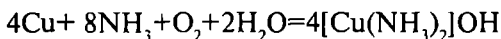
Mis va kumush konsentrlangan nitrat va sulfat kislota bilan 160°C dan yuqorida oksidlanadi:



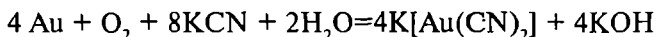
Suyul.



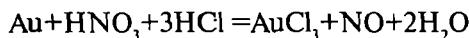
Mis ammiakning suvdagi eritmasida ham kislorod ishtirokida eriydi:



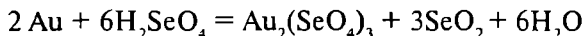
Mis, kumush va oltin ishqorlar ta'siriga chidamli, lekin sianidlarda yaxshi eriydi:



Oltin nitrat, sulfat kislotalar bilan oksidlanmaydi. Unga zar suvi ta'sir etadi:



Yana oltin selenat kislotasida ham eriydi:



## 20.2. Mis

**Tabiatda uchrashi.** Tabiatda oz miqdorda tug'ma mis uchraydi. Birikma holdagi  $\text{Cu}_2\text{O}$  kuprit,  $\text{Cu}_2\text{S}$  mis yaltirog'i,  $\text{CuFeS}_2$  misli kolchedani yoki xalkopirit,  $\text{CuO}$ -tenerit minerali, shuningdek malaxit  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  ma'lum. Kumush sulfidlar holatida qo'rgoshin, rux, kadmiy bilan birga uchraydi. Mis, kumush va oltin tabiatda erkin metallar holatida ham uchraydi.

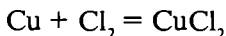
Mis elementi tabiatda ikki xil izotop holida uchraydi:  $^{63}_{29}\text{Cu}$  (69,1%) va  $^{65}_{29}\text{Cu}$  (30,9%).  $^{64}_{29}\text{Cu}$  radioaktiv izotopining yarim yemirilish davri 12,8 soat.

**Fizik xossalari:** pushti qizil rangli, yumshoq, yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanlikka ega. Suyuqlanish harorati 1083°C.

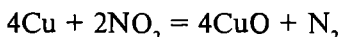
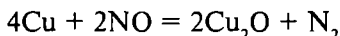
**Kimyoviy xossalari.** Mis havoning miqdoriga qarab  $\text{Cu}_2\text{O}$  va  $\text{CuO}$  kabi oksidlar hosil qiladi.  $\text{Cu}_2\text{O}$  — qizil rangli. Beqaror birikma:



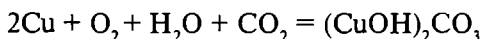
Mis galogenlar bilan ham odatdagi sharoitda oksidlanadi:



Yuqori haroratda  $\text{NO}$  misni  $\text{Cu}_2\text{O}$  ga,  $\text{NO}_2$  bo'lsa  $\text{CuO}$  ga oksidlaydi:



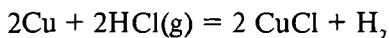
Azot va uglerod mis bilan ta'sir etmaydi:



Sianid ionlari ishtirokida mis oson oksidlanib sianidli komplekslar hosil qiladi:

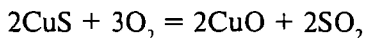


Yuqori haroratda mis gaz holdagi  $\text{HCl}$  bilan ta'sirlanadi:

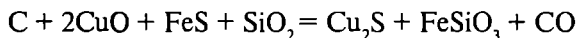


Odatdagi sharoitda reaksiya chapga surilgan yuqori haroratda o'ngga suriladi. Mis va uning birikmalari kuchli zahar hisoblanadi.

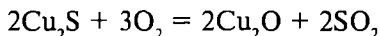
**Olinish usullari.** Dastlab rudalarni yoqib oksidlar olinadi:



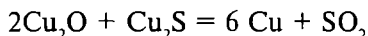
Rudalarni suyuqlantirish pechlarda olib borilib unga koks qo'shiladi:



Kuydirish:



Qaytarish:

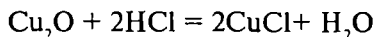
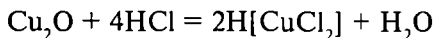


Shunday usulda olingan misning tozaligi 95—98% ga yetadi. Toza mis olish uchun mis sulfati misli anod elektrodi ishtirokida elektroliz qilinadi.

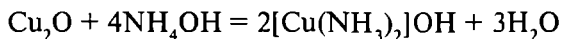
**Texnikada ishlatilishi.** Mis asosida ko'pdan ko'p asbob va uskunalar tayyorlanadi. Tunuka holdagi mis bilan kemalar o'raladi. Misdan ko'p qotishmalar tayyorlanadi. Masalan, bronza — mis 90%, qalay — 10%; latun — mis 60 %, rux-40%; melxior — mis — 68%, Ni-30%, Mn-1%, temir-1%; pul tayyorlaydigan chaqalar — Cu 95%, aluminiy-5%.

### 20.3. Misning birikmalari

**Cu<sup>+1</sup> bo'lgan birikmalari.** Mis (I) oksidi Cu<sub>2</sub>O — qizil kristall modda. Amfoter oksid, lekin natriy gidroksidda qiyin eriydi. Galogenovodorodlarda ham qiyin eriydi. Suyultirilgan eritmalarida rangsiz eritmalar hosil bo'ladi. Agar kislota tarkibida suv ko'p bo'lsa oq cho'kma hosil bo'ladi:



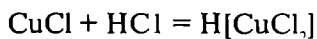
Mis (I) oksidi ammiakda ham oson eriydi. Bunda ammiakli komplekslar hosil bo'ladi:



Mis (I) gidroksid(sariq rangli) beqaror, u parchalanib qizil rangli mis(I) oksid hosil qiladi:



Galogenlar bilan CuCl, CuF hosil qiladi. Bu birikma yuqori konsentratsiyali kislotalarda eriydi:

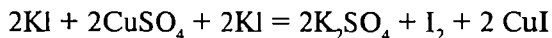


Mis (I) uchun  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$  turdagi ammiakatlar xos. Shu tufayli ko'p mis (I) birikmalari ammiak eritmasida yaxshi eriydi.

Cu (II) xlorid qizdirilgan Cu metali bilan ta'sir etganda CuCl hosil bo'lishi kuzatilgan:



Agar mis(II) sulfatiga kaliy yodid ta'sir ettirilsa, mis (I) yodid olinadi:



CuI— oq cho'kma  $\text{Cu}_2\text{S}$  ni mis olishda ishlatiladi. Cu (I) ning kompleks birikmalari anchagina barqaror. Ularning beqarorlik doimiyliigi 40-jadvalda keltirilgan.

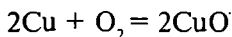
40-jadval

**Mis (I) ning ba'zi komplekslarining beqarorlik doimiyliigi**

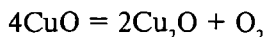
| Kompleks birikma        | $[\text{CuCl}_2]^-$          | $[\text{CuBr}_2]^-$          | $[\text{CuI}_2]^-$           |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $K_{\text{beqarorlik}}$ | $2,9 \cdot 10^{-6}$          | $1,2 \cdot 10^{-6}$          | $1,4 \cdot 10^{-9}$          |
| Kompleks birikma        | $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$ | $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ | $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ |
| $K_{\text{beqarorlik}}$ | $1 \cdot 10^{-16}$           | $8 \cdot 10^{-22}$           | $5 \cdot 10^{-39}$           |

**$\text{Cu}^{+2}$  birikmalari.** Mis (II) oksid, qora rangli amorf modda. Gazlarni adsorbsiya qila oladi.

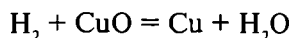
Mis (II) oksidi misning kislorod bilan ta'siridan olinadi:



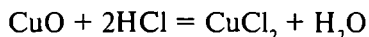
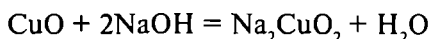
Yuqori haroratda u parchalanib mis(I) oksidini hosil qiladi:



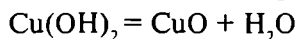
Mis (II) oksidni vodorod bilan qaytarilsa misga aylanadi:



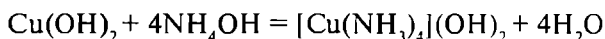
CuO konsentrlangan ishqorlarda eriydi, lekin kislotalarda ham oson eriydi:



Mis (II) oksidini quyidagi usullarda ham olish mumkin:



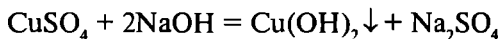
Mis(II) gidroksid ammiak eritmasida oson erib ammiakatlar hosil qiladi:



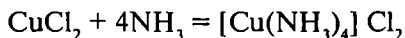
Bu reaksiyada ko'k rangli tetraaminmis(II) gidroksid olish mumkin.

Mis (II) gidroksidi mis sulfatga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi:





Misning (II) birikmalari ko'pdan ko'p kompleks birikmalar hosil qiladi:



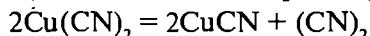
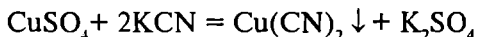
Agar yangi olingan  $\text{Cu(OH)}_2$  ga konsentrlangan ishqorlar qo'shilsa ko'k rangli gidroksokupratlar hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan gidroksokupratlar oson parchalanadi va beqarordir. Mis (II) galogenidlari kislotalar eritmalarida galogen kupratlar hosil qiladi:



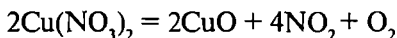
Mis(II)ning sianidlari va rodanidlari beqaror, lekin sianidli komplekslar ancha barqaror hisoblanadi:



Kaliy tetrasianokuprat ancha barqaror kompleks hisoblanadi.

Mis (II) sulfat  $\text{CuSO}_4$  suvsiz holatda oq kukun. Suvdagi eritmalar, ko'kish-havo rangli. Bunday rang eritmadagi  $[\text{Cu(H}_2\text{O)}_4]^{2+}$  borligini ko'rsatadi.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  mis kuporosi deyiladi.

Mis (II) nitrati —  $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  misning nitrat kislota bilan ta'siridan olinadi. Qizdirilsa, suvini yo'qotib parchalanadi va azot (IV) oksid va kislorod hosil qiladi:



Mis (II) asetati —  $\text{Cu(CH}_3\text{COO)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — mis yoki uning oksidini sirka kislodata erishidan hosil bo'ladi.

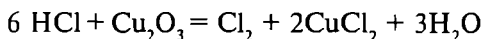
Mis(II) xlorid to'q ko'k rangli kristallar hosil qiladi. Suyultirilgan eritmalar yashil rangga, konsentrlangan eritmaları to'q ko'k rangga ega.

**Misning oksidlanish darajasi +3 bo'lgan birikmalari.** Tarkibida fluor tutgan birikmalar olingan:  $\text{K}_3[\text{CuF}_6]$ .

Mis (II) gidroksidini ishqoriy muhitda oksidlab,  $\text{NaCuO}_2$  olish mumkin:



Undan mis (III) oksidi —  $\text{Cu}_2\text{O}_3$  olingan. Uning birikmalari beqaror. Bu birikma kuchli oksidlovchi:



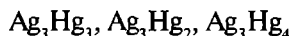
Reaksiya natijasida xlor va misning(II) tuzlari hosil bo'ladi.

## 20.4. Kumush va uning birikmalari

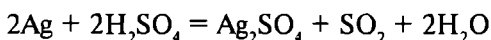
**Tabiatda uchrashi.** Tabiatda kumush juda kam tug'ma holda uchraydi. Ko'p birikmalar mishyak yoki surma bilan birga uchraydi. Masalan, kumush tiosurmanit  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ ,  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  — kumush tioarsenit. Kumush yaltiroq'i  $\text{Ag}_2\text{S}$  va  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgCl}$  lar ham tabiatda uchraydi.

Kumush tabiatda ikki xil izotop  $^{107}_{47}\text{Ag}$  (51,35%) va  $^{109}_{47}\text{Ag}$  (48,65%) holatida tarqalgan. Uning radioaktiv izotopi  $^{110}_{47}\text{Ag}$  bo'lib yarim yemirilish davri 253 kun.

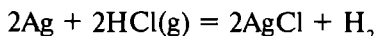
**Fizik xossalari.** Kumush oq yaltiroq metall. Yuqori qovush-qoqlikka ega. Undan ingichka sim tayyorlasa bo'ladi. Yuqori issiq va elektr o'tkazuvchanlikka ega. Bu guruh ichida kumushning elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori. Simob bilan amalgamalar hosil qiladi:



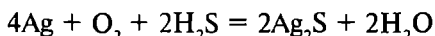
**Kimyoviy xossalari.** Kumush kislorod, vodorod va kislotalar bilan oksidlanmaydi. Ozon bilan oksidlanadi. Nitrat va konsentrlangan sulfat kislota bilan yuqori haroratda oksidlanadi:



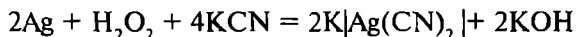
Gaz holatidagi  $\text{HCl}$  bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishadi:



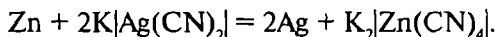
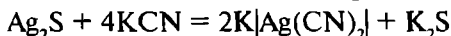
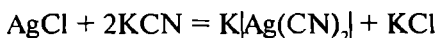
Kumush galogenlar bilan qiyin oksidlanadi. Nam havoda kumush vodorod sulfid ishtirokida havo kislorodi bilan oson oksidlanadi. Kumushdan yasalgan taqinchoqlarni qorayib qolishining sababi ana shundadir:



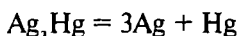
Kaliy sianid ishtirokida kislorod va vodorod peroksidi ham kumushni oson oksidlaydi:



Kumushning olinish usullari: 1. Sianid usuli:



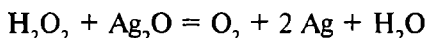
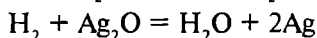
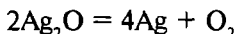
2. Amalgamalarni parchalab olinadi:



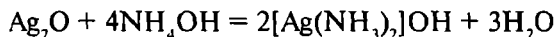
Kumush idishlar, asboblar, taqinchoqlar, jarrohlik uskunalari tayyorlashda ishlatiladi. Taqinchoqlar tayyorlashda tamg'a (proba) qo'yiladi. Kumush tamg'asi 800—875 orasida bo'ladi. Bu 1000 tarkibiy qismdan 800—875 qism kumush, qolganlari qo'shimchalar ekanligini ko'rsatadi. Ko'p miqdorda kumush birikmalari fotografiya maqsadlari uchun sarflanadi.

**Ag<sup>+1</sup> birikmalari.** Kumushning oksidlanish darajasi +1 bo'lgan birikmalari ko'p uchraydi. Lekin +2 va +3 birikmalari ham bor. Kumush II va III valentligi birikmalari juda beqaror, faqat kompleks birikmalar holida mavjud.

Ag<sub>2</sub>O qora qo'ng'ir rangli kristall modda:

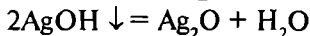
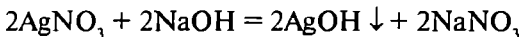


Bu reaksiyalarda kumush oksidi oksidlovchi. Kumush (I) oksidi ammiakda yaxshi eriydi:

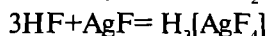
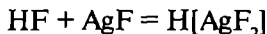


Bu reaksiyalarda kompleks asoslar hosil bo'ladi.

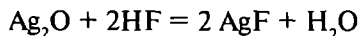
AgOH beqaror birikma bo'lib, kumush nitratga ishqorlar ta'sir qilib olinadi:



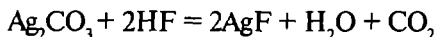
Kumushning galidlari kumush floriddan boshqasi yomon eriydi:



Kumush oksidi HF da eriydi va eruvchan tuz AgF ni hosil qiladi:

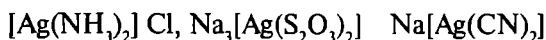


AgF ni  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  ga HF ta'sir etib ham olish mumkin:

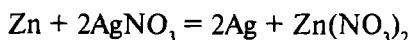


$\text{AgF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yoki  $\text{AgF} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  rangsiz kristallar hosil qilishi kuzatilgan.

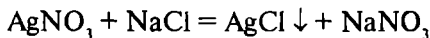
AgCl ammiak bilan oson komplekslar hosil qiladi:



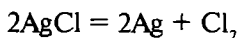
$\text{Ag}^+$  ioni kuchsiz kislotali muhitda kuchli oksidlovchi:



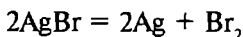
Kumush xloridi  $\text{AgNO}_3$  ga xlorid kislota tuzlari ta'siridan olinadi:



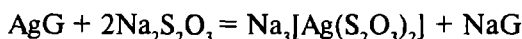
Kumush xlorid fotoqog'ozlarda ishlatiladi:



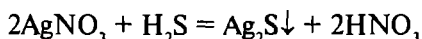
Kumush bromid fotoplyonkada ishlatiladi:



Kumush galidlari fiksaj ta'sirida eriydigan galogenidlar hosil qilib plyonka va qog'ozdan nur ta'sirida o'zgarishga uchramagan galidlar qavatini yo'qotadi:



**AgJ birikmasi kompleks hosil qilmaydi.**  $\text{Ag}_2\text{S}$  kumushning eng yomon eriydigan tuzi. U quyidagicha olinadi:



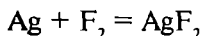
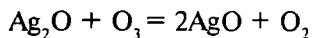
Kumush nitrat suvda yaxshi eriydi va gidrolizga uchramaydi:



Kumush birikmalari fotoqog'oz, fotoplyonkalar tayyorlashda, tibbiyotda dezinfeksiya qiluvchi modda sifatida ishlatiladi.  $\text{Ag}^+$  ionlari tibbiyotda bakteriyalar o'sishini to'xtatish uchun qo'llaniladi.

Bir og'irlik hissa  $\text{AgNO}_3$  bilan ikki og'irlik hissa  $\text{KNO}_3$  eritmasi lyapis deb ataladi va tibbiyotda ishlatiladi.

**Ag<sup>+2</sup> birikmalari.** Kumushning oksidlanish darajasi +2 bo'lgan bir necha birikmasi bor. Bularga AgO va AgF<sub>2</sub> misol bo'ladi. AgO kumush (I) oksididan ozon ta'sirida olinadi:



**Ag<sup>+3</sup> birikmalari.** Oksidlanish darajasi +3 bo'lgan faqat birgina birikma ma'lum, u ham bo'lsa sariq rangli K[AgF<sub>4</sub>] olingan.

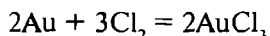
## 20.5. Oltin va uning birikmalari

**Tabiatda uchrashi.** Nodir metall tabiatda tug'ma holda uchraydi. Tellur bilan birikmasi bor. AuAgTe<sub>4</sub> — silvanit deyiladi. Klaverit tarkibi Au<sub>2</sub>Te dan iborat.

**Fizik xossalari:** sariq rangli yaltiroq metall. Oltin plastikligi eng yuqori bo'lgan metall. Undan qalinligi 0,0002 mm bo'lgan zarqog'oz tayyorlash, yoki 1 g oltindan uzunligi 3 km bo'lgan ip tayyorlash mumkin.

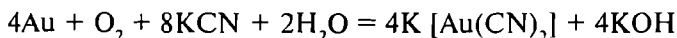
Tabiatda oltinning izotopi faqat <sup>197</sup>/<sub>79</sub> Au (100%) holatida uchraydi. Oltinning radioaktiv izotopi <sup>198</sup>/<sub>79</sub> Au uning yarim yemirilish davri 2,7 kun. Bu izotop radioaktiv indikator sifatida ishlatiladi.

**Kimyoviy xossalari.** Oltin suv, kislotalar, kislorod, nitrat kislota, sulfat kislota ta'sirida oksidlanmaydi. Oltin galogenlar bilan odatdagi sharoitda juda oz ta'sirlashadi, lekin fluor bilan 300—400°C ta'sirlashadi. Xlorning suvdagi eritmasi uni oson oksidlaydi:

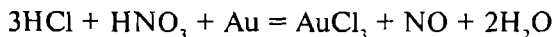


Bu reaksiya xlor ioni ishtirokida tezlashadi. Bunda suvda eruvchan H[AuCl<sub>4</sub>] kompleksi hosil bo'ladi.

Oltin sianid ionlari ishtirokida tez oksidlanadi:

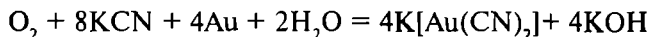


Oltin zar suvida eriydi:

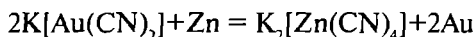


**Olinishi.** Oltin rudalarni yuvish orqali olinadi. Yoki uning simob bilan amalgamasini parchalash orqali olinishi mumkin.

Hozirgi kunda oltin olishning sianidli usuli bor. Bu usulga ko'ra ruda kaliy sianid yoki natriy sianid bilan yuviladi:



Eritmadan oltin boshqa biror metall (Zn, Fe) bilan ajratib olinadi:

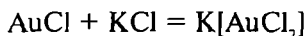
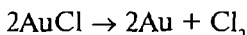


**Ishlatilishi.** Dunyoda ishlab chiqariladigan oltinning ko'p miqdori davlat omborlarida valuta zaxirasi sifatida saqlanadi. Oltin asosan taqinchoqlar tayyorlash uchun ketadi. 1000 qism qotishmaga nisbatan oltinning massasi ko'rsatiladi. Bu yerda tamg'a bor. 750, 583, 500 va 375 tamg'a qo'yiladi. Ko'rsatilgani oltin, qolgani qo'shimchalar. Shu paytgacha topilgan tug'ma oltinning eng katta miqdori 112 kg bo'lib, Janubiy Afrika Respublikasida kavlab olingan.

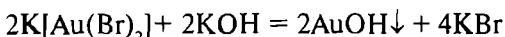
1800-yilda dunyo bo'yicha 18 t, 1900-yilda 400 t, 1970-yilda 1500 t oltin (sobiq SSSR hisobga olinmagan) ishlab chiqarilgan.

**Au<sup>+1</sup> birikmalari.** Oltinning hamma birikmalari termik beqaror. Au<sub>2</sub>O, Au<sub>2</sub>S erimaydigan birikmalar Au<sup>+3</sup> birikmalari ancha barqaror. Oltinning xlor bilan reaksiyasi 150—300°C oralig'ida ketadi. Pastroq haroratda (150°C) AuCl<sub>3</sub>, yuqori haroratda (300°C) AuCl hosil bo'lishi kuzatilgan.

AuCl och sariq rangli kukun modda oson parchalanadi:



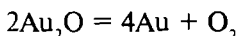
Kaliy dibromoauratga kuchli ishqorlar ta'sir etganda oltin (I) gidroksidi hosil bo'ladi:



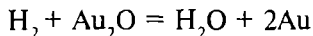
AuOH beqaror birikma, u oson parchalanadi:



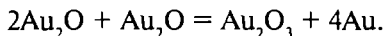
Au<sub>2</sub>O qizdirilsa parchalanadi:



Unga vodorod ta'sir ettirilsa, oltin hosil bo'ladi:

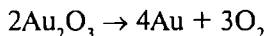


Au<sub>2</sub>O disproporsialanish reaksiyasiga uchraydi:

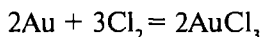


AuBr, AuJ, Au<sub>2</sub>S — qora modda. AuCN — jigar rang modda.

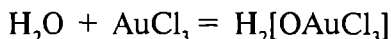
**Au<sup>+3</sup> birikmalari.** Oltinning (III) valentli birikmalaridan Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — qora qo'ng'ir kristall modda bo'lib, qizdirilganda oltin va kislorodga parchalanadi:



Oltin birikmalaridan eng ko'p ishlatiladigani AuCl<sub>3</sub> ni olish uchun kukun holatdagi oltinga 200°C haroratda mo'l xlor ta'sir ettiriladi:



Hosil bo'lgan modda qizil rangli. AuCl<sub>3</sub> ni suv bilan ta'siridan kompleks anion hosil bo'lishi ma'lum:



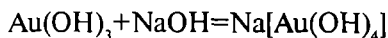
Bu yerda qizil jigar rangli akva kislotalar hosil bo'ladi. Oltin kislotasi (H[AuCl<sub>4</sub>]) oltinni xlor bilan to'yintirilgan xlorid kislotada erishidan hosil bo'lgan birikmasi hisoblanadi:



Bu birikma eritma bug'latilganda H[AuCl<sub>4</sub>]-4H<sub>2</sub>O holida ajralib chiqadi. Shu kislota tuzlaridan sariq rangli natriy tetraxloroaurat «oltin tuz» nomi bilan mashhur. Bu tuz ham kristallogidrat holatida uchraydi — Na[AuCl<sub>4</sub>]-2H<sub>2</sub>O.

AuBr<sub>3</sub> — qora qo'ng'ir rangli modda, Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub> — qora rangli modda hisoblanadi.

Au(OH)<sub>3</sub> -qizil-jigar rangli kristall birikma. Uning kislotali xossalari kuchliroq amfoter gidroksid. Au(OH)<sub>3</sub> ishqorlarda erib gidroksiauratlar hosil qiladi:



Ishqoriy metallar tuzlari ishtirokida Na[Au(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>], Na[Au(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], Na[Au(CN)<sub>4</sub>], Na[AuS<sub>2</sub>] kabi qator kompleks birikmalar olingan.

**I B guruh elementlarining tibbiyotdagi o'rni.** Fermentlar, garmonlar, vitaminlar bilan bog'langan bo'lgani uchun mis hayotiy muhim jarayonlarga anchagina ta'sir etadi: bu jarayonlar ko'payish, qonning quyulishi, pigmentatsiya, organizmning o'sishi va rivojlanishi, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari va almashinishdir. Mis yetishmaganda gemogloblin hosil bo'lishi kamayib,

anemiya kuzatiladi. Mis tutgan fermentlar **metalloferment**larning asosiy qismini tashkil etadi.

Tibbiyot amaliyotida  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ishlatilishi ma'lum. Bu modda antiseptik xossaga ega. Kumushning kollargol (70% gacha kumush bor) va protargol (8,3% gacha kumush) degan dorivor turlari ma'lum. Kumush nitrat juda zaharli bo'lib, tashqaridan eroziya, yara, traxoma va boshqa teri kasalliklarida buyuriladi.

Odam organizmida kumushga eng boy miya hisoblanadi. Bir sutkada odam organizmiga 0,1 mg atrofida kumush kiradi. Kumush ko'proq tuxum sarig'ida ko'pligi aniqlangan (100 g da 0,2 mg kumush).

Oltin birikmalari organizmning chidamliligini oshirishi ma'lum. *In vitro* tajribalarida oltin birikmalarining sil kasalligi chaqiruvchilariga faolligi ma'lum bo'lgan. Oltinning kompleks birikmasi  $\text{AuNaS}_2\text{O}_3$  volchanka kasalligida ishlatiladi. Oltinning krizolgan, triftal degan organik birikmalari ham shu maqsadda ishlatiladi. Krizanol  $[\text{Au-S-CH}_2\text{-CH-OH-CH}_2\text{SO}_3]_2\text{Ca}$  volchanka, sil va moxov kasalligida samarali dori vositasi sifatida ishlatilishi ma'lum. Shuningdek, krizanol revmatoidli artritda antibiotiklar va kortikosteroidlardan ancha samarali ekanligi aniqlangan.

## 2/- bob. II B GURUH ELEMENTLARI

II B guruh elementlariga rux, kadmiy va simob kiradi. Bu elementlarning tashqi qavatida ikkitadan elektron bor, tashqaridan ikkinchi qavatida o'ntadan elektron bor. Bu elementlarning d-orbitallari elektronlarga to'lgan. Qaytaruvchanlik xossasi ruxdan simobga qarab kamayadi. Kimyoviy faollik jihatidan II B guruh elementlari ishqoriy yer metallaridan birmuncha zaif. Asosiy guruh elementlaridan farq qilib atom massa ortishi bilan faollik ortishi orniga teskarisiga, ya'ni kamayadi. Ayni qatorda atom radiusi ortib borsa ham faollik simobda kam. 41-jadvalda II B guruh elementlarining eng asosiy fizik kattaliklari berilgan. Rux va kadmiy metallari faollik qatorida vodoroddan oldinda joylasgan bo'lsa, simob faollik qatorida vodoroddan keyin joylashgan. Odatdagi sharoitda



ruх va kadmiy metallari sirti juda yupqa oksid pardasi bilan qoplangan bo‘lib, bu parda keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

41-jadval

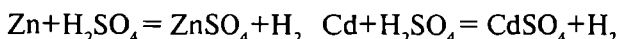
## II B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar             | Rux                 | Kadmiy              | Simob             |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Atom massa                     | 65,37               | 112,40              | 200,69            |
| Elektron formulasi             | $3d^{10}4s^2$       | $4d^{10}5s^2$       | $5d^{10}6s^2$     |
| Atom radiusi, nm               | 0,139               | 0,156               | 0,160             |
| $E^{2+}$ ion radiusi, nm       | 0,085               | 0,099               | 0,112             |
| Ionlanish energiyasi           | 17,96               | 16,90               | 18,75             |
| $M \rightarrow Me^{2+}$        |                     |                     |                   |
| Suyuql. harorati, °C           | 419                 | 321                 | −39               |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>    | 7,1                 | 8,7                 | 13,55             |
| Yer po‘stlog‘ida tarqalishi, % | $8,3 \cdot 10^{-3}$ | $1,3 \cdot 10^{-5}$ | $7 \cdot 10^{-6}$ |

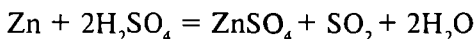
Harorat ta‘sirida ruх va kadmiy oksidlarga aylanadi:



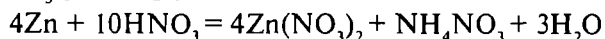
Suv bilan ruх va kadmiy ularning ustida oksid parda borligi tufayli ta‘sirlashmaydi. Suyultirilgan sulfat va xlorid kislotalar ruх va kadmiy bilan ta‘sirlashadi, bunda vodorod ajraladi. Bu reaksiya kadmiy bilan sustroq boradi va, odatda, qizdirish kerak:



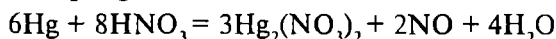
Konsentrlangan sulfat kislota ta‘sirida ruх oksidlanib sulfat ionlarini  $SO_4^{2-}$  yoki  $H_2S$  hosil qiladi:

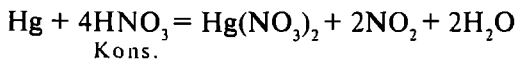


Suyultirilgan nitrat kislota ta‘sirida ruх oksidlanib, nitrat ionlarini  $NH_4NO_3$  gacha qaytaradi:

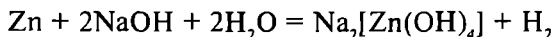


Simob suyultirilgan nitrat kislota eriganida  $Hg_2^{2+}$  gacha oksidlansa, konsentrlangan nitrat kislota ta‘sirida  $Hg_2^{2+}$  gacha oksidlanishi aniqlangan:





Rux metali konsentrlangan ishqorlar eritmasida qizdirilganda erib gidroksokomplekslar hosil qiladi:



Kadmiy va simob ishqorlarda mutlaqo erimaydi. Simobga suyultirilgan kislotalar ham ta'sir etmaydi.

Rux, kadmiy va simob bir-biri va boshqa metallar bilan juda oson qotishmalar hosil qiladi. Ayniqsa simob oson amalgamalar hosil qiladi. Amalgamalar ko'rinishiga ko'ra suyuq yoki xamirsimon bo'lishi mumkin. Amalgamalar hosil qilish uchun metallar simobga qo'shiladi yoki havonchada aralashtiriladi. Kumush va qalay amalgamalari stomatologiyada tishlarga quyish(plomba) uchun ishlatishga tavsiya etilgan. Oltinning amalgama hosil qilishi juda oson borgan uchun, oltin byumlar simobga tegmasligi kerak. Temir simob bilan amalgamalar hosil qilmaydi, shuning uchun ham simob po'lat sisternalarda tashilishi mumkin.

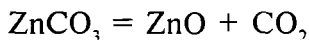
**Tabiatda uchrashi.** Eng muhim ruxning minerallari ZnS —aldama rux, CdS — kadmiy yaltirog'i yoki grinokit, HgS —kinovar, ZnCO<sub>3</sub> — galmey yoki rux shpati. Bu guruh metallari polimetallar rudalar tarkibiga kiradi. Simob tabiatda tug'ma holda uchraydi.

Ruxning barqaror izotoplari qatorida  $^{64}_{30}\text{Zn}$  (48,87%),  $^{66}_{30}\text{Zn}$  (27,81%),  $^{70}_{30}\text{Zn}$  (4,11%),  $^{68}_{30}\text{Zn}$  (15,685%),  $^{71}_{30}\text{Zn}$  (0,62%) ko'rsatish mumkin.

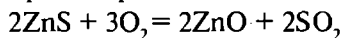
## 21.1. Rux birikmalari

**Olinish usullari.** Ishqoriy-yer metallaridan farqli ravishda II B guruh elementlari pirometallurgiya usullariga ko'ra ularning oksidlari, sulfidlari hamda elektroliz usulini qo'llash orqali ham olinadi.

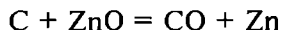
**Ruxni olinishi bosqichlari.** Rux karbonati asosida shaxtalarda amalga oshiriladi:



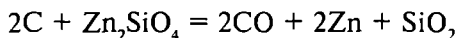
Rux sulfidini yoqish orqali:



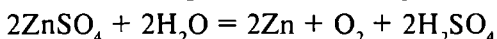
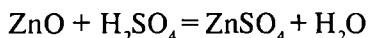
Hosil bo'lgan rux oksidiga uglerod qo'shiladi:



Koks bilan qaytarish:



Gidrometallurgiya usullaridan foydalanib, rux oksidini eritib so'ngra hosil bo'lgan eritmani elektrolizga uchratish orqali:

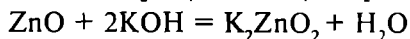
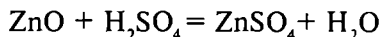


Kadmiy olish uchun uning tuzlaridan rux bilan qaytarish mumkin.

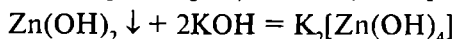
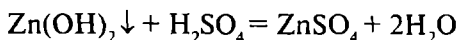
**Xossalari.** Ko'kish-kumushsimon metall. Odatdagi sharoitda mo'rt. Yaxshi bukuluvchan metall, uni oson yupqa pardaga aylantirish mumkin. 419,5°C da suyqlanadi. Agar qizdirilsa havoda oq yashil alanga berib yonadi va pux oksidiga o'tadi.

**Ishlatilishi.** Ruxlangan tunuka olish ancha rux sarf bo'ladi. Temirning bunday qotishmasi zanglamaydi. Galvanik elementlar tayyorlashda ham ancha rux zarur bo'ladi. Rux qotishmalaridan latun - 60% mis va 40% rux. Laboratoriyada vodorod olish uchun kerak. Rangli metallurgiyada oltin va kumush ajratib olish uchun rux juda ko'p sarflanadi.

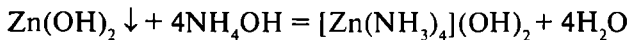
**Ruxning birikmalari.** ZnO — oq rangli 1950°C da parchalanadi. Rux oksidi amfoter xossaga ega. Oq bo'yoqlar tayyorlash uchun ishlatiladi. U bolalar upasi tarkibiga ham kiradi. Rux oksidi ham kislotalarda, ham ishqorlarda eriydi:



$\text{Zn}(\text{OH})_2$  — amfoter xossaga ega gidroksid hisoblanib, kislota va ishqorlarda oson eriydi:



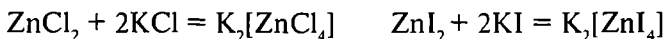
Rux gidroksidi ammiak eritmasida ham oson erib ammiakatlar hosil bo'ladi:



Eritmada rux birikmalari akva komplekslar hosil qiladi  $[\text{Zn(H}_2\text{O)}_4]^{2+}$  Rux komplekslaridan sianidlar ahamiyatga ega:



Rux komplekslaridan anion komplekslar ham mavjud:



$\text{ZnS}$  ma'lum sharoitda shulalanish xossasini namoyon etadi. Bu xossa unga og'ir metallarning sulfidlari aralashib qolganligidan kelib chiqadi.

$\text{ZnCl}_2$  suvsiz holatda olish juda qiyin bo'lgan modda. U uch molekula suv bilan birgalikda kristallanadi. Suvda yaxshi eriydi.

$2\text{KCl}$   $\text{ZnCl}_2$  beqaror kompleks deb qarash mumkin. Rux xlorid yog'ochni chirishdan saqlash maqsadida, metallar sirtini tozalashda va kimyoviy reaksiyalarda suv tortuvchi modda sifatida ishlatiladi

$\text{Zn(NO}_3)_2$  ruxni nitrat kislotada eritish yo'li bilan olinadi. U olti molekula suv bilan kristallanadi.

$\text{ZnSO}_4$ —rux sulfati. Eng ko'p ishlatiladigan ruxning tuzlaridan hisoblanadi. U elektrolit sifatida, tibbiyotda va ko'pdan ko'p rux birikmalarini olishda boshlang'ich moddadir. Ruxni suyultirilgan sulfat kislotada eritib rux sulfati olinadi. Uning tarkibida 7 molekula suv bo'ladi. Bu tuz eritmasi metallarni elektrolitik usulda rux bilan qoplashda, tibbiyotda, to'qimachilik sanoatida va boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

Ruxning anchagina miqdori teri tashqi qavatida(epidermis), sochda, muskullarda, jigar va suyak to'qimalarida borligi topilgan. Soch to'kilishi, bitmaydigan yaralarni davolashda rux sulfati ichdan ichish uchun qo'llanilishi ma'lum. Rux sulfati ortoborat kislota bilan (2,5 mg 20 mg) eritma holatida ko'zning konyuktivit kasalligida antiseptik modda sifatida tavsiya etilgan.

$\text{ZnO}$ -rux oksidi. Rux surtmasi tarkibida rux oksidi kiritiladi, u bolalar uchun himoya qiluvchi va davolovchi ta'sirga ega. Teriga

adsorbsiyalovchi, qurituvchi va teri holatini yaxshilovchi ta'siri bor. Teridagi shamollash, qizarish va boshqa ta'sirlarni davolash xossasiga ega. Asosan surtmalarda tashqaridan surish uchun buyuriladi.

Rux eng muhim mikroelementlar qatoriga kiradi. Katta odam uchun ruxning sutkalik dozasi 10—15 mg ni tashkil etadi. Rux metallofermentlar qatoriga kiradi. Ularning ichida karbongidraza va karboksipeptidaza ko'proq o'rganilgan. Karbongidraza qizil qon tanachalari tarkibiga kirib, gidratatsiya va  $\text{CO}_2$  ning degidratatsiya jarayonlariga ta'sir etadi. Karboksipeptidaza oshqozon osti bezi tarkibiga kiradi. U peptidlarning gidrolizlanishini tezlashtiradi. Bu jarayon insulin sintezi bilan bog'langan. Ana shu holat diabetni davolashda ishlatiladi. Hozirgi paytda bu maqsadda rux saqlovchi preparatlar tavsiya etiladi. Ularning ta'sir qilish muddati uzoq bo'lib, ularga rux insulin, protamin -zink insulin, insulinkridez kiradi.

## 21.2. Kadmiy

**Tabiatda uchrashi.** Kadmiyni 1817-yilda F.Shtromeyer rux karbonati tarkibidan olgan. Kadmiy hamma vaqt rux rudalari tarkibida kadmiy karbonat holida uchraydi.

Kadmiyning barqaror izotoplari tarkibi quyidagicha:  $^{106}_{48}\text{Cd}$  (1,25%),  $^{108}_{48}\text{Cd}$  (0,875%),  $^{110}_{48}\text{Cd}$  (12,39%),  $^{111}_{48}\text{Cd}$  (12,75%),  $^{112}_{48}\text{Cd}$  (24,07%),  $^{114}_{48}\text{Cd}$  (28,87%), va  $^{116}_{48}\text{Cd}$  (7,58%).

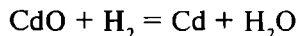
**Xossalari.** Kadmiy yumshoq, yaltiroq, oq, metall. Yuqori haroratda juda aktiv metall, galogenlar bilan birikib gallogenidlarga aylanadi. Toza kadmiy oksid jigar rang bo'lib havoda sekin-asta oqaradi. Bunda u kadmiy karbonatga aylanadi.

**Ishlatilishi.** Tuzlari rux tuzlariga o'xshash. Metall kadmiy past haroratda suyuqlanadigan qotishmalar tayyorlashda, Veston normal elementi hosil qilishda ishlatiladi. Temirning sirti kadmiy bilan qoplansa temir zanglamaydi.

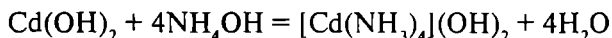
**Kadmiy birikmalari.** Kislorod bilan ikki xil birikma hosil qiladi.  $\text{CdO}$  va  $\text{CdO}_2$ . Bulardan  $\text{CdO}$  ning amaliy ahamiyati bor.  $\text{CdO}$ -

qo'ng'ir jigar rangli, lekin havoda  $\text{CO}_2$  ni yutib oqarib qoladi. CdO suvda oz eriydigan asoslar jumlasiga kiradi.

Agar vodorod atmosferasida qizdirilsa CdO dan metall kadmiy hosil bo'ladi:



$\text{Cd}(\text{OH})_2$ —kadmiy gidroksid, oq kristall modda, qizdirilsa suvini yo'qotib CdO ga aylanadi. Rux gidroksidga o'xshash ammiak eritmasida eriydi:



Agar kadmiy gidroksidga kislotalar ( $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ) ta'sir ettirilsa,  $\text{CdF}_2$ ,  $\text{CdCl}_2$ ,  $\text{CdBr}_2$  va  $\text{CdI}_2$  olinadi. Ular suvda yaxshi eriydigan moddalar.  $\text{CdI}_2$  fotografiyada ishlatiladi.

$\text{CdS}$ —kadmiy sulfid. Yomon eriydigan tuz hisoblanadi. CdS sariq bo'yoq va rangli shishalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Kadmiyning suvda va kislotalarda eriydigan birikmalari zaharlidir. Ayniqsa havoda chang holatda kadmiy oksidi bo'lishi juda xavfli.

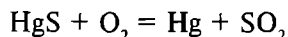
### 21.3. Simob va uning birikmalari

**Tabiatda uchrashi.** Suyuq holdagi simob juda kam uchraydi. Tabiatda kinovar  $\text{HgS}$  — kinovar,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  kalomel holda uchraydi. Simob xlorid sulema deyiladi ( $\text{HgCl}_2$ ).  $\text{HgS} \cdot 2\text{Sb}_2\text{S}_3$  — livingstonit minerali ham ma'lum.

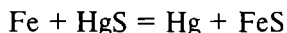
Tabiiy simob tarkibida uning yettita barqaror izotopi bor:

$^{198}_{80}\text{Hg}$  (10,02%),  $^{199}_{80}\text{Hg}$  (16,84%),  $^{200}_{80}\text{Hg}$  (23,13%),  $^{201}_{80}\text{Hg}$  (13,22%),  $^{202}_{80}\text{Hg}$  (29,80%),  $^{204}_{80}\text{Hg}$  (6,85%).

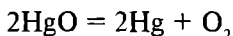
**Olinishi.** Texnikada asosan pirometallurgiya usuli bilan  $\text{HgS}$  dan olinadi. Buning uchun simob rudasi  $700\text{--}800^\circ\text{C}$  havo ishtirokida qizdiriladi:



Bug' holda hosil qilingan simob maxsus idishlarga yig'iladi:



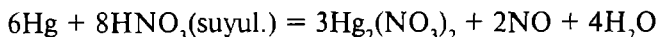
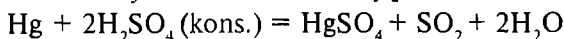
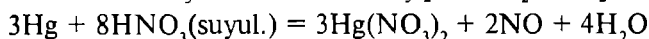
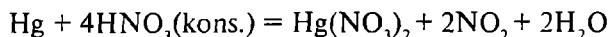
Laboratoriyada simob oksididan olinadi:



**Ishlatilishi.** Toza simob barometrlar va monometrlar tayyorlashda ishlatiladi. Simob kvarsli lampalar, amalgamalar va oltin hamda kumush ajratib olishda ko'p miqdori sarflanadi. Natriy va xlor olishda katod sifatida ishlatilishi ma'lum.

**Kimyoviy xossalari.** Simob bug'lari juda zaharli. Simob metallarni o'zida eritib amalgamalar hosil qiladi. Bunda K, Na, Ag(45%), Au(16,7%), Zn, Cd, Pb amalgamalar hosil qiladi. Fe, Ni, Mn va Sn bilan amalgamalar hosil bo'lmaydi.

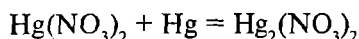
Simob konsentrlangan va suyultirilgan nitrat kislotalada eriydi:



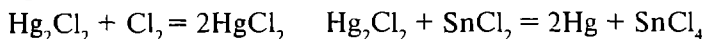
**Hg<sup>+1</sup> birikmalari.** Hg<sub>2</sub>O qora rangli. Barcha (I) birikmalarni olishda Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O ishlatiladi:



Hg<sub>2</sub><sup>+2</sup> (II) simob tuzlaridan qaytarib olish mumkin:

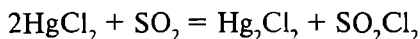


Hg<sub>2</sub><sup>+2</sup> ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi xossasiga ega:

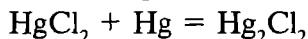


Hg<sub>2</sub><sup>+2</sup> ionidagi Hg—Hg bog'lari biri bilan kovalent birikkan ikkita simob ionlaridan iborat. Qanday anion bog'laganiga qarab Hg—Hg bog'lari orasidagi masofa o'zgaradi. Eng kam kovalent bog' hosil qilishi mumkin bo'lgan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionlarida bu bog'lar orasidagi masofa eng qisqa ekan.

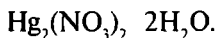
Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> — simob(I) xlorid yoki boshqacha nomi kalomel. Suvda yomon eriydigan qattiq oq modda, lekin organik erituvchilarda yaxshi eriydi. U simob (II) xloridni sulfit angidrid bilan qaytarish reaksiyasida hosil bo'ladi:



Kalomel olish uchun HgCl<sub>2</sub> ga simob qo'shiladi:



$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  — tarkibida ikki molekula suv bilan kristallanadi:

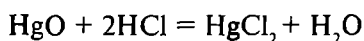


$\text{Hg}_2(\text{CN})_2$  — eruvchanligi 8 ga teng. Nihoyatda oz eriydi va zaharli hisoblanadi.

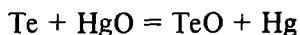
$\text{Hg}_2\text{SO}_4$  — suvda yomon eriydigan rangsiz kristall modda.

**$\text{Hg}^{+2}$  birikmalari.**  $\text{HgO}$  — simob (II) oksidi sariq, qizil rangli modda,  $400^\circ\text{C}$  da parchalanadi.

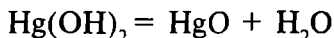
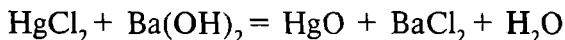
$\text{HgO}$  ishqorlarda erimaydi. Kislotalarda erib tuzlar hosil qiladi:



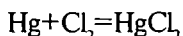
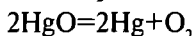
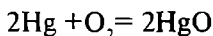
Bu reaksiyada sulema hosil bo'ladi. Oksidiga tellur ta'sirida simob ajraladi.



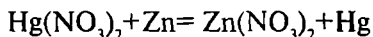
Bunda  $\text{HgO}$  oksidlovchi bo'ladi.  $\text{HgO}$  ning olinishi:



Odatdagi sharoitda simob kislorod bilan oksidlanmaydi. Lekin qizdirilganda oson oksidlanadi:



reaksiyalar oson sodir bo'ladi.  $\text{Hg}^{2+}$  ioni juda kuchli oksidlovchi:



$\text{HgCl}_2$  zaharli modda, suyultirilgan eritmasi dezinfeksiya maqsadlarida ishlatiladi.  $20^\circ\text{C}$  da 100 g suvda 7,4 g sulema eriydi. 0,2 g  $\text{HgCl}_2$  odam uchun o'ldirish dozasi hisoblanadi. Spirt, efir va benzolda yaxshi eriydi. Sulema qo'shaloq komplekslar hosil qiladi:

$\text{K}_2[\text{HgCl}_4]$ ,  $\text{K}_4[\text{HgCl}_6]$ ,  $\text{K}[\text{HgCl}_3]$ . Ba'zi simob komplekslarining beqarorligini 42-jadvaldan ko'rish mumkin. Jadvalga ko'ra eng barqaror kompleks sianidli birikmalar hisoblanadi.



**Turli simob kompleks birikmalarining beqarorlik doimiysi (20°C)**

| Birikma                 | $\{\text{HgCl}_4\}^{2-}$ | $[\text{HgBr}_4]^{2-}$ | $[\text{HgI}_4]^{2-}$ | $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$ |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| $K_{\text{beqarorlik}}$ | $8,5 \cdot 10^{-16}$     | $2 \cdot 10^{-22}$     | $1,8 \cdot 10^{-30}$  | $4 \cdot 10^{-41}$              |

$\text{HgJ}_2$  preparativ kimyoda Nesler reaktivi olish uchun ishlatiladi:



Bu tuzning spirtidagi eritmasi ammiakni aniqlashda qo‘l keladi:



Reaksiyada jigar rang cho‘kma hosil bo‘ladi.

$\text{HgSO}_4$  — organik kimyoda atsetilendan sirka aldegid olishda katalizator hisoblanadi.

$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  — simobga mo‘l miqdorda kislota ta’sir ettirishda hosil bo‘lib, kristallogidratlar hosil qiladi.

$\text{Hg}(\text{CN})_2$  — 350—450°C da parchalanib simob va disian hosil qiladi.

**II B guruh elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati.** Rux eng asosiy mikroelementlardan biri. 1 sutka zarur miqdor 10—15 mg ni tashkil etadi. Tarkibida  $\text{Zn}^{2+}$  bo‘lgan metallofermentlar soni 20 dan ortiq.

Bularning ichidan ikkitasi batafsil o‘rganilgan. Ulardan karbongidraza va karboksiptidaza. Karbongidraza qizil qon tanachalari tarkibiga kirib  $\text{SO}_2$  ning gidratatsiya va degidratatsiya jarayonlarini tezlashtiradi. Karboksiptidaza oshqozon osti bezining fermenti bo‘lib, peptid bog‘larning gidrolizida muhim rol o‘ynaydi. Rux tutgan preparatlarga sink insulin kiradi, va u qandli diabetni davolashda ishlatiladi.

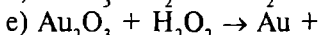
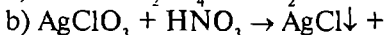
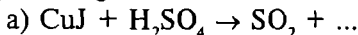
Sulema, odatda, 1:1000 yoki 1:2000 nisbatda dezinfektsiyalovchi eritma sifatida ishlatiladi. Boshqa eritmalaridan farqlash uchun, odatda, uni qizil yoki ko‘k rangga bo‘yab qo‘yiladi. Simob birikmalari turli malhamlar va surtmalar tayyorlashda ham keng qo‘llaniladi.

## 20—21- boblarga oid savol va masalalar

1. Quyidagi atomlarning: Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg va ionlarning:  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  elektron konfiguratsiyalarini yozing.

2. I va II guruhcha d -elementlarining suyultirilgan va konsentrlangan xlorid, nitrat va sulfat kislotalar bilan ta'sirlashish reaksiyalarini yozing.

3. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang va tenglashtiring:



4. 48,8 g mis (II) gidroksid cho'kmasini to'la eritish uchun 2 n sulfat kislota eritmasidan necha l kerak? (*Javob: 0,5 l*).

5. 1,88 g kumush bromid cho'kmasini eritish uchun 0,1 M natriy tiosulfat eritmasidan necha ml sarflanadi?

6. 25 ml mis (II) xlorid eritmasiga kaliy yodid eritmasi qo'shilganda 0,3173 g yod ajralib chiqqan. Mis (II) xloridning molar konsentratsiyasini va uning oksidlovchi sifatidagi normal konsentratsiyasini hisoblang.

7. 300 ml 0,2 n diammin kumush (I) xlorid eritmasiga rux qo'shilganda qancha kumush ajraladi?

8. 200 ml 0,1 M ammiak eritmasiga ortiqcha miqdorda sulema qo'shilsa, necha g simob (II) amidoxlorid hosil bo'ladi?

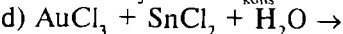
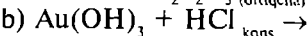
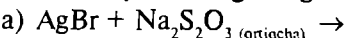
9. Kaliy sinkat tuzini olish uchun konsentratsiyasi 0,2 mol/l bo'lgan 0,5 l hajmdagi rux sulfatga 2 n kaliy gidroksid eritmasidan qancha qo'shish kerak?

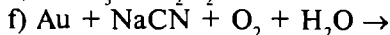
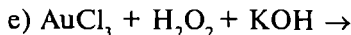
10. 10 g 45% li rux xlorid eritmasini hosil qilish uchun tarkibida 96% rux tutgan texnikaviy ruxdan hamda 27,5% li xlorid kislota eritmasidan qancha sarflanadi? (*Javob: 225 kg, 875,6 kg*).

11. Quyidagi birikmalarning qaysi birlari ammiak bilan reaksiyaga kirishadi? a)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  b)  $\text{AgCl}$  d)  $\text{AgJ}$ .

12. Quyidagi moddalarning qaysi birlari bilan konsentrlangan nitrat kislota reaksiyaga kirishadi a)  $\text{NaOH}$  b)  $\text{CuO}$  d)  $\text{Ag}$  e)  $\text{KCl}$ .

13. Reaksiyalarni tugallang:



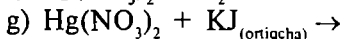
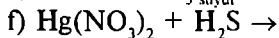
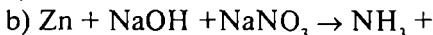


**14.** Xlorid kislotasi quyidagi moddalarning qaysi birlari bilan reaksiyaga kirishadi? a) Zn b) Hg d) HgS e)  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  f)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  g)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

**15.** Quyidagi moddalarning qaysi birlari bilan  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  reaksiyaga kirishadi? a) NaCl b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  d)  $\text{NH}_4\text{OH}$  e) KOH f)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

**16.** Rux va kadmii tuzlari aralashmasini bir-biridan qanday ajratib olish bo'ladi?

**17.** Quyidagi reaksiyalarni tugallang:



**18.** 1,56 g rux karbonati va rux oksidi aralashmasi quyidagidek 1,34 g rux oksidi hosil bo'ldi. Berilgan aralashmaning tarkibini foizlarda ifodalang.

## METALLMASLARNING UMUMIY XOSSALARI

Metallmaslar D.I. Mendeleyev davriy jadvalida asosiy guruhchalarda va davrlarning o'ng tarafida joylashgan. Metallmaslarning xossalari metallarnikidan keskin farq qiladi. Odatda, metallmaslar elektr tokini va issiqni yomon o'tkazadi. Ular oddiy sharoitda rangsiz (yoki rangli), suvda erimaydi yoki yomon eriydi. Metallmaslar organik erituvchilarda eriydi yoki aralashadi.

Metallmaslarning tashqi qavatidagi elektronlari soni ular joylashgan guruh nomeriga teng (geliydan tashqari). Metallmaslar o'zlarining tashqi qavatidagi elektronlarini to'ldirish uchun elektron biriktirishga moyildir. Bunday holda metallmaslar oksidlovchilar hisoblanadi. Har bir davrda chapdan o'ngga qarab metallmaslarning elektron biriktirib olish xossasi, demak metallmas xossasi ortib boradi. Bir guruhning o'zida metallmaslarning elektron biriktirish xossasi guruhda pastdan yuqoriga qarab ortadi.

O'ziga elektron biriktirish xossasiga ko'ra fluor metallmaslar ichida eng oldinda turadi. Qolgan metallmaslarning elektron biriktirish xossasi ularning elektromanfiylik qatoriga mos keladi. Metallmaslar qatoriga, odatda, oddiy moddalari oksidlovchilik xossasiga ega bo'lgan elementlar kiritiladi.

Vodorod ham metallarga va ham metallmaslarga xos xossalarni o'zida birlashtirgan. Uning tashqi qavatida xuddi ishqoriy metallarga o'xshash bitta elektron mavjud. Vodorod metallardan ozining kichik ion radiusiga egaligi va metallmaslarga o'xshash xossalarga ega bo'lishi bilan farq qiladi. Shuning uchun ham vodorod davriy sistemaning ham birinchi va ham yettinchi guruhchasiga qo'yilgan.

Kimyoviy elementlardan faqat 22 tasi metallmasdir. Ular orasida odatdagi sharoitda qattiq holatda (B, C, Si, P, As, S, Se, Te, I, At), gazlar ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ), faqat bromgina suyuqlikdir.

Metallmaslarning rangi ham juda keskin farq qiladi va turlicha o'zgaradi.

Barcha metallmaslar metallar bilan ta'sir etadi. Metallarning vodorod bilan birikmalari gidridlar ( $\text{NaH}$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{AlH}_3$ ), fluoridlar ( $\text{NaF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{AlF}_3$ ), xloridlar ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ), bromidlar ( $\text{NaBr}$ ,  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{AlBr}_3$ ) iodidlar ( $\text{NaI}$ ,  $\text{CaI}_2$ ,  $\text{AlI}_3$ ), oksidlar ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), sulfidlar ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CaS}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ), selenidlar, telluridlar, nitridlar ( $\text{Na}_3\text{N}$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{AlN}$ ), fosfidlar ( $\text{Na}_3\text{P}$ ,  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ,  $\text{AlP}$ ), arrenidlar, antimanidlar, karbidlar ( $\text{Na}_4\text{C}$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ), silitsidlar ( $\text{Na}_4\text{Si}$ ,  $\text{Ca}_2\text{Si}$ ,  $\text{Al}_4\text{Si}_3$ ), boridlar va hokazolar deyiladi.

Barcha metallmaslar vodorod bilan birikmalar hosil qilib, ular uchuvchan birikmalarga kiradi ( $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{HF}$  dan tashqari). Inert gazlarning vodorodli birikmalari olinmagan. Vodorodli birikmalarning xossalari juda har xil.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SiH}_4$  suvda yomon eriydigan inert moddalar.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$  kislotalarda eriydigan asos xossalari ega bo'lgan birikmalar.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$  qatorida vodorodli birikmalarning kislotalik xossalari ortib boradi.  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  va  $\text{HI}$  qatorida ham eng kuchli kislota  $\text{HI}$  hisoblanadi.

Metallmaslar kislorod bilan oson birikadi. Metallmaslardan galogenlar kislorod bilan to'g'ridan to'g'ri birikmaydi. Masalan, azotning oksidlari juda ko'p, ularning ichida azot bilan kislorod ta'siri orqali faqat  $\text{NO}$  olinadi. Qolgan oksidlar esa bilvosita usullar yordamida olinadi. Odatda, metallmaslarning oksidlari kislotali tabiatga ega. Azot oksidlaridan  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  inert oksidlarga kirsa,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$  kislotali oksidlardir. Metallmasning oksidlanish darajasi qancha yuqori bo'lsa, uning kislotali xossasi yuqori bo'ladi.

Inert gazlar (nodir gazlar) ham metallmaslar qatoriga kiritiladi. Bu elementlar atomining tashqi qavati elektronlari tugallangan. Geliy atomining tashqi qavatida ikkita elektron, qolgan inert gazlarda esa sakkiztadan elektron bor. Yaqin vaqtlargacha ham inert gazlar elektron bermaydi va olmaydi deb qaralar edi. Lekin hozirgi paytda inert gazlar kimyosi juda rivojlanib ketdi.

**Metallmaslar asosidagi biogen elementlar.** Metallmaslarning asosiy fizik-kimyoviy xossalari, fiziologik, patologik roli ularning davriy jadvalda joylashgan o'rniga bog'liq. Elementlarning guruhida ularning atom yadro zaryadi ortishi bilan zaharli bo'la boradi va organizmdagi miqdori kamayadi. Atom va ionlarning radiusini keskin ortishi, atomning murakkab elektron konfiguratsiyaga ega bo'lishi uning erishini yomonlastirib, organizm tomonidan zaif o'zlastirishiga sabab bo'lsa kerak.

Birinchi s-, ikkinchi va uchinchi davr p-elementlari vodorod, uglerod, azot, kislorod, fosfor, oltingugurt, xlor makroelementlar qatoriga kiradi. Ular hayotiy zarur elementlardir. Bor, ftor, mishyak, selen va brom fiziologik aktiv elementlar qatoridan o'rin olgan.

IV A guruh elementlari har xil elementlar bilan bog'langan holda biomolekulalar tarkibiga kiradi. Uglerod polimer birikmalarda vodorod, kislorod, azot, oltingugurt, selen, yod bilan bog'langan.

V A guruh elementlari biomolekulalarda azotning vodorod, uglerod va boshqa elementlar bilan bog'langan holatda mavjud.

VI A guruh elementlarining biomolekulalarda o'zlari bir-biri bilan bog'lanishlari ma'lum. Kislorodning O—H, O—C, O—Me, O—P, O—O bog'lanishlari uchraydi. Kislorod oltingugurt va selendan fizik-kimyoviy xossalari jihatidan keskin farq qiladi.

VII A guruh elementlaridan brom va xlor organizmda gidratlangan ionlar holatida uchraydi. Ftor bilan yod esa faqat bog'langan holatda mavjud. Yod organizmda C—I turdagi bog'lanishlar hosil qiladi. Ftorning metallar (Ca, Mg va Fe) bilan bog'lanishlari ko'p. Fizik-kimyoviy xossalari va koordinatsiyaga moyilligi jihatidan ftor xlor, brom va yoddan keskin farq qiladi. Lekin xlor, brom va yod xossalari o'xshash, shuning uchun ham ular organizmdagi ion almashinuvda ishtirok etib, bir-birlarining o'rnini oson egallaydi.

Metallmaslarning fizik-kimyoviy xossalari va biologik ta'siri qonuniyatlarini o'rganish yangi dori moddalari yaratish va ularning organizmdagi xossalarini boshqarishda katta amaliy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

## 22- bob. IIIA GURUH ELEMENTLARI

III A guruh elementlariga B, Al, Ga, In va Tl kiradi. Bu elementlarning tashqi qavatida 3 tadan elektron bor. Bular 2s va 2p bu yerda bor tipik metallmas. Qolganlarining metallik xossalari kuchsiz ifodalangan. Aluminiydan talliyga qarab metallik xossalar ortib boradi (43-jadval).

43-jadval

### III A guruh elementlarining asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                       | Bor               | Aluminiy    | Galliy              | Indiy               | Talliy              |
|------------------------------------------|-------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Atom massa                               | 10,81             | 26,98       | 69,72               | 114,82              | 204,37              |
| Elektron formulasi                       | $2s^2 2p^1$       | $3s^2 3p^1$ | $4s^2 4p^1$         | $5s^2 5p^1$         | $6s^2 6p^1$         |
| Atom radiusi, nm                         | 0,091             | 0,143       | 0,139               | 0,166               | 0,171               |
| $Me^{3+}$ shartli ion radiusi, nm        | 0,02              | 0,057       | 0,062               | 0,092               | 0,105               |
| Suyuql. harorati, °C                     | 2075              | 660         | 29,8                | 156,4               | 304                 |
| Zichligi, g/s <sup>m3</sup>              | 2,34              | 2,70        | 5,90                | 7,31                | 11,85               |
| Ionlanish energiyasi, E → E <sup>+</sup> | 8,30              | 5,99        | 6,00                | 5,79                | 6,11                |
| E <sup>+</sup> → E <sup>2+</sup>         | 25,15             | 18,8        | 20,5                | 18,9                | 20,4                |
| E <sup>2+</sup> → E <sup>3+</sup>        | 37,90             | 28,4        | 30,7                | 28,0                | 29,8                |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, %           | $3 \cdot 10^{-4}$ | 8,8         | $1,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-3}$ | $4,5 \cdot 10^{-5}$ |

Bu elementlarning eng muhim xossalari jadvalda keltirilgan. Bu guruh elementlarining metallik xossalari I A va IIA guruh elementlariga qaraganda zaifroq. Bu elementlar birikmalarda + 3 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Faqat talliyda +1 oksidlanish darajasi kuzatiladi. Guruh bo'yicha yuqoridan pastga qarab metallik xossalar kuchayadi. Bor oksidi kislotali, aluminiy, galliy va indiy amfoter, talliy(III) oksidi asosli xarakterga ega.

### 22.1. Bor va uning xossalari

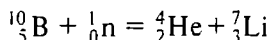
**Tabiatda uchrashi.** 1808-yilda Gey-Lyussak tomonidan ochilgan. Tabiatda birikmalar holida uchraydi. Bu birikmalardan  $H_3BO_3$  — borat kislota yoki sassolin,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  — bura, datolit —

CaHBSiO<sub>3</sub>, borasit — 2Mg<sub>3</sub>B<sub>8</sub>O<sub>15</sub>·MgCl<sub>2</sub> umuman borni 87 ta minerali bor.

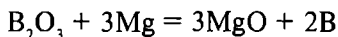
Tabiatda  $^{10}_5\text{B}$  (18,45%) va  $^{11}_5\text{B}$  (81,55%) ikkita izotopdan iborat.

**Fizik xossalari.** Bor 2 xil: amorf va kristall allotropik shakl oʻzgarish holatida uchraydi. Amorf bor hidsiz yuqori suyuqlanish va qaynash haroratiga ega, qoʻngʻir modda. U issiq va elektrni yomon oʻtkazadi.

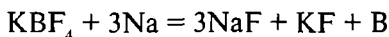
Kristall bor qora rangli (suyuqlanish harorati 2300°C, qaynash 2550°C atrofida) kristall panjarasi tetragonal tuzilishga ega. Yarim oʻtkazgich xossasiga ega. Borning tabiatda kam tarqalganligi uning yadrosini neytronlar bilan oson taʼsirlanishi orqali tushuntiriladi:



**Olinishi.** Bor oksididan magniy yordamida qaytarish orqali olinadi:

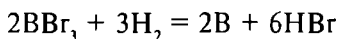


Kaliy tetraflorboratdan faol metallar, masalan, natriy bilan qaytarish orqali:



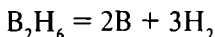
Toza bor uning fltoridini elektroliz qilib olinadi. Bunda vodorod ham hosil boʻladi. Reaksiyada borning tozaligi 99,5 % tashkil etadi.

Eng toza bor uning bromidini termik parchalab olinadi. Bunda reaksiya vodorod ishtirokida boradi:



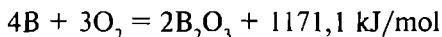
reaksiya 1000—2000°C tantal simi katalizatorligida olib boriladi.

Kristall holatdagi bor olish uchun borning vodorodli birikmalarini parchalash ham mumkin:



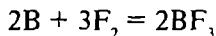
**Ishlatilishi.** Bor birikmalari neytronlarni ushlab qolishi yadro texnikasida katta ahamiyatga ega. Ulardan yadro jarayonlarini sekinlashtiruvchi modda sifatida qoʻllaniladi.

**Kimyoviy xossalari.** Odatdagi haroratda bor havo kislorodi taʼsiriga chidamli, lekin 700°Cda yonadi:

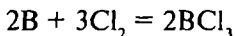




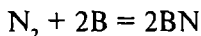
Odatdagi sharoitda faqat ftor bilan oksidlanadi:



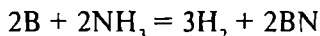
Harorat ( $400^\circ\text{C}$ ) ta'sirida xlor, brom va oltingugurt bilan ta'sirlashadi:



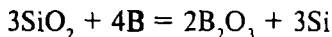
Azot bilan  $1200^\circ\text{C}$  haroratda ta'sir etib, bor nitridlarini hosil qiladi:



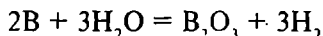
Bor ammiak bilan ta'sir etib ham bor nitridiga aylanadi:



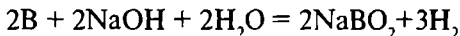
Kuchli qizdirilganda bor aktivligi barqaror oksidlar ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) nisbatan qaytaruvchi xossalarini namoyon etadi:



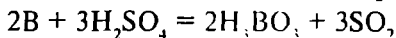
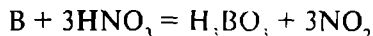
Yuqori haroratda suv bilan ta'sirlashadi:



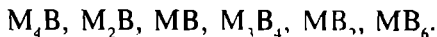
Bor ishqorlar bilan ham ta'sirlashib metaboratlarga aylanadi:



Borga konsentrlangan va issiq  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hamda zar suvi ta'sir qilganida ortoborat kislota hosil bo'ladi:



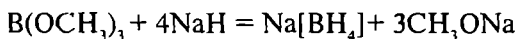
**Borning metallar bilan birikmasi.** Borning metallar bilan hosil qilgan birikmalari boridlar deb ataladi. Boridlar tarkibi va xossalari juda xilma xil hisoblanadi:



d-elementlar boridlari juda qattiq va issiqqa chidamli moddalar ( $2000\text{--}3000^\circ\text{C}$ ) va kimyoviy barqaror: sirkoniy ( $\text{Zr}_4\text{B}$ ,  $\text{ZrB}$ ,  $\text{ZrB}_2$ ); xrom ( $\text{Cr}_4\text{B}$ ,  $\text{Cr}_2\text{B}$ ,  $\text{CrB}$ ,  $\text{Cr}_3\text{B}_4$ ,  $\text{CrB}_2$ ), titan, niobiy va tantal bilan borning qotishmalari reaktiv dvigatellari tayyorlashda ishlatiladi, ulardan gaz trubinalari tayyorlanadi.  $\text{ZrB}_2$ — $3040^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi.

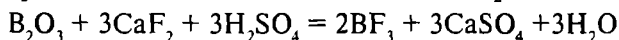
**Gidrobortlar.** Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining tetragidrobortlari ion tuzilishli birikmalar, ular tuzlarni eslatadi.  $\text{Na}[\text{BH}_4]$

- oq kristall modda bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Bu birikma borning trimetilefiri bilan natriy gidridi orasidagi reaksiyadan olinadi:

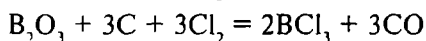


Ishqoriy metallardan boshqa, masalan, aluminiy tetragidrobtorati  $[\text{Al}(\text{BH}_4)_3]$  kovalent tabiatlidir.

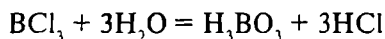
**Borning galloidli birikmalari.**  $\text{BF}_3$ -gaz (suyuqlanish harorati  $-127^\circ\text{C}$ ),  $\text{BCl}_3$  (qaynash harorati  $-12,5^\circ\text{C}$ ), va  $\text{BBr}_3$  suyuqlik (qaynash harorati  $90^\circ\text{C}$ ) va  $\text{BI}_3$  qattiq modda (suyuqlanish harorati  $43^\circ\text{C}$ ).  $\text{BF}_3$  bor oksidi va kislotali sharoitda  $\text{CaF}_2$  ta'siridan olinadi:



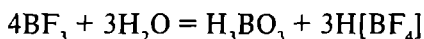
Yuqori haroratda bor oksidiga ko'mir ta'sir ettiriladi:



$\text{BF}_3$  va  $\text{BCl}_3$  organik kimyoda katalizator sifatida ishlatiladi. Borning galloidli birikmalari gidrolizga uchraydi:



Bor floridining gidrolizlanishidan vodorod tetraftorborat hosil bo'ladi:

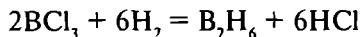


**Borning anion komplekslari.**  $\text{Na}[\text{BF}_4]$  — natriy tetraftorborat,  $\text{K}[\text{BF}_3\text{OH}]$  — ftorgidroksoborat,  $\text{K}[\text{BH}_4]$  kaliy tetragidroftorborat,  $\text{K}[\text{BF}_3\text{H}]$  — kaliy triftorgidroborat va boshqalar. Tuzilishi jihatdan perxloratlarga o'xshaydi.

**Borning nitridlari BN.** Oq rangli geksagonal modifikatsiya. Tuzilishi grafitga o'xshash va oq rangli. Shuning uchun oq grafit deyiladi. Olti halqali siklda bor va azot ketma-ket keladi. Yarim o'tkazgich xossasiga ega.

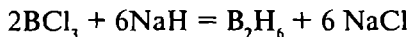
Qora rangli kristall shakl o'zgarish, borazon yoki elbor deyiladi. Borazon tetragonal shakl o'zgarishga ega. Borazon juda qattiq va qattiqligi olmosdan qolishmaydi. Havoda qizdirilganda borazon  $2000^\circ\text{C}$  da oksidlanadi. Olmos bo'lsa  $900^\circ\text{C}$  da yonib ketadi. Borazon dielektrik hisoblanadi.

**Borning gidridlari.** Olinishi va xossalriga ko'ra silanlarga o'xshaydi. Bor xloridiga vodorod ta'siridan boretan hosil bo'ladi:

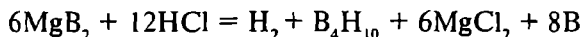


bor etan — gaz

Bor xloridiga natriy gidridi ta'sirida ham boretan hosil bo'ladi:

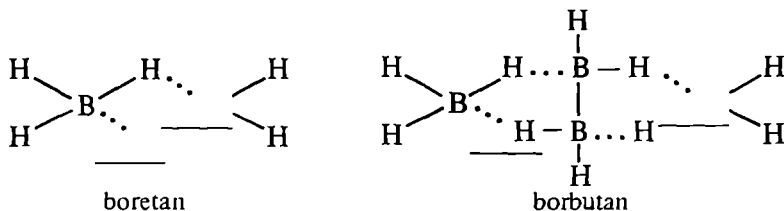


Faol boridlarning kislotalar bilan ta'siridan bo'lsa, boranlar aralashmasi va ko'proq borbutan olinadi:

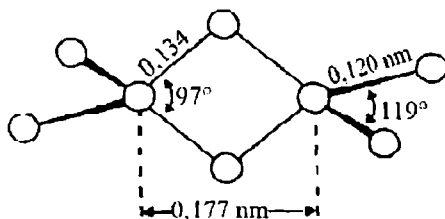


borbutan

$\text{B}_2\text{H}_6$  ikki yadroli birikma, gaz modda (qaynash harorati —  $92,5^\circ\text{C}$ , 39-rasm):



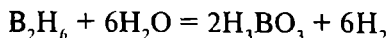
$\text{B}_4\text{H}_{10}$  ( $\text{BH}_3$ ,  $\text{B}_2\text{H}_4$ ,  $\text{BH}_3$ ) tarkibli birikma deyilishi mumkin. Borbutan  $18^\circ\text{C}$  da qaynaydigan gaz:



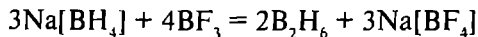
39-rasm. Boretan molekulasining tuzilishi.

Borovodorodlar kimyoviy faol bo'lib, havoda o'z-o'zidan oksidlanadi va ko'p issiqlik chiqaradi (masalan,  $\text{B}_2\text{H}_6$ —2025 kJ/mol issiqlik ajralsa,  $\text{C}_2\text{H}_6$  yonganda — 1425 kJ/mol).

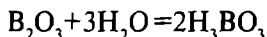
Borning gidridlari suv ta'sirida parchalanib vodorod hosil qiladi:



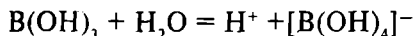
Ko'p borovodorodlar qo'lansa hidga ega va juda zaharli birikmalardir:



Bor angidridi ikki xil allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi. Ulardan biri kristall bor angidridi (suyuqlanish harorati  $450^\circ\text{C}$ ). Borning kislorod bilan ta'siridan yoki ortoborat kislotani suvsizlantirish orqali olinadi. Juda issiqqa chidamli modda. Suvda erib ortoborat kislotani hosil qiladi:



**Borning kislotalari.** Ortoborat kislota ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) oq kristall modda. Ortoborat kislota suvda kam eriydi, harorat ortishi bilan eruvchanligi ortib boradi. Juda kuchsiz kislota hisoblanadi. Odatdagi kislotalardan farqli ravishda, undan proton ajralishi  $\text{OH}^-$  ionlarining birikishi hisobiga bo'ladi:



Juda kuchsiz kislota  $20^\circ\text{C}$  da dissotsilanish konstantasi:

$K_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_2 = 2 \cdot 10^{-13}$ ;  $K_3 = 2 \cdot 10^{-14}$ . Bu kislota  $\text{H}_2\text{CO}_3$  va  $\text{H}_2\text{S}$  dan ham kuchsiz.

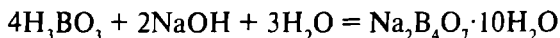
Qizdirilganda  $\text{H}_3\text{BO}_3$  suv ajratib metaborat kislota ( $\text{HBO}_2$ ) ga aylanadi:



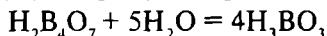
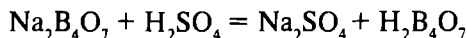
Agar issiq buraga sulfat kislota qo'shilsa, ortoborat kislota hosil bo'ladi:



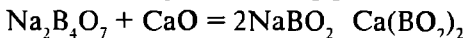
$\text{H}_3\text{BO}_3$  ni mo'l miqdorda ishqor bilan neytrallanishda —B—O—B— bog'lari va bura hosil bo'ladi:



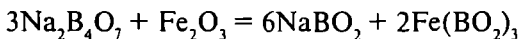
Buraning kislotalar bilan ta'siridan avval  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$  — tetraborat kislota hosil bo'lib, uning girolizlanishi tufayli ortoborat kislotaga o'tadi:



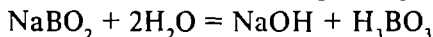
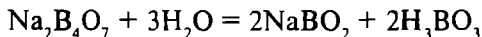
Borat kislotaning tuzlari metaboratlar va ortoboratlar polimer tuzilishga ega:



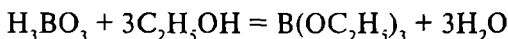
Metall oksidlarining eritish xossasidan foydalanib buradan metallarni payvand qilish uchun ishlatiladi. U temir (III) oksidini metaboratlarga aylantiradi:



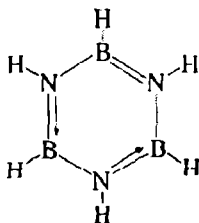
Buraning gidrolizlanishi ikki bosqichda amalga oshadi:



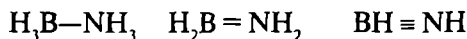
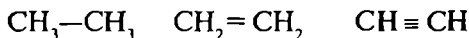
Ortoborat kislota spirtlar bilan konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida qizdirilganda murakkab efirlar hosil qilib, olingan birikma (borning trietil efiri) yashil alanga berib oson yonadi:



**Bor organik birikmalar.** Oxirgi paytlarda bororganik birikmalar katta ahamiyatga ega bo'lib o'tirmoqda. Ularda  $\text{B}-\text{O}-\text{B}$ ,  $-\text{B}-\text{N}-\text{B}-$ ,  $\text{B}-\text{P}-\text{B}$ ,  $\text{B}-\text{S}-\text{B}$  kabi bog'lanishlar ma'lum. Masalan,  $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$  — borazol, juda qiziqarli, rangsiz suyuqlik (suyuqlanish harorati  $-58^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $55^\circ\text{C}$ ). Tarkibi va strukturasi benzolga o'xshaydi. Shuning uchun uni «anorganik benzol» deb yuritiladi. Xuddi shunaqa birikmalar difenil va naftalinga o'xshagani ham olingan. Bu moddalar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi:



Borning azot bilan birikmalari uglevodorodlarga o'xshaydi:



borazan

borazen

borazin

B—N dagi to'rtinchi bog'  $sp^3$  gibridlanish tufayli yuzaga kelgan. Bunda azotning bog'lanmagan elektronlar jufti va borda  $sp^3$  gibrid orbital hosil qilishda ishtirok etadi.

**Tibbiyotda ishlatilishi.** Tibbiyotda bor birikmalaridan ortoborat kislota va bura tashqaridan ishlatish uchun antiseptik modda sifatida tavsiya etilgan.

Ortoborat kislota ning lipidlarda yaxshi erishi lipid membranalari orqali hujayralarga tez kirib borishiga sabab bo'ladi. Ana shu sababli oqsillarning denaturatsiyasi ro'y berib mikroorganizmlar halok bo'ladi.

Buraning antiseptik xossasi ham uning gidrolizlanishidan ortoborat kislota hosil bo'lishiga asoslangan.

Bor hayotiy muhim mikroelementlardan hisoblanadi. U o'simliklarda uglevodlar va oqsillar almashinuviga ta'sir etadi. Paxta, kanaf, meva va sabzavotlar ayniqsa borgan muhtoj hisoblanadi. Bor yetishmasligi ana shu o'simliklarning urug'iga zarar yetkazadi.

## 22.2. Aluminiiy va uning birikmalari

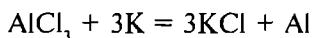
**Tabiatda uchrashi.** Aluminiiy yer sharida eng ko'p tarqalgan metallardan biridir. U tuproqni, dala shpati, sluda va juda ko'p minerallarning tarkibiga kiradi.

$Al_2O_3$  — korund, rubin, sapfir, ortoklaz,  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ ,  $Na_3[AlF_6]$  — kriolit,  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  — kaolin,  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$  — boksit,  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  nefelin,  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$  alunit va juda ko'p alumosilikatlar ma'lum.

Aluminiyning faqat bitta izotopi barqaror bo'lib u  $^{27}_{13}Al$  (100%).

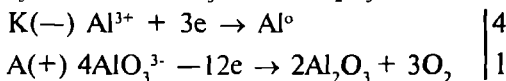
**Fizikaviy xossalari.** Oq kumush rang metall (suyuqlanish harorati  $660^\circ C$ ), issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazadi. Undan ingichka sim tayyorlasa bo'ladi. Yupqa parda va kukunga oson o'tkazilishi mumkin.

**Olinish usullari.** Aluminiiy 1887-yilda Viyoller tomonidan aluminiiy xloridni kaliy metali bilan qaytarib olingan:



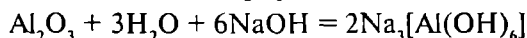
Texnikada aluminiiyning olinishi  $950^\circ C$  da  $Al_2O_3$  (8%) suyuqlanmasini elektroliz qilishga asoslangan. Bunda erituvchi sifatida

$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  (92%) — kriolit ishlatiladi. Elektrolizyor katod vazifasini, anod sifatida ko'mir ishlatiladi. Aluminining zichligi kichik bo'lgani uchun u idish tubida yig'iladi:

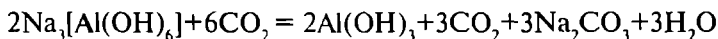


Elektroliz paytida anchagina miqdor uglerod sarf bo'ladi.

Agar boksitlar yuqori haroratda temir (III) oksidi bilan aralashtirilganda ham, avval  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eritmaga o'tadi:



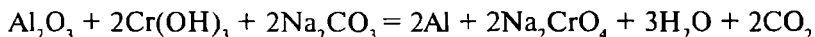
Temir oksidi va boshqa aralashmalar cho'kmada qoladi, eritmadan karbonat angidrid o'tkazib  $\text{Al}(\text{OH})_3$  olinadi:



Olingan gidroksid quritilib suvdan ajratiladi:



Tozalangan oksid vannaga solinadi va toza aluminiiy olinadi. Quruq usul:



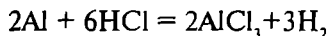
**Ishlatilishi.** Aluminiiy zar qog'ozi oziq-ovqat va farmatsevtika sanoati uchun o'rov materiali sifatida juda katta amaliy ahamiyatga ega.

Toza aluminiiydan o'tkazgichlar tayyorlanadi. Undan yengil va pishiq qotishmalar olinadi. Qotishmalariga dyuraluminiy (94%-Al, 4% Cu, 0,5% dan Mg Mn, Fe va Si), silumin (85-90% Al, 10-14% Si, 0,1% Na) kiradi. Aluminiiy asosida bo'yoqlar olinadi.

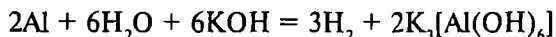
**Kimyoviy xossalari.** Havo kislorodi bilan oksidlanadi va uning sirtida  $0,101 \cdot 10^{-4}$  sm yupqa oksid parda qoplagan bo'ladi, bu uni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bir necha allotropik shakl o'zgarishlarga ega. Ularning ichida korund o'tga chidamli va yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuqlanish harorati  $2050^\circ\text{C}$ ). Qattiqligi jihatidan olmosga yaqinlashadi. Kristall  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kimyoviy jihatdan ancha barqaror suv va kislotalar bilan ta'sir etmaydi.

Agar aluminiy sirti kuchli oksidlovchilar (konsentrlangan  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) bilan ta'sir ettirilsa metallning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Aluminiy idishlarda nitrat kislota saqlash va tashish mumkin.

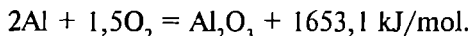
Aluminiy suyultirilgan xlorid kislota bilan ta'sirlashadi:



Konsentrlangan nitrat kislota, odatda, aluminiyni passivlash-tiradi. Aluminiy ishqorlarda eriganida:



Aluminiyning kislorod bilan ta'sirlanishi juda tez boradi:

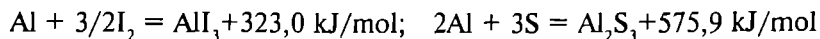
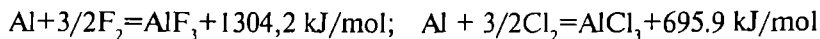


Bunda harorat  $3000\text{--}3500^\circ\text{C}$  gacha ko'tariladi va atrofga ultra-binafsha nurlar tarqaladi.

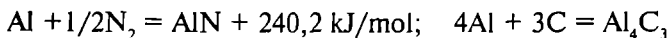
1859-yil N.N.Beketov aluminiyni metallarni ularning oksidlaridan qaytarish uchun ishlatdi. Bu usul aluminotermiya deyiladi. Agar 1 ekv kislorodga to'g'ri keladigan energiya mirdori 551,2 kJ/mol dan kam bo'lgandagina oksidlardan metallarni qaytarish mumkin.

Aluminiy bilan  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$  va  $\text{MgO}$  ni qaytarib bo'lmaydi, chunki 1 ekv kislorodga to'g'ri keladigan energiya miqdori 636,5 608,9 va 599,7 kJ/mol. Amalda termitli payvandlash katta ahamiyatga ega.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  bilan aluminiy metali aralashmasi yondirilsa temir qaytariladi va bunda juda katta energiya chiqadi.

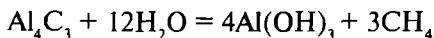
Aluminiyni galogenlar bilan oksidlanishi ko'p mirdorda energiya chiqishi bilan boradi:



Yuqori haroratda aluminiy:

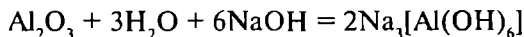
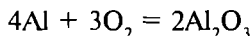


Aluminiy karbid gidrolizlanganda metan ajraladi:

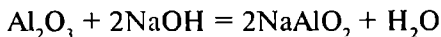




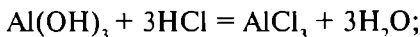
**Aluminiyning birikmalari.** Aluminiy oksidi tabiatda uchraydi. Bu oksid amfoter oksidlar qatoriga kiradi. Suvda erimaydi:



Suyuqlantirilgan ishqorlarda aluminiy oksidi eriydi:



Aluminiy gidroksidi amfoter gidroksid u polimer birikma, u asoslar bilan ham, kislotalar bilan ham ta'sirlashadi:

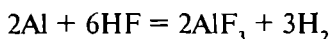


Agar  $\text{Al}(\text{OH})_3$  suvsizlantirilsa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aylanadi va suvsizlatirilgan gidroksid alyumogel deyiladi. Bu birikma texnikada adsorbent sifatida ishlatiladi.

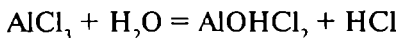
Aluminiy tuzlari oson gidrolizga uchraydi. Suvdagi eritmalar-dan quruq tuzga o'tilsa kristallogidratlar hosil bo'ladi.  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ . Aluminiyning qo'sh tuzlari achchiqtoshlar deyiladi.

$\text{Al}_2\text{S}_3$  aluminy sulfid (suyuqlanish harorati  $1100^\circ\text{C}$ ) ozgina suv ta'sirida ham tezda gidrolizga uchraydigan kristall modda hisoblanadi.

**Aluminiyning galloidli birikmalari.**  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yoki Al ni suvsiz HF da erishiga asoslangan. Bu birikma kimyoviy inert, qiyin suyuqla-nuvchan, suvda erimaydi:

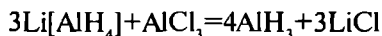


Suvsiz aluminiy xlorid havoda tutaydi, chunki gidrolizga uchraydi:

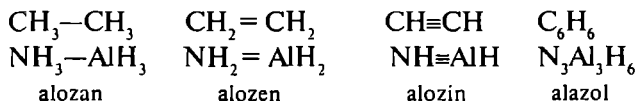


$\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{AlI}_3$  ikkita molekula birlashgan holda bo'lib  $\text{Al}_2\text{Ga}_6$  formulaga ega.

Aluminiyning vodorodli birikmasi ( $\text{AlH}_3$ ) polimer tuzilishga ega. Oq kukun alan deyiladi.  $105^\circ\text{C}$  da vodorod ajratish bilan parchalanadi. Litiy tetragidroaluminatga  $\text{AlCl}_3$  ni efirli sharoitda ta'sir etish orqali olinadi:

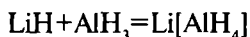


Aluminiy va azot asosida juda qiziq birikmalar mavjud. Tarkibi jihatdan bu birikmalar uglevodorodlarga o'xshab ketadi:



**Aluminiyning kompleks birikmalari.** Eritmada aluminiy ioni akva komplekslar hosil qiladi  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ . Qiyin eriydigan fluoridli komplekslar keng tarqalgan:  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  $\text{Na}_2[\text{AlF}_5]$ ,  $\text{Na}[\text{AlF}_4]$ . Tarkibida xlor, brom va iod ionlari tutgan komplekslarning eruvchanligi yaxshi:  $\text{K}[\text{AlCl}_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlBr}_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlI}_4]$ .

$\text{AlH}_3$  ni asosli gidridlar ta'siridan tetragidridoaluminatlar hosil bo'ladi:



Bunday birikmalar kristall tuzilishga ega, oq rangli moddalar, ular organik kimyoda katalizatorlar sifatida ishlatiladi.

**Tibbiyotda ishlatilishi.** Aluminiy birikmalari tibbiyotda ishlatiladi. Aluminiy gidroksidi adsorbsiya qiluvchi va o'rovchi material. Uni surtmalar tayyorlashda, o'tkir va surunkali oshqozon yaralarini davolashda, shuningdek, oshqozonning kislotaligi ortib ketganda tavsiya etiladi. U almagel preparati tarkibiga kiradi.

Kaliy aluminiyli achchiqtosh  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  tashqaridan qon to'xtatish uchun ishlatiladi.

Aluminiyning farmakologik ta'siri  $\text{Al}^{3+}$  ionining oqsillar (proteinlar) bilan gel hosil qilib cho'kadigan komplekslar hosil qilishiga asoslangan. Bu mikroba to'qimalarining cho'kishiga va yallig'lanish jarayonining kamayishiga olib keladi.

$\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$  birikmasi 8% li eritma holatida «Burov suyuqligi» deyiladi va tibbiyotda ishlatiladi.

### 22.3. Galliy guruchasi elementlari

Galliy guruchasi elementlariga Ga, In, Tl kiradi. Agar Al dan Ga o'tilsa, elementlarning atom radiuslari qisqarib, ionlanish potentsiali ortadi. In dan Tl ga qarab borilganda atom radiusi ortib,

ionlanish potentsiali ham birmuncha ko'payadi. Bu guruh elementlarida galliy va indiyda +3 oksidlanish darajasi, Tl uchun +1 oksidlanish darajasi ko'proq uchraydi.

**Tabiatda uchrashi.** Bu guruh elementlari Al, Pb va Zn rudalari tarkibida turli minerallar holatida uchraydi.

Galliy izotoplaridan  $^{69}_{31}\text{Ga}$  (60,2%) va  $^{71}_{31}\text{Ga}$  (39,8%) tarqalgan. Sun'iy izotoplardan  $^{72}_{31}\text{Ga}$  bo'lib, uning yarim yemirilish davri 14,2 soat va radioaktiv indikator sifatida ishlatiladi.

Tabiatda indiy izotoplari  $^{113}_{49}\text{In}$  (4,33%) va  $^{115}_{49}\text{In}$  (95,67%) uchraydi. Talliyning izotop tarkibi esa quyidagicha:  $^{203}_{81}\text{Tl}$  (29,50%) va  $^{205}_{81}\text{Tl}$  (70,5%).

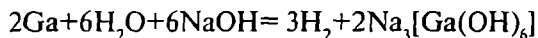
**Olinishi.** Galliy va uning analoglari polimetall rudalardan murakkab kimyoviy qayta ishlash natijasida oksidlar yoki xloridlar holatiga o'tkaziladi.

Keyin odatdagi metallar bilan qaytarish yoki elektroliz usullari qo'llaniladi.

**Fizik xossalari.** Odatdagi sharoitda galliy guruhchasi elementlari oq, kumush rang oson suyuqlanuvchan metallardir. Galliy eng kichik suyuqlanish haroratiga ega (29,8°C).

**Xossalari.** Galliy va indiyning sirti oksid pardasi bilan qoplangan. Lekin Tl oson oksidlanadi. Bu metallar oson kislorod bilan qizdirilganda ta'sir etadi, ayniqsa talliy. Xlor, brom bu metallarga xona sharoitida, yod esa qizdirilganda ta'sirlashadi.

Galliy ishqorlarda eriydi va galliyning gidroksokomplekslarini hosil qiladi:



Indiy va talliy ishqorlar ta'siriga chidamli.

**Birikmalari.**  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  oq kristall modda.  $\text{In}_2\text{O}_3$  — sariq rangga ega.  $\text{Tl}_2\text{O}_3$  jigar rangli birikma. Bu elementlar oksidlari suvda erimaydi. Ga, In va Tl ga tegishli gidroksidlar suvda erimaydi va  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ga o'xshab ketadi. Ga—In—Tl qatorida gidroksidlarning asoslik xossalari kuchayib boradi. Oksidlar va gidroksidlarning kislotalarda erishida akva komplekslar hosil bo'lishi kuzatiladi:  $[\text{Me}(\text{H}_2\text{O})]^{3+}$  Bunday komplekslar Ga va In (III) uchun rangsiz,

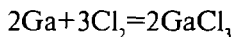
lekin Tl (III) uchun och-sariq rangli. Indiy va galliyda gidrokso-komplekslar hosil bo'lishi sodir bo'ladi:



Bu birikmalarda ham aluminiyga o'xshash  $\text{KInO}_2$  va  $\text{KGaO}_2$  indatlar, gallatlar ma'lum. Talliy (I) birikmalari asosli xarakterga ega.  $\text{Ti}_2\text{O}$  (suyuqlanish harorati  $300^\circ\text{C}$ ) qora rangda, suvda yaxshi eriydi.  $\text{TlOH}$  kuchli asos,  $100^\circ\text{C}$  larda suvini yo'qotadi.

**Galogenli birikmalar.** Ga, In va Tl ning galogenli birikmalari (ayniqsa xloridli) oson uchuvchan, ularning bug'lari ikki molekula va past suyuqlanish haroratiga ega.

$\text{InCl}_3$  — och kul rang, yaltiroq kristall modda. Galliy, indiy va talliyning ftoridlari qiyin suyuqlanuvchan va suvda eriydigan moddalar:



Galliy, indiy va talliy birikmalari zaharli.

**III A guruh elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati.** Odam organizmida borming miqdori juda oz ( $10^{-5}\%$ ). Asosan bor o'pkada (0,34 mg), qalqonsimon bezda (0,30 mg) taloqda (0,26 mg) jigar va miyada (0,22 mg) buyrak va yurak muskullarida (0,21 mg) to'planadi. Borming organizmdagi roli hali to'la o'rganilmagan.

Organizmda ortiqcha bor borligi zararlidir. Borming ko'payishi adrenalinning aktivligini kamaytirib, amilaza va proteaza faoliyatini zaiflashtiradi.

Hayvonlarga ortiqcha bor berilganda u uglevodlar va oqsillar almashinuviga ta'sir qilib, endemik ichak kasalliklari enteritlar paydo bo'lishiga sabab bo'lgan.

Aluminiy asosan qon zardobida, o'pkada, jigar, suyaklarda, buyrakda, tirnoqda va sochda to'planishi aniqlangan. Bir sutkada aluminiy 47 mg iste'mol qilinishi kerak. U bog'lovchi to'qimalar, suyak to'qimalari va fosfor almashinuviga ta'sir etadi.

Galliy va indiyning biologik ta'siri hali o'rganilmagan.

Talliy bo'lsa, ancha zaharli elementlardan biridir.  $\text{Tl}^+$  ioni  $\text{Ag}^+$  ioniga o'xshash oltingugurt tutgan ligandlar bilan oson ta'sirlashadi. Agar organizmga juda oz miqdorda talliy kiritilsa ham u sochlarning to'kilishiga sabab bo'ladi.

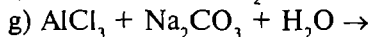
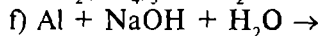
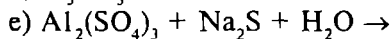
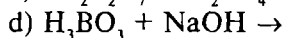
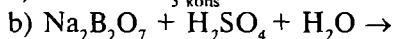
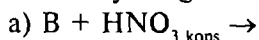
## 22- bobga oid savol va masalalar

1. III asosiy guruhchasidagi elementlarning elektron konfiguratsiyalarini tasvirlang. Bu elementlar uchun qanday valentlik xarakterli ekanligini ko'rsating. Guruhcha tartib nomeri ortishi bilan metallik xossalari qanday o'zgaradi?

2. 3 l ammiak hosil qilish uchun qancha aluminiy nitrid kerak (n.sh.)?

3. 50 l vodorod hosil qilish uchun aluminiydan ko'proq kerakmi yoki kalsiy gidrididanmi?

4. Reaksiya tenglamalarini tugallang:



5. Aluminiy, mis va rux kukunlari aralashmasi mavjud. Bu aralashmadan 8 g olib, unga ortiqcha miqdorda konsentrlangan nitrat kislotasi quyilganda 1,52 g aralashma reaksiyaga kirishmay qoldi. Xuddi shu aralashmadan 3 g olib, unga ortiqcha miqdordagi konsentrlangan ishqor eritmasi quyilganda 0,6 g aralashma reaksiyaga kirishmay qoldi.

Metallarning aralashmasidagi massaviy ulushlarini hisoblang. (Javob: 19% Al, 61% Zn, 10% Cu).

6. Quyidagi moddalarning qaysi birini qo'shganda  $AlCl_3$  ning gidrolizlanishi kuchayadi? a)  $H_2SO_4$  b)  $ZnCl_2$  d)  $(NH_4)_2S$  e) Zn

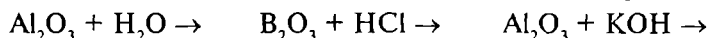
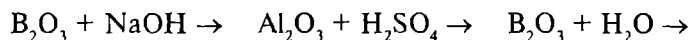
7.  $B_2O_3$  xlorid kislotada erimaydi, lekin HF ning suvli eritmasida oson eriydi. Buni qanday tushuntirish mumkin?

8. B va Al ning qanday birikmalari tibbiyotda qo'llaniladi?

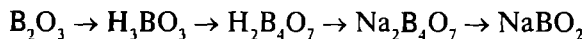
9.  $AlCl_3$  eritmasiga ortiqcha miqdorda ammiak va natriy gidroksid eritmali qo'shilganda boradigan reaksiya tenglamalarini yozing.

10. Bor va aluminiyning olinish reaksiya tenglamalarini yozing.

11. Quyidagi reaksiyalarni tugallang. Ularning borish va bormaslik sabablarini tushuntiring:



12. Quyidagi jarayonlarning reaksiya tenglamalarini yozing:



13. 0,5 M 100 ml  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmasiga 1 M 100 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasi qo'shilgan. Hosil bo'lgan cho'kma massasini hisoblang.

14. Alumiiniy va magniining 50 g qotishmasini xlorid kislotada eritilganda 48,25 l (n.sh.) vodorod ajralib chiqqan. Qotishmadagi metallarning massa ulushini hisoblang.

15. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tugallab tenglashtiring:



16. Quyidagi gidrolizning reaksiya tenglamalarini yozing:



17. Quyidagi reaksiyalarni tugallang. Kompleks hosil qiluvchining koordinatsion sonini valent bog'lanish usulida tushuntiring.

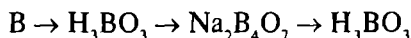


18. Bor va alumiiniyning tibbiyotda ishlatiladigan birikmalariga misollar keltiring.

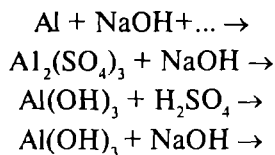
19. Ma'lumki, bor yuqori haroratda ko'pchilik metall va metallmaslar bilan birikadi. Borning magniy, azot, kislorod, oltingugurt va xlor bilan reaksiyalarini yozing. Hosil bo'lgan moddalarni nomlang.

20. Alumiiniyning kislorod, azot, uglerod, oltingugurt va ftor bilan reaksiyalarini yozib, hosil bo'lgan moddalarni nomlang.

21. Quyidagi o'tish reaksiya tenglamalarini yozing:



22. Alumiiniy, uning oksidi va gidroksidi amfoter xossaga ega. Anion va kation kompleks birikmalar hosil bo'lish bilan boradigan quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallab tenglashtiring:



## 23- bob. IV A GURUH ELEMENTLARI

IV A guruh asosiy guruhchasiga 5 ta element kiradi. Uglerod, kremniy, germaniy, qalay va qo'rg'oshin bu elementlar uchun eng chetki qavatda 4 tadan elektron bor. Ularning oksidlanish darajasi -4, +2 va +4 bo'lishi mumkin. Qaytaruvchi xossasi atom radiusi ortishi bilan kuchayadi. Oksidlovchi xossasi ugleroddan qo'rg'oshinga qarab kamayadi. 44-jadvalda guruh elementlarining eng muhim xossalari keltirilgan.

44-jadval

IV A guruh elementlarining eng asosiy xossalari

| Xossalar                       | Elementlar          |                         |                         |                          |                          |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                | ${}^6_{12}\text{C}$ | ${}^{14}_{28}\text{Si}$ | ${}^{32}_{73}\text{Ge}$ | ${}^{50}_{119}\text{Sn}$ | ${}^{82}_{207}\text{Pb}$ |
| Elektron formulasi             | $2s^2 2p^2$         | $3s^2 3p^2$             | $4s^2 4p^2$             | $5s^2 5p^2$              | $6s^2 6p^2$              |
| Ionlanish energiyasi           | 11,26               | 8.15                    | 7,90                    | 7,34                     | 7,42                     |
| Atom radiusi, nm               | 0,077               | 0,117                   | 0,139                   | 0,158                    | 0,175                    |
| Elektr manfiyligi              | 2,5                 | 1,75                    | 2,0                     | 1,70                     | 1,55                     |
| Zichligi                       | 1.3,54<br>Gr.2,25   | 2,33                    | 5,35                    | 7,28                     | 11,34                    |
| Suyuql.harorati                | 1.3540<br>Gr.3800   | 1413                    | 958                     | 232                      | 327                      |
| Qayn.harorati                  | 4347                | 2630                    | 2730                    | 2350                     | 1750                     |
| Yer po'stlog'ida tarqalishi, % | $1 \cdot 10^{-1}$   | 27,6                    | $7 \cdot 10^{-4}$       | $4 \cdot 10^{-3}$        | $1,7 \cdot 10^{-3}$      |

### 23.1. Uglerod

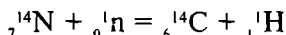
**Tabiatda tarqalishi.** Uglerod keng tarqalgan kimyoviy elementlar jumlasiga kiradi, u ko'p anorganik va organik moddalar tarkibida bor. Uglerod minerali ko'proq karbonatlar holida uchraydi:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — soda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  —  $\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — pironit.  $\text{MgCO}_3$  — magnezit,  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  — dolomit,  $\text{CaCO}_3$  ohaktosh, marmar, bo‘r, temir shpati —  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{ZnCO}_3$  — marganes va rux shpati holatida uchraydi. Shuningdek, suvning tarkibida kalsiy va magniy gidrokarbonatlari holatida uchraydi.

Organik dunyoda uglerod eng asosiy element hisoblanadi. Uning miqdori hamma kimyoviy elementlar miqdoridan 10 marta ko‘p. Bu oqsil, vitaminlar, yog‘, neft, ko‘mir asosida qazilma boyliklar, antratsen, qo‘ng‘ir ko‘mir, slanes va boshqalar.

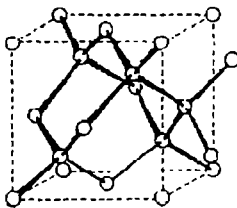
Tabiatda uglerodning ikkita barqaror izotopi ma‘lum:  $^{12}_6\text{C}$  (98,892%) va  $^{13}_6\text{C}$  (1,108%). Uglerodning atom massasi 10 dan 16 gacha bo‘lgan radioaktiv izotoplari olingan.

Atmosferada neytronlar ta‘sirida uglerodning radioaktiv izotopi  $^{14}_6\text{C}$  izotopi hosil bo‘ladi. O‘simliklar va tirik organizmlar qoldig‘iga qarab topilmalarning yoshi shu izotop miqdoridan aniqlanadi:



**Fizik xossalari.** Uglerod tabiatda grafit va olmos holda uchraydi. Sintetik usulda olingan karbin va polikumulen allotropik shakl o‘zgarishlar ham ma‘lum.

**Olmos.** Qattiq rangsiz kristall modda.  $\text{sp}^3$  gibridlanish tufayli har bir uglerod atomi boshqa to‘rtta uglerod atomi bilan sigma bog‘ yordamida bog‘langan. Atomi kub kristall panjara hosil qiladi (40-rasm).



40-rasm. Olmos kristall panjarasining tuzilishi.

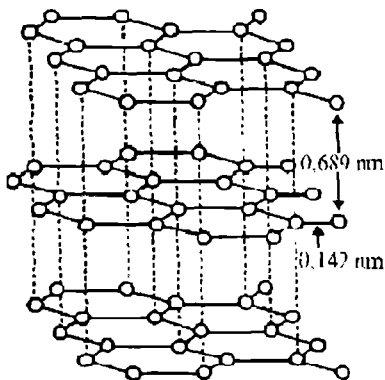
Uglerod atomlari orasidagi masofa 0,154 nm. Olmosning qattiqligi sababi har bir uglerod atomi boshqasi bilan ikki elektronli bog‘ hosil qilganidir. Olmosning zichligi  $3,5 \text{ g/sm}^3$ .

Olmos va boshqa nodir metallar og‘irligi karatlarda belgilanadi (1 karat 0,2 g). Hozirgacha topilgan olmoslar ichida eng kattasi



Janubiy Afrikada topilgan «Kulinom» olmosi. Uning og'irligi 3020 karat yoki 604 g. Olmos rangli, rangsiz va qora olmoslarga bo'linadi. Olmosdan metallarni teshishda, burg'ilashda, aniq uskunalar tayyorlashda foydalaniladi.

**Grafit.** Geksagonal tuzilishga ega bo'lgan qora qo'ng'ir modda, u qavatli tuzilishga ega (41-rasm).



41-rasm. Grafit kristall panjarasining tuzilishi.

Bunda uglerod atomlari  $sp^2$  gibridlangan. Bunda har bir atom uchta kovalent bog' hosil qiladi. Uglerod atomlari orasidagi masofa 0,142 nm, uglerod atomlari qatlamlari bo'lsa bir-biridan 0,689 nm uzoqlikda joylashgan. Grafitning zichligi 2,1—2,5 g/sm<sup>3</sup>.

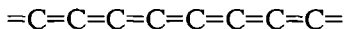
Grafit elektrodlar tayyorlashda, yog'lash materiallari tayyorlashda va yadro reaktorlarida neytronlarni sekinlashtiruvchi modda sifatida keng ko'lamda qo'llaniladi. Butun dunyoda ishlab chiqariladigan grafitning ma'lum qismi qalamlar tayyorlashga ketadi.

Grafitdan 100000 atm bosimda 3000—3500°C da sun'iy olmos olinadi. 1000°C qizdirilsa, olmos grafitga aylanadi. 1750°C bu jarayon tezlashadi.

**Karbin.** Uglerodning uchinchi shakl o'zgarishi karbin deyiladi. U chiziqli polimer. Karbinda uglerod atomlari o'zaro uch bog' bilan bog'langan. Karbin yarimo'tkazgich, yorug'lik ta'sir etganda unung o'tkazuvchanligi anchagina oshadi:



Xuddi shunga o'xshash birikma polikumulen ham ma'lum bo'lib, uglerodning yana bir shakl o'zgarishi ham deyiladi:



Keyinchalik karbin tabiatda borligi aniqlangan.

Hozirgi paytda nanotexnologiya usullari yordamida uglerodning chiziqli polimeri grafen olingan. Bu tola hosil qiluvchi polimer. Uning qalinligi soch tolasidan 150000 marta kichik, lekin pishiqligi po'latdan minglab marta yuqori. Bunday toladan to'qilgan parda ichidagi narsalar ko'zga ko'rinmaydi. Grafenning amaliy ahamiyati nihoyatda kattadir.

Amorf ko'mir (qurum). Amorf ko'mirning hamma turi sun'iy usulda olinadi.

**Qurum** — qattiq, suyuq va gazsimon ko'mir tutgan moddalarni to'la yonmasligi natijasida hosil bo'ladi. Qurumdan bo'yoqlar, tush, kauchukka qo'shiladigan qo'shimcha sifatida ishlatiladi.

**Pista ko'mir.** Yog'ochni quruq haydash orqali havosiz joyda olinadi.

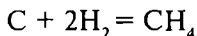
**Kimyoviy xossalari.** Uglerodning hamma allotropik shakl o'zgarishlari kimyoviy jihatdan inert. Masalan, olmos ko'p kimyoviy reaktivlar bilan ta'sirlashmaydi. Unga yuqori haroratda kuchli oksidlovchilar ta'sir etadi. Masalan, kislorod, zar suvi, nitrat kislota. Bunda olmos  $CO_2$  gacha oksidlanadi.

**Grafit.** Kimyoviy ta'sirga grafit olmosga qaraganda faolroqdir. Amorf ko'mir grafitga qaraganda tezroq reaksiyaga kirishadi.

Kuchli oksidlovchilar ta'sirida uglerodning (II) yoki (IV) valentli birikmalari hosil bo'ladi:

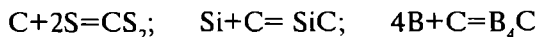


Yuqori haroratda uglerod vodorod bilan reaksiyaga kirishadi:



$CH_4$  kovalent bog'lanishli, molekula tetraedrik tuzilishga ega. Uning molekulasiz qutbsiz tabiatga ega.

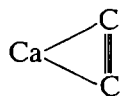
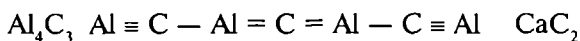
Shuningdek, harorat ta'sirida oltingugurt ( $1000^\circ C$ ), kremniy ( $2000^\circ C$ ) va bor ( $2000^\circ C$ ) bilan ta'sirlashadi:



$\text{SiC}$  va  $\text{B}_4\text{C}$  — kovalent tabiatli polimer birikmalar. Ular juda qattiq, qiyin suyuqlanuvchan, kimyoviy jihatdan inert ekanligi bilan tavsiflanadi.

**Karbidlar.** Metallarning uglerod bilan hosil qilgan birikmalari-dir. Karbidlar, odatda, kristall moddalar. Ularda kimyoviy bog‘lanish tabiati har xil.

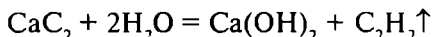
I, II, III guruh elementlarining karbidlari ion bog‘lanishga yaqin bog‘lanishga ega. Bularga misol qilib aluminiy karbid va kalsiy karbidni olish mumkin:



Aluminiy karbidining gidrolizi paytida  $\text{Al}(\text{OH})_3$  va  $\text{CH}_4$  hosil bo‘ladi:



$\text{Al}_4\text{C}_3$  (suyuqlanish harorati  $2800^\circ\text{C}$ ),  $\text{Be}_2\text{C}$  ( $2150^\circ\text{C}$ ) metan-nidlarga kiradi, ular qiyin suyuqlanuvchan va ularning gidrolizidan metan ajralib chiqadi. S va d- elementlar karbidlari atsetilen birikmalari hisoblanadi va ularning gidrolizida atsetilen hosil bo‘ladi:

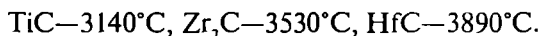


Bunday birikmalarga  $\text{Na}_2\text{C}_2$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{C}_3)_2$  kiradi. Ular atsetilenidlar deyilib, ularga  $\text{Ag}_2\text{C}_2$  va  $\text{Cu}_2\text{C}_2$  birikmalari ham kiradi.

d elementlar karbidlari juda xilma xil:  $\text{MeC}$  ( $\text{TiC}$ ,  $\text{ZrC}$ ,  $\text{HfC}$ ,  $\text{VC}$ ),  $\text{Me}_2\text{C}$  ( $\text{Mo}_2\text{C}$ ,  $\text{W}_2\text{C}$ ),  $\text{Me}_3\text{C}$  ( $\text{Mn}_3\text{C}$ ,  $\text{Te}_3\text{C}$ ,  $\text{Co}_3\text{C}$ ).

Karbidlar o‘zgaruvchan tarkibli birikmalarga kiradi. Masalan,  $\text{TiC}_{0.6-1.0}$  yoki  $\text{VC}_{0.58-1.0}$ .

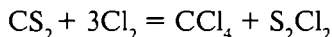
Bularning ko‘pi metallik xossalarini namoyon etadi. Ularning elektr o‘tkazuvchanligi yuqori, metallik yaltiroqligi bor. d - elementlar karbidlari qattiq, issiqqa chidamli, yuqori suyuqlanish haroratiga ega:



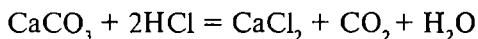
$\text{MeC}$  — karbidlar juda issiqqa va haroratga chidamli, masalan:  $\text{TiC}$ ,  $\text{VC}$ ,  $\text{NbC}$ ,  $\text{Mo}_2\text{C}$ ,  $\text{W}_2\text{C}$ .

**Uglerodning galogenli hosilalari.** Odatdagi sharoitda  $\text{CF}_4$  — gaz,  $\text{CCl}_4$  — suyuqlik,  $\text{CBr}_4$  va  $\text{CI}_4$  lar qattiq moddalardir. Yodga o'tgan sari birikmalarning barqarorligi kamayadi. Grafit faqat fluor bilan qizdirilgandagina  $\text{CF}_4$  gacha oksidlanadi. Bu birikma rangsiz, tiniq gaz kimyoviy inert moddadir (suyuqlanish harorati —  $184^\circ\text{C}$ ).

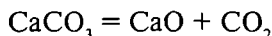
$\text{CCl}_4$  olish uchun  $\text{CS}_2$  xlorlanadi,  $\text{CCl}_4$  yonmaydigan erituvchi sifatida ishlatiladi:



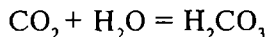
Uglerod qo'sh oksid. Ko'p miqdorda  $\text{CO}_2$  vulqon gazi chiqadigan yoriqlardan chiqadi. Undan mineral suvlar tayyorlanadi:



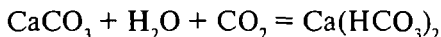
Sanoatda kalsiy karbonatdan olinadi:



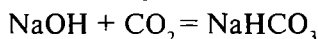
Karbonat angidrid havodan 1,5 marta og'ir gaz. U g'orlarning tagida, shaxtalarda yig'iladi.  $\text{CO}_2$  sovutilganda muz hosil bo'ladi. Bir litr suvda  $15^\circ\text{C}$  da bir litr  $\text{CO}_2$  eriydi. U suvda erib karbonat kislota hosil qiladi:



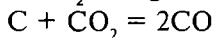
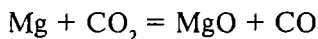
Agar  $\text{CaCO}_3$   $\text{CO}_2$  bilan to'yintirilsa kalsiy gidrokarbonati hosil bo'ladi:



Agar natriy gidroksidi  $\text{CO}_2$  bilan to'yintirilsa:



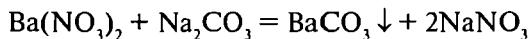
$\text{CO}_2$  — oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



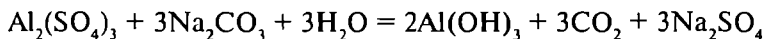
$\text{H}_2\text{CO}_3$  — beqaror kislota, uning uchun  $K_1 = 1,31 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_2 = 4,84 \cdot 10^{-11}$  unga quyidagi orto kislota to'g'ri keladi:  $\text{H}_4\text{CO}_4$  bularning tuzlari barqaror.

Texnikada ichimlik sodasi —  $\text{NaHCO}_3$ , soda —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va potash —  $\text{K}_2\text{CO}_3$  va ohaktosh, marmar, bo'r  $\text{CaCO}_3$  ahamiyatga ega.

**Soda.** Kuchli elektrolit. Soda kalsiy, stronsiy, bariy va magniy ionlari bilan erimaydigan karbonatlar hosil qiladi:

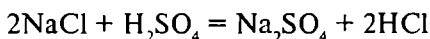


Boshqa kationlar bilan magniy, vismut, temir va aluminiy ionlari olinsa, ulardan karbonatlar va gidrokarbonatlar hosil qiladi:

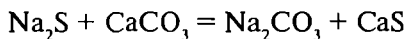
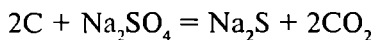


Hozirgi kunda soda olishning uch xil usuli bor: Leblan, Solvey va elektrolitik usullar.

**1. Leblan usuli.** 1781-yil Fransiyalik olim Leblan yaratgan. Buning uchun osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota qo'shiladi:



Natriy sulfatni ohak va ko'mir bilan aralashtirib pechda kuydiriladi:

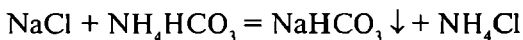


Olingan HCl xlorid kislota olishiga ketadi. CaS — oltingugurt olish uchun sarflanadi.

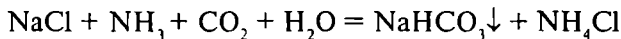
**Kamchiliklari.** Olinadigan moddalar qimmat. Sodaning sifati yaxshi emas.

**2. Solvey usuli.** Suvda kam eriydigan gidrokarbonatlar hosil bo'lishiga asoslangan. Bunda NaCl hamda  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  orasidagi reaksiyadan foydalaniladi.

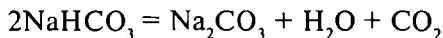
Jarayon quyidagicha amalga oshiriladi. Kalsiy va magniy ionlaridan tozalangan osh tuzini ammiak bilan to'yintirib  $\text{CO}_2$  yuboriladi. Shunda  $\text{NaHCO}_3$  cho'kmasi tushadi. Buni filtrlab  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ajratib olinadi:



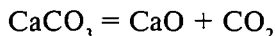
yoki reaksiya:



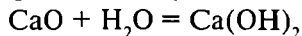
Agar gidrokarbonat kuydirilsa:

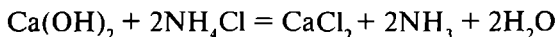


$\text{CO}_2$  kalsiy karbonatdan olinadi:



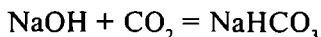
CaO ammiakni regeneratsiya qilishda ishlatiladi:





Solvey usuli bilan olingan soda 98,5% natriy karbonat, 0,75% osh tuzi, 0,03% natriy sulfat tutadi. Bu usulda hozirgi paytda O'zbekistonda soda ishlab chiqarilmoqda.

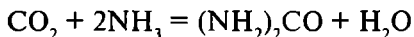
**3. Elektrolitik usul.** Buning uchun dastlab osh tuzining suvli eritmasi elektroliz qilinib, olingan natriy gidroksid  $\text{CO}_2$  bilan to'yintiriladi:



Soda juda muhim mahsulot. U shisha olishda, sovun ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida va suvning qattiqligini yo'qotishda kerak bo'ladi.

Ichimlik sodasi  $\text{NaHCO}_3$  100 g suvda xona haroratida 7 g ichimlik sodasi eriydi. Tibbiyotda va oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi.

Muhim o'g'itlardan biri karbamid hisoblanadi:



Suvda yaxshi eriydigan kristall modda (suyuqlanish harorati  $132,7^\circ\text{C}$ ). O'g'it sifatida, polimerlar va farmatsevtik preparatlar (veronal, lyuminal) olishda ishlatiladi.

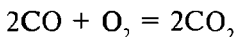
Yuqorida ko'rsatilganlardan tashqari  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{CS}_2$  va  $\text{H}_2\text{CS}_3$  ma'lum.

**Uglerod (II) oksid.** Rangsiz gaz, hidi yo'q, suyuqlanish harorati  $205^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $-191,5^\circ\text{C}$ . U zaharli is gazi ham deyiladi. CO da uchlamchi bog' bor, valent bog' usuliga ko'ra ikkita juftlashmagan elektronlar hisobiga 2 ta kovalent bog' hosil bo'ladi.  $\text{CO} \quad \text{C} \equiv \text{O}$ .

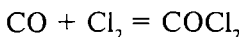
Harorat va bosim ostida CO o'yuvchi natriy bilan ta'sirlashadi va formiatlar hosil qiladi:  $\text{NaOH} + \text{CO} = \text{HCOONa}$

CO — ancha kuchli qaytaruvchi, ayniqsa yuqori haroratda oksidlanadi.

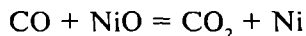
CO ga  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  metall oksidlari, suv bug'i va oksidlovchilar ta'sir etadi:



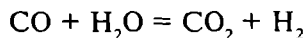
CO nur ishtirokida zaharli modda foshgenga aylanadi:



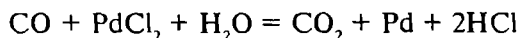
CO metallarni oksidlaridan qaytaradi:



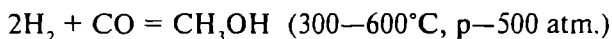
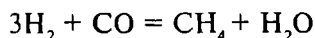
CO ga suv bug'i ta'sir etganda vodorod hosil bo'ladi:



CO metallarni tuzlaridan ham qaytarishi mumkin:



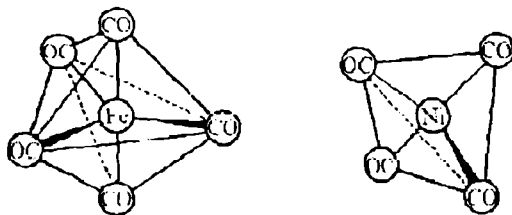
Kuchsiz oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:



Disproportsiyalanish:  $\text{CO} + \text{CO} = \text{C} + \text{CO}_2$

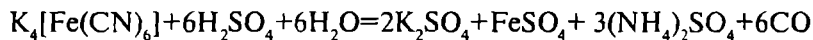
CO — neytral holatdagi metallarga nisbatan ligand bo'lishi mumkin. Bunda metallarning karbonillari (42-rasm) hosil bo'ladi:  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .

CO — bo'yoq moddalar bilan birikadi: shuning uchun qondagi gemoglobin tarkibidagi kislorodni eritish xossasini yo'qotadi, organizm CO bilan nafas olsa zaharlanadi.



42- rasm. Temir va nikel karbonillarining tuzilishi.

Laboratoriyada is gazi chumoli kislotasiga konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:  $\text{HCOOH} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

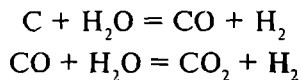


Sanoatda CO generator gazi, suv gazi va aralash gazlardan olinadi:

**1. Generator gazi.** Toshko'mir chala yonganda hosil bo'ladi.

25% CO, 70%  $\text{N}_2$ , 4%  $\text{CO}_2$  qolganlari  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ .  
 $Q = 3347-4602, \text{ kJ/m}^3$

**2. Suv gazi.** Qizib turgan cho'g' ko'mir ustidan suv bug'i o'tkazib olinadi:



**3. Aralash gaz.** Bir paytning o'zida cho'g' holdagi ko'mirning ustidan havo va suv bug'i o'tkazib olinadi:

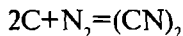
Tarkibi: 30 % CO, 15 % H<sub>2</sub>, 5 % CO<sub>2</sub>, 50 % N<sub>2</sub>. Q=5440 kJ/mol.

CO asosida chumoli kislotasi, fosgen, metanol, sun'iy benzin olinadi.

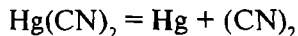
Sian va uning birikmalar yoki disian: C=N—N=C

**Disian.** Disian rangsiz gaz (suyuqlanish harorati -34,4°C), achchiq bodom hidiga o'xshaydi, zaharli. U odatdagi bosimda -20,5°C da suyuqlikka o'tadi. Suvda, efirda, spirtlarda yaxshi eriydi.

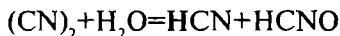
Yuqori haroratda uglerod va azotning o'zaro ta'siridan olinadi:



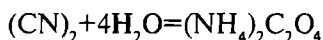
350—450°C da simob sianidni parchalanganda ham hosil bo'ladi:



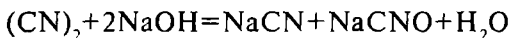
Disian termik jihatdan ancha barqaror. Disian gidrolizlanganda sianid va sianat kislotalar hosil bo'ladi:



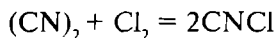
Disian gidrolizlanishining oxirgi mahsuloti ammoniy oksalat hisoblanadi:



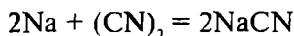
Agar disianga ishqorlar ta'sir ettirilsa, sianidlar sianatlar hosil bo'ladi:



Kimyoviy jihatdan u qaytaruvchi:



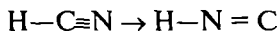
va oksidlovchi  $H_2 + (CN)_2 = 2HCN$



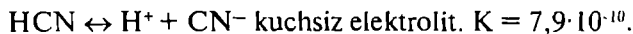
**Sianid kislot.** Sianid kislotasi — HCN rangsiz (suyuqlanish harorati -13,3°C), oson harakatlanuvchan, achchiq bodom hidiga



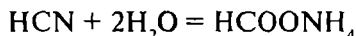
ega, rangsiz suyuqlik, kuchli zahar. Molekula chiziqsimon tuzilishga ega va unga ikkita tautomer izomer to'g'ri keladi:



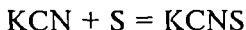
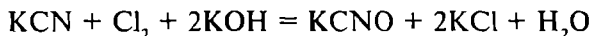
Azotning elektromanfiyligi yuqori bo'lgani uchun, kovalent bog' uni tarafiga surilgan:



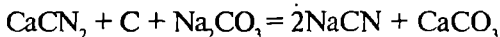
HCN suv bilan reaksiyaga kirishib, ammoniy formiat hosil qiladi:



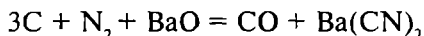
HCN va uning tuzlari qaytaruvchi:



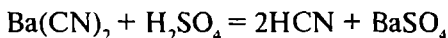
Sianidlar ichida natriy sianid ko'p ishlatiladi. Uni olish uchun kalsiy sianamidga ko'mir va soda qo'shib suyqlantiriladi:



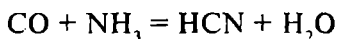
Laboratoriyada sianid kislota olish uchun esa bariy oksidiga ko'mir va azot qo'shib qizdiriladi:



Hosil bo'lgan bariy sianidga kuchli kislota qo'shiladi:



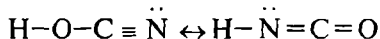
Texnikada sianid kislota is gaziga ammiak ta'sir ettirish orqali olinadi:



KCN va NaCN eruvchan tuzlar bo'lib, ular kumush va oltin olishda ishlatiladi.

$\text{CN}^-$  ioni kompleks birikmalar olishda ligand hisoblanadi va uning kompleks birikmalari:  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

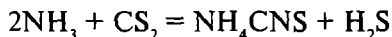
**Sianat kislota.** Sianat kislota yoki qalldiroq kislota nomi bilan mashhur. HCNO birikmalari sianatlar ( $k=1,2 \cdot 10^{-4}$ ) deyiladi. Uning ikkita tautomer izomeri mavjud:



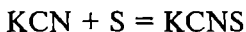
Sianat kislota tuzlaridan  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$  detonator sifatida ishlatiladi. Sianatlar zaharli moddalar qishloq xo'jaligida zararkunandalarga qarshi foydalaniladi.

**Rodanid kislota.** Rodanid kislota ( $\text{HCNS}$ ) —  $\text{H}-\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}$ , yog'simon, suv bilan yaxshi aralashadigan, kuchli kislota ( $K=0,14$ ). Rangsiz moysimon suyuqlik (suyuqlanish harorati  $5^\circ\text{C}$ ) faqat eritmada mavjud bo'ladi.

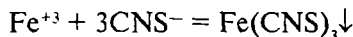
Agar ammiakka uglerod (IV) sulfid ta'sir ettirilsa, rodanid kislota ammoniyli tuzlari hosil bo'ladi:



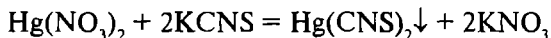
Rodanid tuzlari:  $\text{KCNS}$ ,  $\text{NaCNS}$ ,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ . Rodanidlar olish uchun sianidlarga oltingugurt qo'shib suyuqlantiriladi:



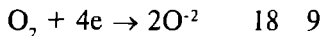
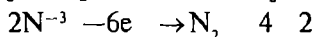
Analitik kimyoda  $\text{Fe}^{3+}$  ionini ochish uchun ishlatiladi, bunda to'q qizil cho'kma hosil bo'ladi:



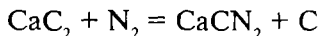
Simob rodanidi -  $\text{Hg}(\text{CNS})_2$ . Simob rodanidi simob nitratiga rodanidlar qo'shib olinadi va ularni tozalash uchun efirda yuviladi:



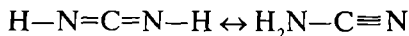
$\text{Hg}(\text{CNS})_2$  — fira'vn iloni deyiladi. Bu modda yonganida gazlar hosil bo'lib kengayish oqibatida ilon hosil bo'lishi kuzatiladi:



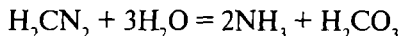
**Sianamid kislota.** Agar kalsiy karbidiga azot ta'sir ettirilsa kalsiy sianamid hosil bo'ladi:



Bu birikmaning kislota sianamid kislota —  $\text{H}_2\text{CN}_2$  rangsiz kristall modda, suvda yaxshi eriydi va quyidagi holatlarda uchraydi:



Bu birikma suv bilan ta'sirlashadi:



**Uglerodning tibbiyotdagi ahamiyati.** Uglerodning juda ko'p birikmalar hosil qila olish qobiliyati tufayli turli tuman hayvonot va o'simlik dunyosi mavjuddir. Uglerodning, vodorod, kislorod, azot, fosfor va oltingugurt bilan hosil qilgan birikmalari tirik biologik to'qimalarning asosini tashkil etadi. Ular tirik tananing asosiy massasini tashkil qiladi. Kishi tanasi 16 kg ugleroddan iboratdir (70 kg). Havo tarkibidagi uglerodning miqdori 0,03 % dan iborat bo'lib u 10% dan ortsa, inson halok bo'ladi.

Kishi zaharlanganda, nafas olish markazi shikastlanganda va behush holatida bo'lganida karbonat angidridning kislorod bilan aralashmasi(karbogen) ingalatsiya sifatida ishlatiladi.

Uglerod (II) oksid — is gazi, kuchli zahar bo'lib, nafas olganda qondagi gemoglobin bilan birikadi va karboksogemoglobin hosil qiladi. Buning natijasida gemoglobinning kislorod tashish xususiyati yo'qoladi. Havoda 1% CO bo'lsa, u o'limga olib keladi.

Sianid kislota ham kuchli zahar bo'lib, uning 0,05 g miqdori insonni o'ldiradi. Uning tuzlari ham zaharlidir. U to'qimaning oksidlovchi fermentlari bilan birikadi, chunki to'qima fermenti tarkibida uch valentli temir bo'lib, u sianid ionlari bilan katalitik faol bo'lmagan kompleks birikma hosil qiladi. Bu esa to'qimalarning o'z navbatida ishdan chiqishiga va zaharlanishiga olib keladi. Sianidlar oz miqdorda ba'zi danaklarning mag'izida ham uchraydi, masalan, achiq bodom, olxo'ri, olcha va shaftoli danaklarining mag'izida bor.

$\text{NaHCO}_3$  bekarbon tabletkasining tarkibiga kirib spazmolitik, og'riq qoldiruvchi va oshqozondagi erkin kislotalarni neytrallash xususiyatiga ega.

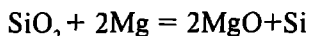
## 23.2. Kremniy

**Tabiatda uchrashi.** Yer po'stlog'ida eng ko'p tarqalgan element. Kremniy (IV) oksidi yoki silikat angidrid  $\text{SiO}_2$  holatida uchraydi. Bundan tashqari, silikatlar ham juda keng tarqalgan.  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  — albast,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  — ortoklaz,  $\text{NaAlSiO}_4$  — nefelin,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — kaolin,  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — asbest, n  $\text{SiO}_2$  — kvars va boshqalar.

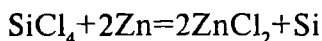
Tabiatda kremniyning uchta barqaror izotoplari uchraydi:  $^{28}_{14}\text{Si}$  (92,27%),  $^{29}_{14}\text{Si}$  (4,68%) va  $^{30}_{14}\text{Si}$  (3,5%).

**Fizik xossalari.** Kremniy ikkita allotropik shakl oʻzgarish holatida uchraydi: kristall va amorf. Kristall kremniy toʻq kulrang yaltiroq modda oktaedrik kristallar hosil qiladi (suyuqlanish harorati 1423°C), elektr tokini oʻtkazadi. Amorf kremniy qoʻngʻir kukun, kimyoviy jihatdan faolroq.

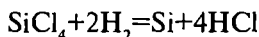
**Olinishi.** Agar qum magniy bilan suyqlantirilsa qoʻngʻir amorf kukun olinadi:



Agar  $\text{SiCl}_4$  rux bilan qizdirilganda ham kremniy hosil boʻladi:



Toza kremniy olish uchun kremniyga xlor taʼsir ettirilib avval  $\text{SiCl}_4$  olinib va undan vodorod bilan qaytarib kremniyga aylantiriladi:

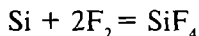


**Kimyoviy xossalari:** kuchli oksidlovchi, galogenlar,  $\text{O}_2$ , S bilan kremniy qaytaruvchi, lekin metallar bilan oksidlovchidir.

Kremniy va kislorod orasidagi oʻzaro taʼsir 600—700°C haroratda sodir boʻlib, kislorod miqdoriga qarab  $\text{SiO}$  yoki  $\text{SiO}_2$  hosil boʻladi:

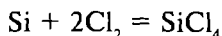


Amorf kremniy fluor bilan xona sharoitida taʼsirlashadi va kremniy (IV) fluoridni hosil qiladi:

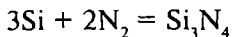


Olingan kremniy (IV) fluorid oʻtkir hidli rangsiz gaz hisoblanadi.

Kremniy va xlor orasidagi reaksiya 400°C haroratda amalga oshadi va bunda kremniy (IV) xlorid (rangsiz, tiniq suyuqlik) hosil boʻladi:

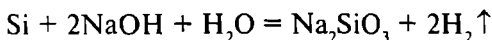


Anchagina yuqori haroratda (1000°C) kremniy azot bilan taʼsirlashganda kremniy nitrid olinadi:

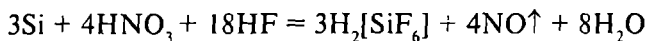


Kremniyning bor bilan ta'siri ham yuqori haroratda amalga oshib, turli tarkibli birikmalar:  $\text{SiB}_3$ ,  $\text{SiB}_6$  olinadi. Kremniy bilan uglerod ( $2000^\circ\text{C}$ ) o'zaro ta'sirlashib  $\text{SiC}$  (korborund) hosil qiladi.  $\text{SiC}$   $d=3,17$  qattiqligi jihatidan olmosga yaqin, uning suyuqlanish harorati  $1830^\circ\text{C}$ .

Kremniy ishqorlarning suyultirilgan eritmaları bilan ta'sirlashib silikatlar hosil qiladi ba bu reaksiyada vodorod ajraladi:

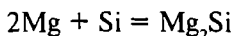


Kremniy faqat ftorid va nirit kislota aralashmasida erib, boshqa kislotalarda erimaydi:



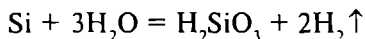
Bunda  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$  vodorod geksaftorosilikat kislotasi hosil bo'ladi u faqat eritmada mavjud bo'ladi.

**Silitsidlar.** Metallarning kremniy bilan hosil qilgan birikmalari ular karbidlardan tubdan farq qiladi. Silitsidlar bog'lanish ionli-kovalentdan metallgacha o'zgaradi. Kremniyning metallar bilan ta'sirida kremniy oksidlovchi bo'ladi:



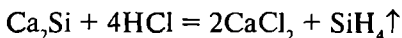
Shunga o'xshash silitsidlar Ca, Fe, Cu, Bi bilan olingan. Silitsidlar kislotalar va yuqori haroratga chidamli, shuning uchun ular ana shu maqsadlarda ishlatiladi. Ba'zi bir silitsidlar o'zgaruvchan tarkibga ega:  $\text{Mo}_3\text{Si}$ ,  $\text{MoSi}$ ,  $\text{MoSi}_2$  bu birikmalardan valentlikni bilib bo'lmaydi. Ayniqsa d-elementlar karbidlari qiyin suyuqlanuvchan moddalarga kiradi:  $\text{WSi}_2$  ( $2165^\circ\text{C}$ ),  $\text{MoSi}_2$  ( $2050^\circ\text{C}$ ),  $\text{V}_5\text{Si}_3$  ( $2150^\circ\text{C}$ ),  $\text{Ti}_5\text{Si}_3$  ( $2120^\circ\text{C}$ ).

Anchagina yuqori haroratda kremniyga suv ta'sir etadi:

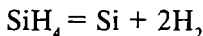


**Kremniyning vodorodli birikmalari.** Silanlar tarkibi  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ . Ular silanlar deyiladi va tarkibi jihatdan uglevodorodlarga o'xshab ketadi. Agar C—C bog'ning bog'lanish energiyasi  $347,69 \text{ kJ/mol}$  ni tashkil etsa, Si—Si bog'ining bog'lanish energiyasi  $174,56 \text{ kJ/mol}$  ni tashkil etadi. Shuning uchun ham silanlar beqarorroq.

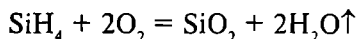
Agar silitsidlarga suv yoki kislotalar ta'sir ettirilsa, ulardan silan hosil bo'lishi kuzatiladi:



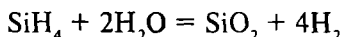
$\text{SiH}_4$  badbo'y hidli gaz modda bo'lib, issiq ta'siriga chidamsiz:



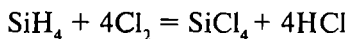
Silanning yonishidan  $\text{SiO}_2$  va suv hosil bo'ladi:



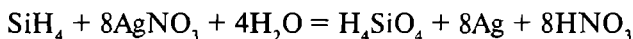
Bu reaksiya o'z-o'zidan yonish bilan —  $191^\circ\text{C}$  da boradi. Silanga suv ta'sir etib:



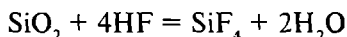
Silan va xlor portlash bilan oksidlanadi:



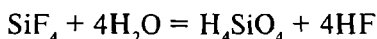
Agar silanga oksidlovchilar ta'sir ettirilsa, u silikat kislotagacha oksidlanadi:



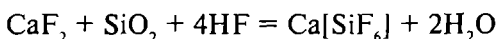
**Kremniyning galogenli hosilalari.**  $\text{SiO}_2$  ga HF ta'sir etib  $\text{SiF}_4$  (gaz modda) olish mumkin:



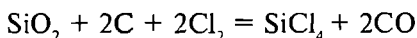
Suvdagi eritmalarda  $\text{SiF}_4$  oson gidrolizga uchraydi:



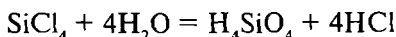
Kremniyning geksافتor silikatlariga tegishli kompleks birikmalari olingan:



Kremniy (IV) oksidiga ko'mir va xlor ta'sir etish orqali  $\text{SiCl}_4$  olish mumkin:



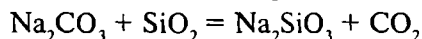
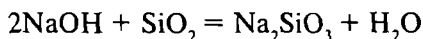
Kremniy (IV) xlorid ham oson gidrolizga uchraydigan rangsiz (qaynash harorati  $57,6^\circ\text{C}$ ) suyuqlik:



$\text{SiBr}_4$  (suyuqlanish harorati  $5,2^\circ\text{C}$ ) va  $\text{SiI}_4$  (suyuqlanish harorati  $120,5^\circ\text{C}$ ) qattiq moddalardir. Kremniyning galogenli hosilalari gidrolizga oson uchragani uchun tutab turadi.

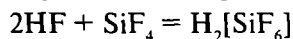
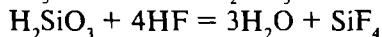
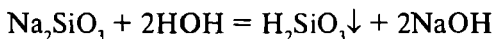
**Kremniyning kislorodli birikmalari.** Kislorod bilan Si kremniy (II) oksidi  $\text{SiO}$  va kremniy qo'sh oksidi  $\text{SiO}_2$  hosil qiladi.

$\text{SiO}_2$  ( $1710^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi) tabiatda kvars, kristallobolit, kizelgur nomlari bilan ma'lum.  $\text{SiO}_2$  kislotalar ta'siriga chidamli:



$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  va  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  eruvchan shisha deyiladi.  $\text{SiO}_2$  sement, shisha, fosfor ishlab chiqarishda va eruvchan shisha olishda ishlatiladi.

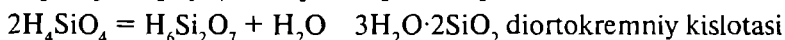
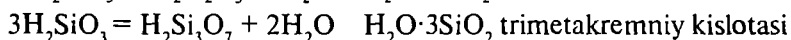
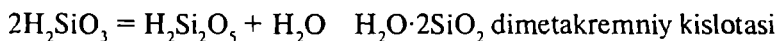
$\text{H}_2\text{SiO}_3$  — metakremniy kislota. Tabiatda silikat kislota tuzlari holida uchraydi. Silikat kislota suvda erimaydi:



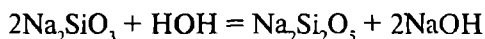
Silikat kislota oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishmaydi.

Silikat kislota zolini vakuumda qizdirib quruq  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  olinadi, bu modda silikagel deyiladi. Silikagel adsorbsiya qilish xossasiga ega. Neft va moylarni tozalashda ishlatiladi.  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  zolini gazlamaga, yog'och va qog'ozga singdirish uchun ishlatiladi.

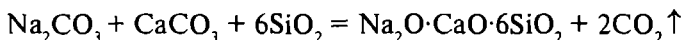
Kremniy kislota va uning tuzlari:



Metakremniy kislotasining suvda eriydigan tuzlari eritmada ishqoriy muhitni ko'rsatadi, buning sababi uning gidrolitik parchalanishi va polikremniy kislotasining tuzlarini hosil qilishi hisoblanadi:



**Shisha.** Kremniy (IV) oksidi va metallarning silikatları aralashmasining hosil qilgan amorf rangsiz qotishmalari shisha deyiladi. Shisha olishda oq qum, soda va ohaktosh asosiy xom-ashyodir:



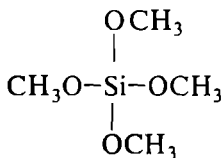
Odatda, shisha suvda erimaydi. Lekin shishani maydalab suvda aralashtirilsa va fenolftalein indikatorı ta'sir ettirilsa, ishqoriy muhit borligini ko'rish mumkin. Bu o'zgarish shishadagi natriy silikat hisobiga yuzaga keladi.

Agar shisha pishirish jarayonida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o'rniga potash ishlatilsa, qiyin suyuqlanuvchan shisha hosil bo'ladi.

$\text{SiO}_2$  ga kaliy karbonat va qo'rg'oshin (II) oksidi qo'shilsa va suyuqlantirilsa billur shisha olinadi.

Kvars shisha ham katta amaliy ahamiyatga ega.  $\text{SiO}_2$  tabiatda kristallik mineral kvars holatida uchraydi. Kvarsning rangsiz kristallari oxirida olti qirrali piramidaga ega bo'lgan olti qirrali prizma bo'lib, u tog' billuri deyiladi. Ana shu kvarsni elektr pechlarida qizdirilishidan kvars shisha hosil bo'ladi. Kvars shisha odatdagi shisha o'tkazmaydigan ultra binafsha nurlarini o'tkazadi. Uning termik kengayish koeffitsiyenti juda kichik. Kvarsdan yasalgan buyumlar qattiq qizdirilib, so'ngra birdaniga soviq suvda sovitilsa ham sinib ketmaydi.

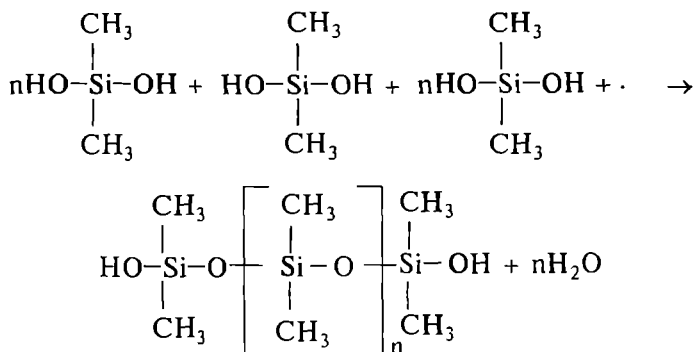
**Kremniy organik birikmalar.** 1936-yili rus olimi akademik K. A. Andrianov kremniyni organik birikmalar sintez qilish usulini topdi. Buning uchun ortokremniy kislotasining organik murakkab efirlari olindi. Bunda u gidroksil guruhini uglevodorod radikallariga almashtirdi:



ortokremniy kislotasining tetrametilefiri



Bu moddalarni gidrolizlab tarkibida gidroksil guruhlari tutgan birikmalar olish mumkin:



Kondensatsiyalanish darajasiga qarab, —Si—O—Si— bog‘lari kichik sonlar bo‘lganda suyuqlik, bu bog‘lar ko‘p takrorlanganda esa silikon kauchuklar olinadi.

Kremniy organik birikmalar —Si—O—Si— bog‘larining takrorlanishiga qarab moysimon, kaychukka o‘xshash yoki qattiq polimer moddalardir. Bunday kauchuklar organizm uchun mutlaqo bezarar bo‘lgani sababli undan odam organizmi uchun kerakli ichki protezlar tayyorlanadi.

### 23.3. Germaniy, qalay va qo‘rg‘oshin

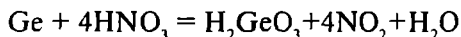
**Germaniy (Germanium).** Germaniy 1886-yilda nemis kimyogari Vinkler tomonidan ochilgan. Bu elementlarning metallik xossalari Ge, Sn, Pb qo‘rg‘oshinga o‘tgan sari ortib boradi. Germaniyning asosiy minerali argirodit  $4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$  yoki  $\text{Ag}_8\text{GeS}_6$ . Germanit minerali ham bor —  $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$  tarkibida 10% ga qadar germaniy bo‘ladi.

Germaniy olish uchun shu rudaga xlor ta’sir ettirilib, xloridga o‘tkaziladi, suv ta’sirida oksidga, so‘ngra ko‘mir bilan qaytariladi:

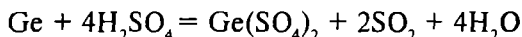


Germaniyning metall xossalari kuchsiz ifodalangan, u mo'rt kumushsimon oq metall, kristall tuzilishi olmosga o'xshaydi. Yarim o'tkazgichlar toifasiga kiradi.

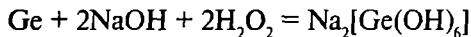
Odatdagi sharoitda barqaror, qizdirilganda  $\text{GeO}$  ga o'tadi. Germaniyya suyultirilgan  $\text{HCl}$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  odatdagi sharoitda ta'sir etmaydi. Konsentrlangan.  $\text{HNO}_3$  germaniyni kislotasigacha oksidlaydi:



Germaniy sovuqdayoq  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan ta'sirlashadi va germaniy (IV) birikmalarini hosil qiladi:



Germaniy ishqorlar bilan ta'sir etmaydi, lekin vodorod peroksidi ishtirokida oson ta'sir etadi:

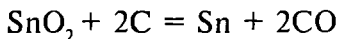


Germaniyning gidridi  $\text{GeH}_4$  german deyiladi. U rangsiz gaz. Germaniyning galogenlar bilan ta'siridan  $\text{GeCl}_4$ ,  $\text{GeBr}_4$ ,  $\text{GeI}_4$  olingan.

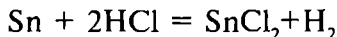
$\text{Ge}(\text{OH})_4$  — amfoter xossaga ega. Kislotalik xossalari kuchli.  $\text{H}_2\text{GeO}_3$ ,  $\text{MeGeO}_3$  kabi kislotalarning tuzlari bor.

$\text{GeS}_2$  sariq tusli modda u sulfidlar eritmalarida eriydi. Ge asosan radiotexnikada yarimo'tkazgich, katalizator sifatida ishlatiladi.

**Qalay (Stannum).** Insoniyatga qadimdan ma'lum element. Eng ko'p uchraydigan birikmasi — qalaytosh ( $\text{SnO}_2$ ).  $\text{SnO}_2$  dan ko'mir bilan qaytarilib qalay olinadi:

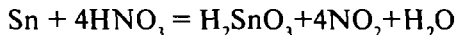


Qalay  $231^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Odatdagi sharoitda havo va kislorodi bilan oksidlanmaydi. Suv bilan ta'sirlashmaydi. Qalayga kislotalar sekin ta'sir etadi. Qaynoq  $\text{HCl}$  qalayni eritadi:



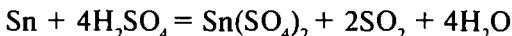
$\text{Sn}(\text{OH})_2$  oq tusli suvda kam eriydigan modda.  $\text{Na}_2\text{SnO}_2$  tuzlari stannitlar ma'lum.

Agar qalayga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirilsa:

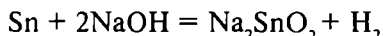


Shunda oq kukun holatdagi  $\beta$ -qalay kislotasi hosil bo'ladi. U kislota va ishqorlarda erimaydi. Bundan tashqari, kislota va ishqorlarda eriydigan  $\alpha$ -qalay kislotasi ham uchraydi.

Qaynoq konsentrlangan kislotalar ta'sirida qalayning (IV) tuzlari hosil bo'ladi:

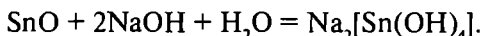


U amfoter xossaga egaligi tufayli ishqorlarda erib, stannitlarga o'tadi:



Qalay gidrid  $\text{SnH}_4$  (stannan) oson parchalanadigan, juda zaharli gaz modda. Qalayning ikkita oksidi bor  $\text{SnO}$  (qora rangli) va  $\text{SnO}_2$  (oq rangli).  $\text{SnCl}_2$  ikki xildagi komplekslar hosil qiladi:  $\text{K}[\text{SnCl}_3]$ ,  $\text{K}_2\text{SnCl}_4$ .

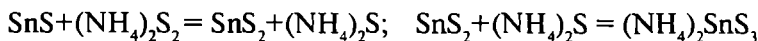
$\text{SnO}$  va  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  amfoter tabiatli, ular oson gidroksistannatlar hosil qiladi:



$\text{SnCl}_2$  yoki  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$  kuchli qaytaruvchilar hisoblanadi:



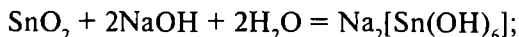
Qalay sulfid — qoramtir jigar rangli qattiq modda ( $\text{SnS}$ ) ammoniy persulfidi bilan  $\text{SnS}_2$  (sariq tusli, qattiq modda) hosil qilishi va tiostannatlarga aylanishi mumkin:



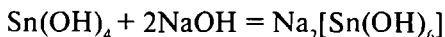
Mana shunda sariq tusli «oltin hal» oltin rang bo'yoq hosil bo'ladi.

$\text{SnO}_2$  suvda erimaydi. Ishqorlar bilan suyuqlantirilganda  $\text{K}_2\text{SnO}_3$ ,  $\text{K}_4\text{SnO}_4$  birikmalarini hosil qiladi. Bu tuzlar suvda eriydi, lekin oson gidrolizlanadi.

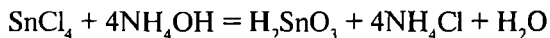
$\text{SnO}_2$  ishqorlarda eriydi va gidroksostannatlar hosil qiladi:



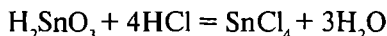
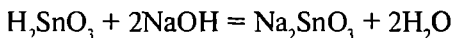
$\text{Sn}(\text{OH})_4$  — amfoter modda, lekin asos xossalari ustun turadi:



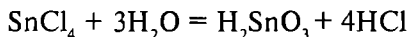
Agar  $\text{SnCl}_4$  ga  $\text{NH}_4\text{OH}$  ta'sir ettirilsa,  $\beta$  - qalay kislotalari hosil bo'ladi:



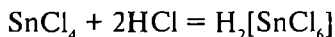
$\beta$  - qalay kislota ham kislotalarda va ham ishqorlarda eruvchan:



$\text{SnCl}_4$  — havoda tutaydigan suyuqlik (qaynash harorati  $112^\circ\text{C}$ ). Qalayga xlor ta'sir ettirilib olinadi.  $\text{SnCl}_4$  oson gidrolizga uchraydi:



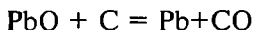
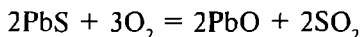
$\text{SnCl}_4$  xlorid kislota bilan  $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$  geksa xorlordan kislota hosil qiladi:



Bu kislota bilan  $\text{Na}_2[\text{SnCl}_6]$  va  $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$  kabi tuzlari ma'lum.

**Qo'rg'oshin (Plumbum).** Eng ko'p tarqalgan galenit yoki qo'rg'oshin yaltirog'i —  $\text{PbS}$ . Uning anglezit —  $\text{PbSO}_4$ , krokoit —  $\text{PbCrO}_4$ , serussit —  $\text{PbCO}_3$  minerallari bor.

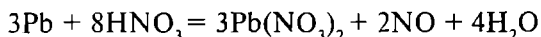
Sanoatda asosan  $\text{PbS}$  dan olinadi:



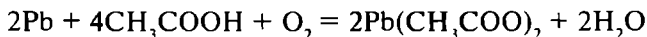
Kul rang tusli metall,  $327^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Qo'rg'oshin galo-genlar, oltingugurt, vodorod bilan hosil qilgan birikmalar kovalent xarakterga ega.

Suyultirilgan kislotalar qo'rg'oshinga ta'sir etmaydi. Bu qo'rg'oshin xloridlari va sulfatlarining eruvchanligi yomonligiga bog'liq.

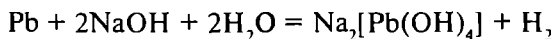
Konsentrlangan sulfat kislota qo'rg'oshin ta'sir ettirilsa eriydigan tuzi  $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$  hosil bo'lishi bilan boradi. Qo'rg'oshinga suyultirilgan nitrat kislota ta'sir ettirilsa  $\text{NO}$ , agar konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirilsa  $\text{NO}_2$  hosil bo'ladi:



Qo'rg'oshin atsetatlarda yaxshi eriydi va qo'rg'oshin atsetatini hosil qiladi:



Qaynoq ishqorlarda qo'rg'oshin yaxshi eriydi va gidroksiplumbatlarni hosil qiladi:



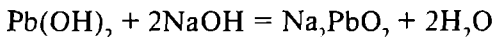
PbO sariq tusli modda. Qo'rg'oshinni havoda qizdirish orqali olinadi.

$\text{Pb}(\text{OH})_2^-$  oq tusli modda. Qo'rg'oshin galogenidlari:  $\text{PbF}_2$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbBr}_2$ ,  $\text{PbI}_2$  oz eriydi.

$\text{Pb}(\text{OH})_2$  amfoter modda uning ishqorlarda erishidan gidroksiplumbitlar olinadi:



Agar u ishqorlarda suyuqlantirilsa, plubitlar hosil bo'lishi kuzatiladi:



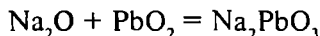
Pb(II) birikmalari.  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{PbS}$  va  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

$\text{PbI}_2^-$  sariq rangli. Qaynoq suvda yaxshi eriydi. Qayta kristallansa oltinsimon kristallar hosil qiladi.

$\text{PbSO}_4^-$  qo'rg'oshin(II) sulfati. Suvda erimaydi, lekin ishqorlarning konsentrlangan eritmasida plumbatlar hosil qilib eriydi. Undan bo'yoqlar tayyorlanadi.

**$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  qo'rg'oshin (II) atsetati.** Qo'rg'oshinning suvda yaxshi eriydigan tuzlaridan biri. «Qo'rg'oshin shakari» deyiladi. Tibbiyotda uzoq bitmaydigan yaralarni davolashda qo'llaniladi.

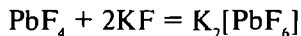
**Pb (IV) birikmalari.**  $\text{PbO}_2^-$  qora qo'ng'ir rangli beqaror birikma.  $\text{PbO}_2$  ham amfoter oksid uning kislotalik xossalari kuchliroq.  $\text{PbH}_4$  (plumban) amalda ajratib olinmagan, beqaror birikma.  $\text{PbO}_2$  ishqorlar bilan suyuqlantirilsa, plumbatlar hosil bo'ladi:



Qo'rg'oshin (IV) oksidining asoslik xossalari beqaror birikmalar hosil bo'lganligi tufayli uncha ko'rinmaydi:

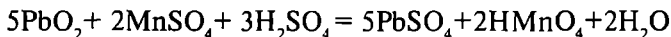


Pb (IV) galogenidlaridan  $\text{PbF}_4$  (suyuqlanish harorati  $600^\circ\text{C}$ ) gina barqaror birikma hisoblanadi. Bu birikmaning komplekslari ham ma'lum:

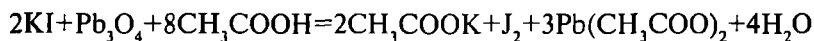


Pb (IV) galogenidlari suvli eritmalarda oson gidrolizlanadi.

$\text{PbO}_2$  kuchli oksidlovchi bo'lib, kislotali muhitda  $\text{Mn}^{2+}$  ni  $\text{MnO}_4^-$  gacha oksidlaydi:



Surik  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  (zarg'aldoq-qizil rangli) u  $\text{H}_4\text{PbO}_4$  ning qo'rg'oshinli tuzidir ( $\text{Pb}_2\text{PbO}_4$ ). Surik nihoyatda kuchli oksidlovchi hisoblanadi:



Pb (II) ni Pb(IV) aylantirilishi uchun qo'rg'oshin (II) atsetatiga qaynoq ishqor eritmasida xlor ta'sir ettiriladi:



$\text{PbO}$  — billur shisha tayyorlashda ishlatiladi.  $\text{PbCrO}_4^-$  sariq mineral bo'yoqlar tarkibiga kiradi.

Tetraetilqo'rg'oshin —  $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$   $200^\circ\text{C}$  da qaynaydigan zaharli suyuqlik. U gidrolizga uchramaydi va oksidlovchi emas. Tetraetilqo'rg'oshin benzinga qo'shilsa uning sifatini yaxshilaydi.

Qo'rg'oshinning (II) eruvchan birikmalari zaharli.

**Tubbiyotda ishlatilishi.** Qo'rg'oshin va uning birikmalari nerv- tomir tizimiga va qonga ta'sir qiladigan zaharlar turkumiga kiradi. Uning toksik ta'sir qilish mexanizmi juda murakkab.  $\text{Pb}^{2+}$  IV A guruhi elementlari ichida kuchli kompleks hosil qilish xossasiga ega. U bioligandlar bilan mustahkam komplekslar hosil qiladi.

Bu ionlar porfirin sintezida ishtirok etadigan, gem sintezini boshqaradigan biomolekulalardagi sulfogidril molekulalarining ta'sirini yo'qqa chiqaradi. Qo'rg'oshin atsetatning 0,25—5,0 % li eritmaları terining yiringli yallig'lanishida sirtqi malham sifatida ishlatiladi. Qo'rg'oshin birikmalarining antiseptik xossalari  $\text{Pb}^{2+}$

ionlarining oqsil bilan birikib qiyin eriydigan albuminatlar hosil qilishi bilan tushuntiriladi. Organizmda qo'rg'oshin miqdori juda oz ( $10^{-6}$  %).

Qalayning odam tanasidagi miqdori 10 mg bo'lib, u asosan suyak, jigar va o'pka to'qimalarida uchraydi.

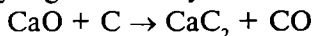
## 23 - bobga oid savol va masalalar

1. Nima uchun uglerod (IV) oksidini olish uchun marmartoshga sulfat kislota emas, balki xlorid kislota ta'sir ettiriladi? Tarkibida 96%  $\text{CaCO}_3$  bo'lgan 1 kg marmartoshdan qancha hajm  $\text{CO}_2$  olish mumkin?

2. Oz va ortiqcha miqdordagi  $\text{CO}_2$  larning ishqor eritmasi bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

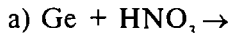
3. Quyidagi tuzlarning gidrolizlanish tenglamalarini molekular va ionli shakllarda yozing:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

4. Kalsiy karbid quyidagi sxema bo'yicha olinadi:

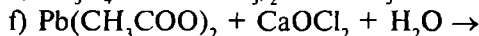
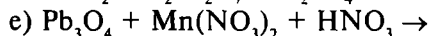
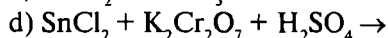


4 t  $\text{CaC}_2$  olish uchun qancha  $\text{CaO}$  kerak? Bunda qancha hajm  $\text{CO}$  hosil bo'ladi?

5. Quyidagi reaksiyalarni tugallang:



6. Reaksiyalarni tugallab, tenglashtiring:

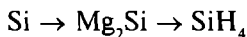


7. Qo'rg'oshin bilan zaharlanganda organizmdan uni chiqarish uchun natriy sulfatning 10% li eritmasi ishlatiladi. Bu nimaga asoslangan?

8.  $\text{CO}$  molekulasining tuzilishini valent bog'lanish va molekular orbitallar usullari yordamida tushuntiring.

9.  $\alpha$ - va  $\beta$ - stannat kislotalarining olinish reaksiyalarini yozing.

10. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing: a)  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3$

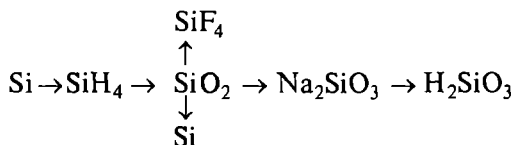


11. Tarkibida 95%  $\text{CaCO}_3$  tutgan 2 kg oxaktoshdan qancha hajm (n.sh.) uglerod (IV) oksidi olish mumkin? (*Javob*: 424 l).

12. Quyidagi moddalarning farmatsevtik ahamiyatini tushuntiring:

$\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ .

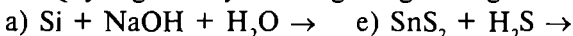
13. Quyidagi jarayonlarning reaksiya tenglamalarini yozing.



14. Quyidagi tuzlarning gidrolizlanish reaksiya tenglamalarini yozing:  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

15. Quyidagi tuzlarning qaysi biri ko'proq gidrolizlanadi? Javobingizni asoslang. a)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  yoki  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$  b)  $\text{SnCl}_2$  yoki  $\text{SnCl}_4$ .

16. Quyidagi reaksiyalarni tugallang va tenglashtiring:



17. Natriy gidrokarbonat tibbiy amaliyotida me'da shirasi kislotaliligi ortganda qo'llaniladi. Shu tuzning 10% li ( $\rho = 1,13 \text{ g/sm}^3$ ) eritmasi pH ini hisoblang. (*Javob*: pH = 8,35).

18. Qo'rg'oshin atsetat —  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  teri yallig'lanishda burishtiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. 0,5% li 200 ml ( $\rho = 1,0 \text{ g/sm}^3$ ) eritma tayyorlash uchun qancha qo'rg'oshin atsetat kerakligini hisoblang.

19. Quyidagi qatorda kislota - asoslik va qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi?  $\text{Ge}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$

20. Qo'rg'oshin birikmalari bilan zaharlanganda 10% li natriy sulfat eritmasi, sianidlar bilan zaharlanganda esa natriy tiosulfat eritmasi ishlatiladi. Ularning ta'sir etishini asoslab, reaksiya tenglamalarini yozing.

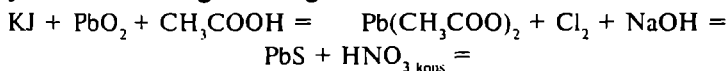
21. Valent bog'lanish usuli va MO usuli bilan uglerod (II) oksiddagi kimyoviy bog'larni tushuntiring.

22.  $5,6 \cdot 10^{-3}$  ml uglerod (IV) oksidi (n.sh.) olish uchun ortiqcha kalsiy karbonatga 2 n xlorid kislota eritmasidan necha ml qo'shish kerak?



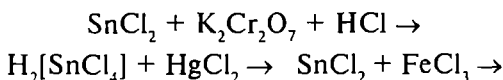
23.  $\text{SnCl}_2$  eritmasida pH qiymati yettidan katta yoki kichikligini ko'rsating. Nima uchun  $\text{SnCl}_2$  eritmasini tayyorlaganda unga ozgina kislota ( $\text{HCl}$ ) qo'shiladi?

24. Qo'rg'oshin (II) birikmalari qaytaruvchi, qo'rg'oshin (IV) birikmalari esa oksidlovchi bo'ladi. Reaksiya tenglamasini tugallab, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.



25. Reaksiya tenglamalarini tugallab, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbO}_2 = \text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 =$

26. Amaliy kimyoda  $\text{SnCl}_2$  qaytaruvchi sifatida keng qo'llaniladi. Reaksiyalarni tugallab, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:



27.  $\alpha$ - va  $\beta$ - qalay kislotalarining olinish reaksiyalarini yozing, ularning fizik va kimyoviy xossalarini ifodalang.

28. Qo'rg'oshin suyultirilgan natriy gidroksidning qaynoq eritmasida eritilganda qo'rg'oshin (II) ning koordinatsion soni 6 ga teng bo'lgan kompleks birikmasi hosil bo'ladi. Reaksiya tenglamasini tuzib, kompleks birikmani nomlang.

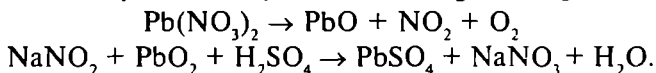
29.  $\text{PbO}_2$  oksidlovchi ekanligini nazarda tutib, reaksiyalarni tugallang va yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:



30. Qo'rg'oshin (II) va (IV) gidroksidlar amfoter xossalarini namoyon qiladi. Mana shu reaksiya kompleks birikma hosil bo'lishini e'tiborga olib, molekular va ionli shaklda yozing.

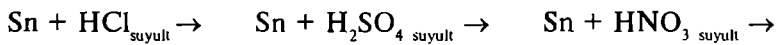
31. Analitik kimyoda vismut (III) ionlarini aniqlash ishqoriy sharoitda boradi, shu reaksiyani yozib, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

32. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turini aniqlab, ularni elektron balans va yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

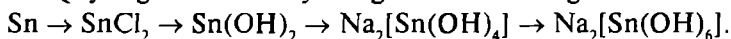


33. Shisha tarkibini ko'rsating. Natriy silikat gidrolizini dimetasilikat ion hosil bo'lishini e'tiborga olib yozing.

34. Quyidagi reaksiyalarda qalay (II) tuzlari hosil bo'lishini e'tiborga olib, ularni tugallang va yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:

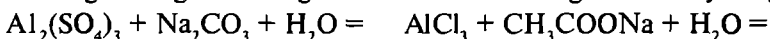


35. Quyidagi o'tish reaksiya tenglamalarini tuzing:



36. Uglarodning quyidagi allotropik shakl o'zgarishlaridagi gibridlanish turlarini ko'rsating: a) olmosda; b) karbinda; d) grafitda.

37. Birgalikda gidrolizning molekular va ionli tenglamalarini yozing:



## 24- bob. V A GURUH ELEMENTLARI

V A guruh elementlari qatoriga azot, fosfor, mishyak, surma va vismut kiradi. Bu guruh elementlari atomining tashqi qavatida 5 tadan elektron bor. Ular 3 ta elektron biriktirishi va 5 ta elektron yo'qotishi mumkin. Shuning uchun bu elementlar +5, +3 va -3 oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Bu guruh elementlari metallmaslardir. Metallmaslik xossasi azot va fosforga xos. As, Sb va Bi metallmaslik xossalari bilan birgalikda metall xossalarini ham namoyon etib, metall xossa vismutga qarab kuchayadi. V A guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari 45-jadvalda keltirilgan.

45-jadval

### V A guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar            | Azot                            | Fosfor                          | As                              | Surma                           | Vismut                          |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Atom massasi                  | 14,006                          | 30,97                           | 74,82                           | 121,75                          | 208,98                          |
| Elektron formulasi            | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup> |
| Atom radiusi, nm              | 0,071                           | 0,13                            | 0,148                           | 0,161                           | 0,182                           |
| Suyuql. harorati, °C          | -210                            | 44,1*                           | **                              | 630,5                           | 271,3                           |
| Qayn. harorati, °C            | -195,8                          | 257                             | **                              | 1634                            | 1550                            |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup>   | 0,81***                         | 1,83*                           | 5,72****                        | 6,68                            | 9,80                            |
| Yer po'stlog'idagi miqdori, % | 1·10 <sup>-2</sup>              | 8·10 <sup>-2</sup>              | 5·10 <sup>-4</sup>              | 4·10 <sup>-5</sup>              | 2·10 <sup>-5</sup>              |

\* oq fosfor; \*\*615°C sublimatsiyalanadi; \*\*\* suyuq azotga tegishli;

\*\*\*\* kul rang mishyak uchun.

Bu guruh elementlarining atom radiusi vismutga qarab ortadi, ionlanish energiyasi kamayadi.

## 24.1. Azot

**Azot (Nitgenium).** 1772-yil Rezerford tomonidan ochildgan, uni 1774-yil A. Lavuaze «Azot» deb atagan. Ko'p tarqalgan kimyoviy element. Azot yer shari atmosferasining asosiy qismini tashkil qiladi. U havoda hajm jihatdan 75,6 % dan 78,2 % gacha boradi. Havodagi azotning hissasi 75,53 % ni tashkil etsa, yer po'stlog'idagi miqdori (gidrosfera va atmosferani ham qo'shilganda) 0,04 % gacha boradi.

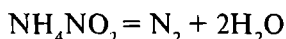
Azotning eng muhim birikmalaridan  $\text{NaNO}_3$  chili selitrasidir. Bundan tashqari,  $\text{KNO}_3$  — hind selitrasi ham uchraydi. Azot ko'pgina muhim organik birikmalar tarkibiga kiradi.

Tabiatda azotning ikkita izotopi bor:  $^{14}\text{N}$  (99,635%) va  $^{15}\text{N}$  (0,365%).

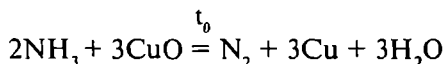
**Fizik xossalari.** Azot rangsiz gaz, hidi va mazasi yo'q. Bir litr suvda 15,5 ml azot eriydi. Uning qaynash harorati —  $-198^\circ\text{C}$ . Azot molekulasida juda barqaror hatto  $3000^\circ\text{C}$  da ham parchalanmaydi (1% atrofida parchalanadi).

**Olinishi.** Sanoat miqyosida havodan fraksion haydab olinadi. Haydash paytida avval azot ( $-195^\circ\text{C}$ ), so'ngra kislorod haydaladi ( $-183^\circ\text{C}$ ). Olingan azot tarkibida oz miqdorda kislorod aralashgan bo'lib, uni tozalash uchun gazlar aralashmasi qizdirilgan mis qirindilaridan o'tkaziladi.

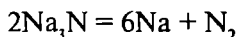
Laboratoriya da azot olish uchun ammoniy nitrit parchalanadi:



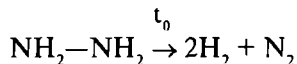
Agar ammiak qizdirilgan mis (I) oksidi ustidan o'tkazilsa ham azot hosil bo'ladi:



Eng toza azot metallarning nitridlarini parchalash orqali olinishi mumkin:



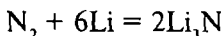
Gidrazinning qizdirilganda parchalanishi ham laboratoriyada azot olishga imkon beradi:



**Kimyoviy xossalari.** Azot molekulasida ikki atomli ( $\text{:N}\equiv\text{N:}$ ). Molekulaning atomlarga parchalanish energiyasi 940 kJ/mol. 3000°C da faqat 0,1% parchalanadi. U kimyoviy reaksiyaga kirishmaslikda inert gazlarga o'xshab ketadi.

Lekin ba'zi mikroorganizmlar azotni o'zlashtirish xossasiga ega, bunda murakkab organik o'g'it hosil bo'ladi.

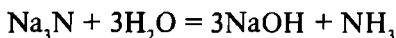
Odatdagi haroratda azot faqat litiy bilan ta'sirlashadi va uning nitridini hosil qiladi:



Qizdirilganda oson boshqa metallarning nitridlari hosil bo'ladi:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari nitridlari kristall moddalar suvda oson gidrolizlanadi:

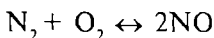


Metallardan tashqari nitridlar metallmaslar bilan ham hosil bo'ladi:

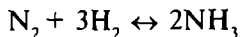


Ular 2000—3000°C da suyuqlanadigan polimer moddalardir. d-elementlarning nitridlari o'zgaruvchan tarkibga ega bo'lib, ular metallik xossalarga ega. Bunday nitridlar juda qattiq, qiyin suyuqlanadi. Ular suv, kislota va ishqorlar hamda oksidlovchilar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Masalan,  $\text{TiN}$  (3220°C),  $\text{HfN}$  (2982°C),  $\text{TaN}$  (3090°C).

Azot va kislorodning o'zaro ta'siri qaytar reaksiya bo'lib, 1500°C dagina sezilarli tezlikda ketadi va azot(II) oksidi hosil bo'ladi:

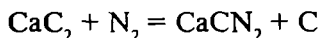


Azotga, xlor, ozon va fluor ta'sir etmaydi. Azotning vodorod bilan o'zaro ta'siri yuqori haroratda va qaytar tarzda sodir bo'lib, bunda ammiak hosil bo'ladi:



Agar elektrod ko'mir bo'lsa, azot atmosferasida vodorod ishtirokida 33 % HCN hosil bo'ladi.

Kalsiy karbidi va azot ishtirokida kalsiy sianamidi hosil bo'ladi:



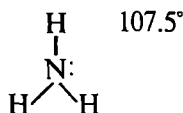
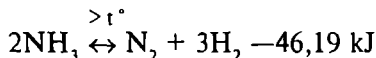
**Ishlatilishi.** Azotning ishlatilishi ammiak, nitrat kislota va azotli o'g'itlar olishda xomashyo sifatida qo'llanilishidir.

## 24.2. Azotning vodorodli birikmalari

Azotning vodorod bilan to'rtta asosiy birikmasi bor:

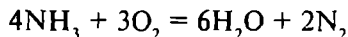
$\text{NH}_3$  — ammiak,  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  — gidrazin,  $\text{NH}_2\text{OH}$  — gidroksilamin,  $\text{H}[\text{N}_3]$  — azotovodorod kislotalasi (triazid).

**Ammiak.**  $\text{NH}_3$  — tabiatda ko'p miqdorda oqsil moddalar tarkibida, ammoniy tuzlari holida uchraydi.  $\text{NH}_3$  rangsiz gaz, o'ziga xos hidi bor. Qaynash harorati  $-33,4^\circ\text{C}$ ,  $d=0,77 \text{ g/l}$ . 1 litr ammiak 0,7709 g og'irlikka ega:

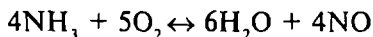


$\text{NH}_3$  molekulasida azot atomi  $\text{sp}^3$  gibridlangan, gibrid orbitalardan birida bir juft elektron joylashgan. Molekula qutbli  $\mu=1,46 \text{ D}$ . Molekula uch yoqli piramida tuzilishga ega.

Ammiak qaytaruvchi va u kislorod atmosferasida oksidlanadi:

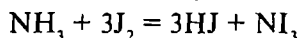


Agar ammiakning ( $800^\circ\text{C}$ ) oksidlanishi katalizator ishtirokida (Pt-Rh) amalga oshsa:

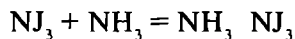


NO dan,  $\text{NO}_2$  va undan  $\text{HNO}_3$  olinadi.

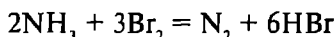
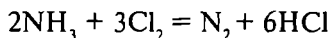
Ammiakdan yod ta'sir etish orqali yod nitridi ( $\text{NI}_3$ ) olinadi:



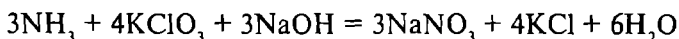
Yod nitridi ammiak bilan ta'sir etadi:



Ammiak xlor yoki brom atmosferasida oksidlansa:



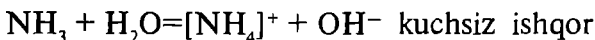
Ammiak 300°C qizdirilgan  $\text{KClO}_3$  ustidan  $\text{NaOH}$  ishtirokida o'tkazilsa,  $\text{NO}_3^-$  gacha oksidlanadi:



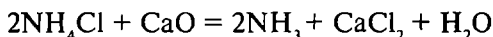
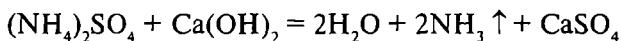
Ammiak kompleks birikmalar hosil qilishi mumkin, chunki unda 2 ta bo'linmagan elektronlar jufti mavjud.

$[\text{NH}_3]$   $\text{HCl}$  ammoniy tuzlari

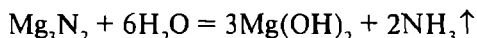
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  kompleks ammiakatlar hosil bo'ladi.



**Ammiakning olinishi.** Laboratoriyada ammoniyli tuzlarga ohak ta'sir ettiriladi:



Nitridlar gidrolizida ham ammiak hosil bo'ladi:



Sanoatda ammiak toshko'mirni koksga aylantirganda hosil bo'ladi.

Azot va vodoroddan ammiak sintez qilish Taber usuli ham deyiladi:



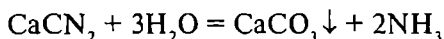
Odatda, bu jarayonda harorat 500-600°C, bosim 1000 atm, katalizator-temir va promotorlar sifatida  $\text{K}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$  qo'shiladi (46-jadval).

Bosimning ortishi va haroratning pasayishi muvozanatni ammiak hosil bo'lish tarafiga qarab suradi. Reaksiyaga kirishmagan azot va vodorod yana reaksiya sistemaga kiritiladi.

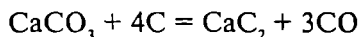
Ammiak hosil bo'lishining bosimga bog'liqligi

| $t^{\circ}$ | 1atm   | 100 atm | 1000 atm |
|-------------|--------|---------|----------|
| 200         | 15,30  | 80,6    | 98,3     |
| 600         | 0,049  | 4,5     | 31,4     |
| 1000        | 0,0044 | 0,44    | <12,9    |

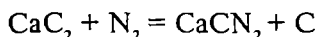
Franko va Karlo usuli kalsiy sianamidga suv bug'i ta'siriga asoslangan:



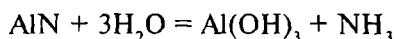
$\text{CaCN}_2$  — g'ozani defolianti (bargini to'kuvchi) sifatida ishlatiladi. Uni olish uchun ohaktoshga ko'mir ta'sir ettiriladi:



Hosil bo'lgan karbidlarga elektr yoyi ishtirokida azot ta'sir ettirilganda kalsiy sianamidi hosil bo'ladi:



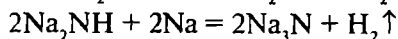
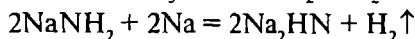
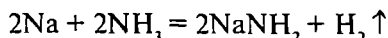
Nitridlardan aluminiy nitridini gidrolizlanishi ham texnik ahamiyatga ega bo'lib, bu usulda( Erlek usuli) ham ammiak olinadi:



Nitridlar — azotning har xil elementlar bilan birlasmasi. d elementlarning nitridlari yuqori qattiqlikka ega.

**Ishlatilishi.** Ammiak ko'p birikmalar olish uchun zaruriy xomashyo, masalan:  $\text{HNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  olish uchun sarflanadi. Bundan tashqari, ammiak soda (Solvey usuli), mochevina  $\text{CO(NH}_2)_2$  va nashatir spirti (10% li  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) olish uchun ham sarflanadi.

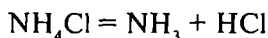
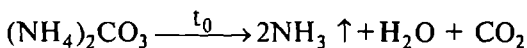
Natriy amid —  $\text{NaNH}_2$ , rangsiz kristall. Suyuqlanish harorati  $210^{\circ}\text{C}$ . Natriyning suyuq ammiak bilan ta'siri orqali olinadi:



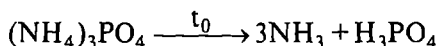
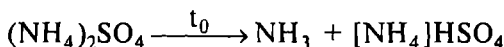
$\text{NaNH}_2$  — natriy amidi,  $\text{Na}_2\text{NH}$  — natriy imidi,  $\text{Na}_3\text{N}$  — natriy nitrid hosil bo'ladi.

Ammoniyning hamma tuzlari issiqlikka chidamli emas. Ammoniy tuzlari termik parchalanishi mumkin.

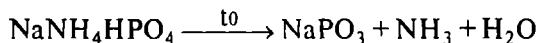
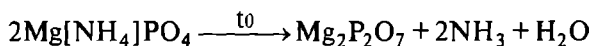
1. Ammoniy tuzlari uchuvchan birikmalar hosil qilib parchalanishi:



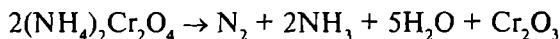
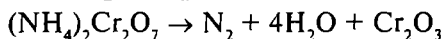
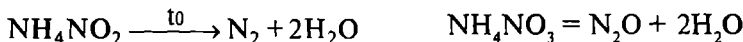
2. Qisman termik parchalanishi:



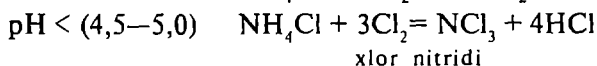
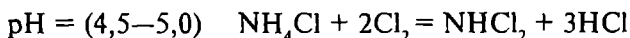
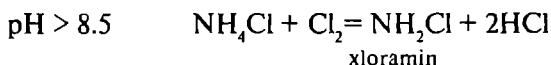
Piro- va meta- kislotalar hosil bo'lishi bilan parchalanish:



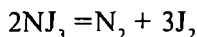
3. Disproportsionallanish reaksiyasi:



$\text{NH}_4\text{Cl}$  konsentrlangan eritmasi galogenlar bilan pH muhitga qarab ammiakning har xil birikmalari hosil bo'ladi.



Ammiak va yod ta'sirida olingan  $\text{NJ}_3$  mexanik kuch ta'sirida portlaydi:



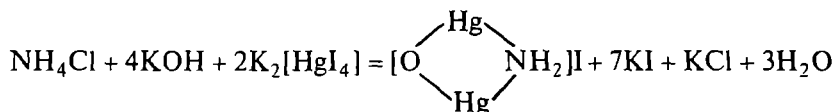
Ammiaklar  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ;  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ;  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$ ;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_3$ ;  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$ .



**Ammoniy ioniga sifat reaksiya.** Ammoniy tuzlarining ishqorlar ta'siridan parchalanishi va  $\text{NH}_3$  ajralishi ammiak aniqlashdagi sifat reaksiyalardan biri hisoblanadi:



Ammoniy tuzlariga Nesler reaktivi ta'sir ettirish ham ular uchun sifat reaksiyalardan biri hisoblanadi:

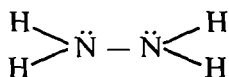


Ammoniy xlorid —  $\text{NH}_4\text{Cl}$  peshob haydovchilar ta'sirini kuchaytirish, balg'am ko'chiruvchi va yurak tomirlaridagi o'zgarishlarda ishlatiladi.

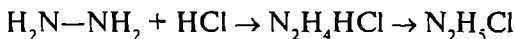
Ammoniy karbonat —  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  oziq-ovqat sanoatida, tort, pishiriqlar tayyorlashda, xamirga kerakli g'ovaklik berish uchun qo'llaniladi.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  yoki  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ishlatilganda uning parchalanishi ro'y beradi:



**Gidrazin.**  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  — rangsiz, havoda tutaydigan suyuqlik (suyuqlanish harorati  $-52^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $119^\circ\text{C}$ ). Azotning oksidlanish darajasi -2, valentligi 3.

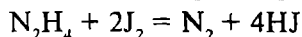
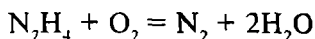


Suvda va ishqorda yaxshi eriydi. Hidrazin gidroxloridi ancha barqaror birikma:

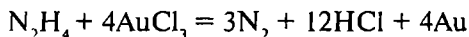


$[\text{N}_2\text{H}_4] \cdot 2\text{HCl}$  — dioxlorgidrazin;  $[\text{N}_2\text{H}_4] \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$  gidrazin sulfati

$\text{N}_2\text{H}_4$  kuchli qaytaruvchi,  $\text{O}_2$ ,  $\text{J}_2$  va boshqalar bilan oksidlanadi:



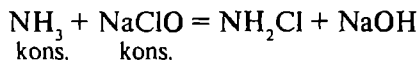
Gidrazin kuchli oksidlovchilar ( $\text{AuCl}_3$ ) ishtirokida ham azot-gacha oksidlanadi:



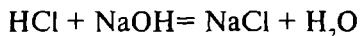
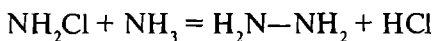
Agar gidrazinga  $\text{KMnO}_4$  ta'sir ettirilsa u azotgacha oksidlanadi:



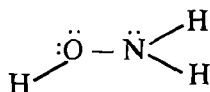
$\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  ni olish uchun ammiakka natriy gipoxloriti ta'sir ettiriladi:



Hosil bo'lgan xloraminga yana ammiak ta'sir ettirilsa, gidrazin hosil bo'ladi:



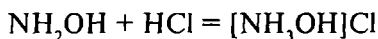
**Gidroksilamin.**  $33,1^\circ\text{C}$  da suyuqlanadigan rangsiz kristall. Azotning valentligi 3, oksidlanish darajasi -1:



Nitrat kislotaning elektroliz jarayonida atomar vodorod bilan qaytarilishi tufayli olinishi mumkin:

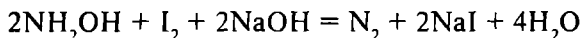


Gidroksilamin kuchsiz asos xossalari namoyon etadi va u ammiakdan ko'ra kuchsizdir:

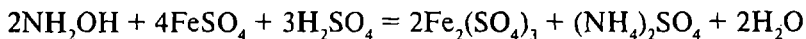


Gidroksilamin tuzlari qattiq moddalar, ular suvda yaxshi eriydi.

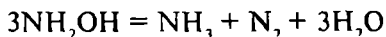
Gidroksilamin qaytaruvchi va oksidlovchi hisoblanadi. Yod ta'sirida ishqoriy muhitda oksidlanadi:



Agar gidroksilaminga kislotali muhitda qaytaruvchilar ta'sir ettirisa u oksidlovchi:



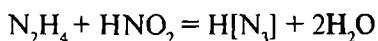
$\text{NH}_2\text{OH}$  — oson parchalanadi va ammiak, suv hamda azot hosil qiladi:



Gidroksilamin organik sintezda ishatiladi va u kompleks birikmalar olish uchun ligand vazifasini bajaradi:

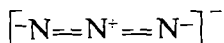
$[\text{Co}(\text{NH}_2\text{OH})_6]\text{Cl}_3$  — geksagidroksilamminkobalt (III) xlorid uning barqaror komplekslaridan biri hisoblanadi.

**Triazid yoki azotovodorod kislotasi.** Triazid kislota  $-80^\circ\text{C}$  da qotadigan va  $36^\circ\text{C}$  da qaynaydigan o'tkir hidli suyuqlikdir. Triazid kislota kuchli zahar. Triazid kislotasining tuzlari amaliy ahamiyatga ega. Triazid nitrit kislotasining gidrazin bilan ta'siri orqali olinadi:



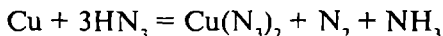
Triazid kislota bir asosli kislota bo'lib,  $[\text{N}_3]^-$  uning kislota qoldig'idir.

Molekuladagi chetki atomlar  $\text{sp}^2$  gibridlangan holatda, markaziy atom esa  $\text{sp}$  — gibridlangan:



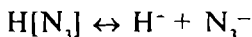
Triazid kuchsiz kislota, uning eruvchanligi xlorid kislotaga o'xshab ketadi.

Agar triazidga mis ta'sir ettirilsa bunda azot ajraladi:

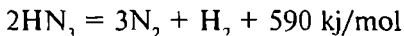


Azidlar detonatorlarda portlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Bu borada  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$  ko'p qo'llaniladi.  $\text{NaN}_3$  va  $\text{KN}_3$  suvda eriydigan qattiq moddalar, ular portlamaydi.

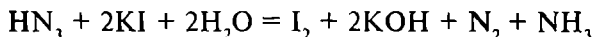
Eritmada triazid dissotsilanadi. Uning dissotsilanish konstantasi  $K=3 \cdot 10^{-3}$  ga teng:



Triazid kislota yuqori haroratga chidamsiz, u  $300^\circ\text{C}$  da portlaydi:



Kaliy yodid azid kislotani azotgacha oksidlaydi:



### 24.3. Azotning kislorodli birikmalari

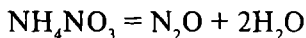
Azotning kislorodli birikmalari  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_4$  va  $N_2O_5$  hisoblanadi.

**Azot (I) oksidi.** Rangsiz, kuchsiz hidli, shirin mazali gaz. Suvda kam eriydi, xona haroratida barqaror. Azot (I) oksidi molekulasi chiziqli tuzilishga ega:

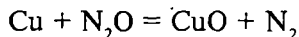


Markaziy azot atomi ikkita sp gibrid orbitallarga ega.  $N_2O$  molekulasi ozroq bo'lsa ham dipol momentiga ega, shuning uchun suvda ozroq eriydi.

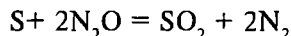
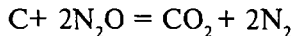
Azot (I) oksidi ammoniy nitratini qizdirib olinadi:



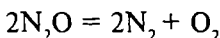
$N_2O$  aktivligi kam, lekin qizdirilsa metallar bilan ta'sir etadi:



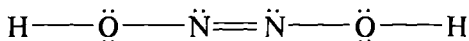
Yuqori haroratda oltingugurt va uglerodni ham oksidlaydi:



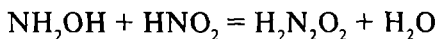
Yuqori haroratda ( $700^\circ C$ )  $N_2O$  parchalanadi:



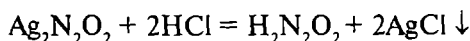
$N_2O$  ga tegishli giponitrit kislota ( $H_2N_2O_2$ ) ma'lum. Bu oksid betaraf oksid va u suv bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun giponitrit kislota bilvosita usullar bilan olinadi. Giponitrit kislota quyidagicha tuzilishga ega:



Giponitrit kislota gidroksilaminga nitrit kislotasini ta'sir ettirib olinadi:



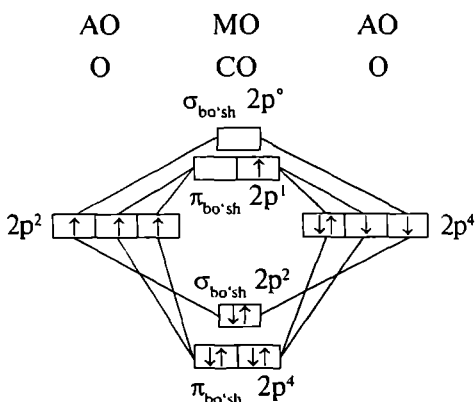
Agar kumush giponitritiga ham kuchli kislotalar ta'sir etganda giponitrit kislota olish mumkin:



$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$  erkin holda uchramaydi. U ikki asosli kislota:  $K_1=10^{-8}$ ,  $K_2=10^{-12}$ . Lekin uning tuzlari ma'lum —  $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$ ;  $\text{PbN}_2\text{O}_2$ .

$\text{N}_2\text{O}$  tibbiyotda narkoz sifatida ishlatiladi. U «kuldiruvchi gaz» ham deyiladi, chunki u bilan nafas olinsa mast qiladi va kishi xursand bo'lib kula boshlaydi. Kattaroq dozada ishlatilsa kishi og'riqni sezmaydi. Ana shu tufayli jarrohlik amaliyotida narkoz sifatida kislorod bilan aralashtirib qo'llaniladi. Uning eng yaxshi tarafi organizm uchun bezararlidir.

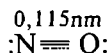
**Azot (II) oksid.** Rangsiz, zaharli gaz. U bfarq oksid hisoblanadi. Bog'lanish tartibi 2,5. Unda uch elektronli bog'lanish mavjud. U indeferent oksid hisoblanadi.



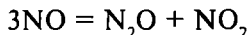
Molekular orbitalar usuliga ko'ra bo'shashtiruvchi orbital-larda bitta elektron bor bog'lanish tartibi bo'lsa:

$$BT = \frac{6-1}{2} = 2,5.$$

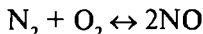
NO quyidagicha molekula tuzilishiga ega:



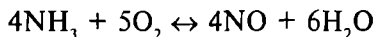
Kislorodga nisbatan bo'shashtiruvchi orbital-larda kam elektron bo'lishi NO molekulasining turg'un bo'lishiga olib keladi. Bu gaz harorat ta'siriga chidamli. Lekin  $100^\circ\text{C}$  da parchalanadi:



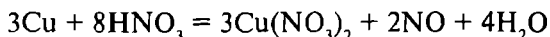
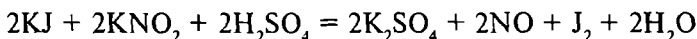
NO azot va kislorodning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan yagona oksididir. Reaksiya elektr yoyi ta'sirida amalga oshib, qaytar tarzda sodir bo'ladi. 3000 °C da darhol muvozanat yuzaga keladi:



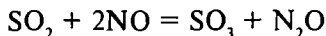
NO ammiakni Pt va Rh aralashmasi katalizatorligida oksidlash jarayonida ham hosil bo'ladi:



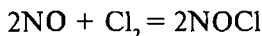
NO laboratoriyada quyidagi usullarda olinadi:



NO ham kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. SO<sub>2</sub> ni oksidlab SO<sub>3</sub> ga aylantiradi:



NO ga galogenlar ta'sir etib nitrozil galogenidlar hosil bo'ladi:

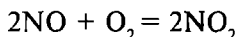


nitrozilxlorid hosil bo'lib (u sariq rangli). Shunga o'xshash NOF va NOBr birikmalar ham ma'lum.

Juda kuchli oksidlovchilar (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> va KMnO<sub>4</sub>) ta'sirida NO nitrat kislotagacha oksidlanadi:



NO havo kislorodi bilan oson oksidlanib qo'ng'ir tusli gaz NO<sub>2</sub> ni hosil qiladi:



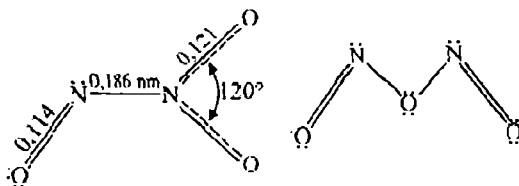
NO turli komplekslarda ligand sifatida qatnashadi. [Fe(NO)<sub>4</sub>], [Fe(NO)<sub>4</sub>I<sub>2</sub>], [Co(NO)<sub>4</sub>]. Past haroratda NO<sub>2</sub> qattiq holatga o'tib dimer — N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> hosil qiladi. NO nitrat kislota olishda ishlatiladi.

**Azot (III) oksidi.** Juda beqaror oksid, u zangori rangli va qattiq holda past haroratda barqaror. 3,5°C da parchalanadi.

Azot (III) oksidi molekulasining tuzilishi (43-rasm) quyida keltirilgan

O—N—O bog'lari orasidagi valent burchaklar 120°C. N=O bog'ining uzunligi 0,121 nm, N—N bog'ining uzunligi bo'lsa

0,186 nm ni tashkil etsa, N—O bog‘ining uzunligi esa 0,114 nm ni tashkil etadi.

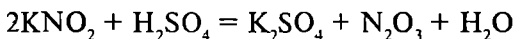


43-rasm. Azot (III) oksidi molekulasining tuzilishi.

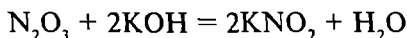
$\text{NO}_2$  ga  $\text{NO}$  ta'sir etilib qaytar sharoitda olinadi:



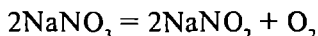
Laboratoriyada kaliy nitritga sulfat kislota eritmasi ta'sir ettirib  $\text{N}_2\text{O}_3$  olsa bo'ladi:



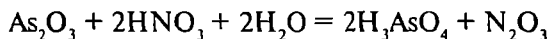
$\text{HNO}_2$  kislota ning oksidi  $\text{N}_2\text{O}_3$  (nitrit anhidrid) hisoblanadi.  $\text{N}_2\text{O}_3$  ning ishqorlar bilan ta'siridan nitritlar hosil bo'ladi:



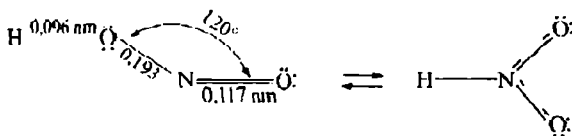
Odatda, nitritlar olish uchun nitratlar qizdiriladi. Bu reaksiyada kislorod ham hosil bo'ladi:



Laboratoriyada  $\text{N}_2\text{O}_3$  mishyak (III) oksidiga nitrat kislota ta'sirida olinadi:

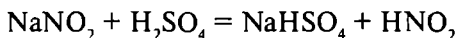


Nitrit kislota da markaziy azot atomi  $\text{sp}^2$  gibridlangan (44-rasm), O—N—O burchagi  $120^\circ\text{C}$ . N—O bog‘ining uzunligi 0,117 nm bo'lsa, H—O bog‘ining uzunligi 0,096 nm ga teng:



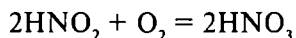
44-rasm. Nitrit kislota molekulasining tuzilishi.

Nitrit kislota tuzlariga sulfat kislota eritmasini ta'sir ettirish orqali nitrit kislotasini olish mumkin:

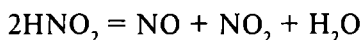


Nitrit kislotasi faqat eritmada mavjud lekin uning tuzlari ma'lum. Nitrit kislota kuchsiz elektrolit  $K=7 \cdot 10^{-4}$ .

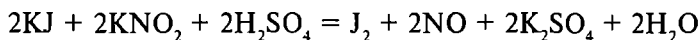
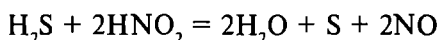
U ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi. Kislorod ishtirokida oksidlanadi:



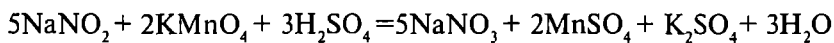
U disproporsialanish reaksiyalariga kirishadi:



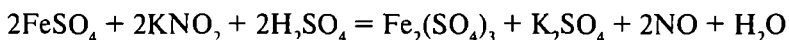
KJ,  $\text{H}_2\text{S}$  ishqoriy metallarning amalhamasi bilan nitrit kislotasi oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



Kuchli oksidlovchilar ta'sirida nitritlar qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi va nitratlarga oksidlanadi:



$\text{Fe}^{2+}$  ioni qaytaruvchi bo'lgani uchun nitritlar oksidlovchi bo'lib, NO gacha qaytariladi:

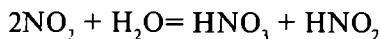


Nitrit kislota tuzlari zaharli moddalardir.  $\text{NaNO}_2$  stenokardiya tomirlarni kengaytiruvchi modda sifatida tavsiya etilgan.

**Azot (IV) oksidi.**  $\text{NO}_2$  qo'ng'ir tusli zaharli gaz modda.  $\text{NO}_2$  sovutilganda qizil-qo'ng'ir suyuqlikka aylanadi. Suyuqlanish harorati  $22,45^\circ\text{C}$  sovutilsa borgan sari sarg'ish oq, keyin rangsiz bo'ladi.

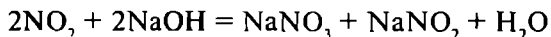
—  $11,2^\circ\text{C}$  rangsiz kristall hosil qiladi. Isitilganda uning rangi o'zgarib to'qlashadi,  $140^\circ\text{C}$  da qo'ng'ir rangli bo'ladi.

$\text{NO}_2$  ni aralash angidrid deyish mumkin, chunki u suvda eritilganda  $\text{HNO}_2$  va  $\text{HNO}_3$  hosil bo'ladi:

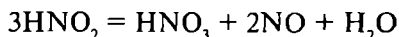


$\text{NO}_2$  ishqorlarga ta'sir ettirilganda ham nitritlar va nitratlar hosil bo'ladi:

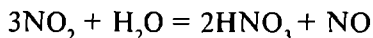




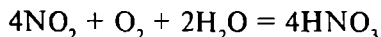
$\text{HNO}_2$  beqaror kislota hisoblanib, uning parchalanishidan nitrat kislota va NO hosil boladi:



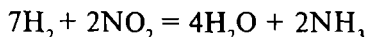
$\text{NO}_2$  issiq suv bilan ta'sirlashganda:



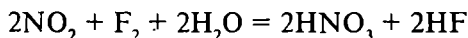
Agar  $\text{NO}_2$  ga kislorod ishtirokida suv ta'sirlashsa u to'la  $\text{HNO}_3$  ga aylanadi:



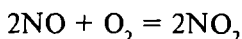
$\text{NO}_2$  kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. U uglerod, azot, oltin-gugurt, vodorod va metallarni oksidlaydi:



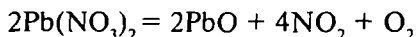
Kuchli oksidlovchilar  $\text{Br}_2$ ,  $\text{F}_2$  bilan u qaytaruvchi:



$\text{NO}_2$  ning olinish usullari: NO ning kislorod ishtirokida oksidlanishi:



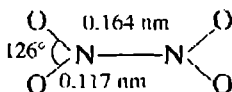
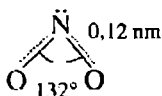
Nitratlarning parchalanishi ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ):



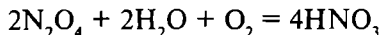
Mis metaliga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir etib,



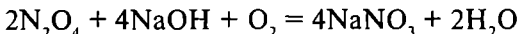
$\text{NO}_2$ —11,2°C dan, to 140°C gacha  $\text{NO}_2$  va uning dimeri ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) aralashgan holda bo'ladi.  $\text{NO}_2$  paramagnit xossaga ega va uning molekulası burchaklı tuzilgan. Uning dimerining tuzilishi quyida ko'rsatilgan. Molekula yassi tuzilishga ega suyuq va qattiq holatda rangsiz:



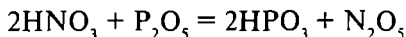
Suyuq  $\text{N}_2\text{O}_4$  ga 5 mPa bosimda 75°C da suv kislorod ta'sir ettirilsa konsentrlangan nitrat kislota hosil bo'ladi:



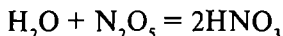
Agar reaksiya ishqoriy muhitda o'tkazilsa, nitratlar hosil bo'ladi:



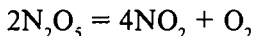
Azot (V) oksidi — nitrat anhidrid, rangsiz kristall modda, gigroskopik.  $\text{N}_2\text{O}_5$  olish uchun nitrat kislotaga  $\text{P}_2\text{O}_5$  ta'sir ettiriladi:



$\text{N}_2\text{O}_5$  nitrat kislotaning anhidridi hisoblanadi. Uning suvda erishidan nitrat kislota hosil bo'ladi:



$\text{N}_2\text{O}_5$  beqaror modda u xona haroratida parchalanadi va  $\text{NO}_2$  va  $\text{O}_2$  hosil qiladi:

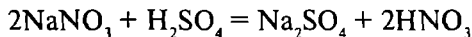


Natriy nitrat holatida oz miqdorda atmosferadagi elektr razrya-pi paytida ham hosil bo'ladi.

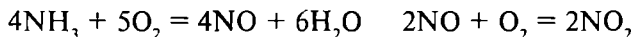
## 24.4. Nitrat kislota va uning tuzlari

**Nitrat kislota.**  $\text{HNO}_3$  kuchli kislota bo'lib, och sariq tusli, bug'lanadigan suyuqlik. U  $84^\circ\text{C}$  da qaynab,  $-42^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tadi. Konsentrlangan nitrat kislota 63 % li bo'lib, sanoat miqyosida 96%li ( $\delta = 1,45 \text{ g/sm}^3$ ) nitrat kislota eritmasi ham uchraydi.

**Laboratoriyada olinishi.** Nitrat kislotaning tuzlariga yuqori konsentratsiyali kislota ta'sir ettirib olinadi:

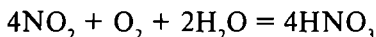


**Sanoatda olinishi.** Sanoat miqyosida nitrat kislota olish uchun asosiy xomashyo ammiak va havo hisoblanadi:

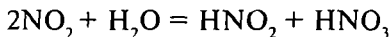


Oksidlanish jarayoni  $900^\circ\text{C}$  da Pt—Rh katalizatori ishtirokida olib boriladi.

Boshqacha usulda azot va kisloroddan azot(II) oksidi, so'ngra uni  $\text{NO}_2$  gacha oksidlanishi ham mumkin. Hosil bo'lgan azot(IV) oksidi kislorod ishtirokida suvda eritiladi:

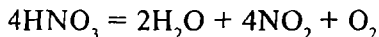


Agar azot (IV) oksidi suvda eritilsa, nitrit va nitrat kislota aralashmasi hosil bo'ladi:



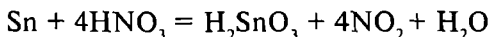
Nitrit kislotasi ajratilib undan azotning oksidlari va boshqa mahsulotlar olinishi mumkin.

Nitrat kislota yorug'lik va harorat ta'sirida parchalanadi:

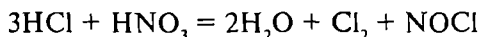
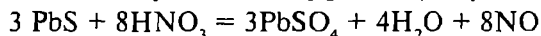
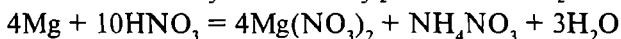
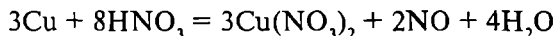


Bu kislota suv bilan har qanday nisbatda aralashadi.

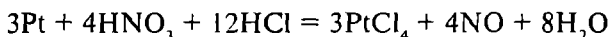
Konsentrlangan nitrat kislota qaytarilish mahsuloti har xil bo'lishi mumkin. Unga Fe, Al, Cr, Au va Pt ta'sir etmaydi. Cu, Ag, va Ag ni eritib, o'zi  $\text{NO}_2$  ga qadar qaytariladi. Sn, As, P, B kislotalarigacha oksidlanadi:



Suyultirilgan nitrat kislota oksidlovchilik xossasi juda kuchli, o'zi esa  $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va boshqa mahsulotlarga qaytariladi:

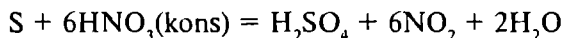


Platina ham zar suvida ( $3\text{HCl} \cdot \text{HNO}_3$ ) eriydi:

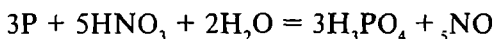


Eng muhimi nitrat kislota metallar bilan reaksiyasida vodorod ajralmaydi.

Agar nitrat kislota metallmaslar ta'sir ettirilsa, metallmaslar kislotalargacha oksidlanadi:



Suyultirilgan nitrat kislota fosforni ortofosfat kislota gacha oksidlaydi:



Uglerod nitrat kislota ta'sirida  $\text{CO}_2$  gacha oksidlanadi:



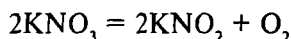
Nitrat kislota tuzlari suvda yaxshi eriydigan oq qattiq moddalar. Ular selitralar deyiladi.  $\text{NaNO}_3$  natriyli selitra,  $\text{KNO}_3$  kaliyli,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  kalsiyli,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ammoniyli selitradir.

Kaliy nitratga olitingugurt va uglerod qo'shilsa, qora porox hosil bo'ladi. Qora poroxning portlash reaksiyasi:

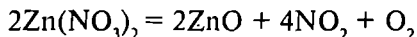


Bu reaksiyada ko'p miqdorda issiqlik chiqadi, shuning uchun portlash sodir bo'ladi.

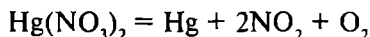
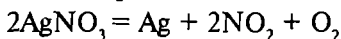
Eng aktiv metallarning (magniydan chapda turgan) nitratlari parchalansa nitritlar va kislorod hosil bo'ladi:



Agar metallning aktivligi kamroq va metall Mg va Cu orasida joylashgan bo'lsa bu metallarning nitratlari parchalanishida metall oksidi,  $\text{NO}_2$  va kislorod hosil bo'ladi:



Agar metallar aktivligi kam bo'lsa, nitratlarning parchalanishida metallning o'zi,  $\text{NO}_2$  va kislorod hosil qiladi:



**Ishlatilishi.** Nitrat kislota nitratlar, mineral og'itlar, selitralar olish uchun xomashyo sifatida ishlatiladi.

Anorganik va organik nitritlar qon tomirini kengaytirish uchun ishlatiladi. Ularga natriy nitrit, erinit, nitriglitserin kiradi. Natriy nitrit boshqa birikmalar bilan aralashma holatida nafas olish yo'llarining mushaklarini kengaytirishda qo'llaniladi.

Ammoniy xlorid tuzi eritmasidan peshob haydovchi va balg'am ko'chiruvchi omil sifatida foydalaniladi. Ba'zan nitrat kislotadan kosmetologlar so'gallarni kuydiruvchi vosita sifatida ham foydalanishadi.

**Azotli o'g'itlar.** O'g'itlar sifatida kalsiy nitrat —  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ishlatiladi. Ohakni nitrat kislota bilan neytrallash natijasida olinadi.

Natriy nitrat —  $\text{NaNO}_3$  chili selitrasi deyiladi. Tabiiy holda faqat Chilida juda katta zaxira holda uchraydi.

Kaliyli selitra —  $\text{KNO}_3$  hind selitrasi deyiladi. Sun'iy ravishda kaliy xlorid va natriy nitrat ta'siridan olinadi.

## 24.5. Fosfor

**Fosfor (Phosphorus).** Fosfor keng tarqalgan element, yer sharining 0,04 % ni tashkil qiladi. Oson oksidlangani uchun tabiatda erkin holda uchramaydi.

Tabiatda apatit minerali  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  yoki  $\text{CaCl}_2$  va fosforitlar  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  va har xil qo'shimchalar bo'ladi.  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$  — xlorli apatit.

Fosforitlar va apatitlar fosforli mineral o'g'itlar olishda o'g'it sifatida ishlatiladi. Apatitdarning katta miqdorda Kola yarim orolida, Ural, Markaziy Osiyoda Qora tog'da bor.

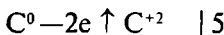
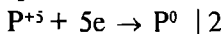
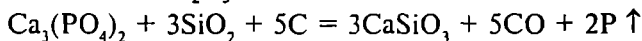
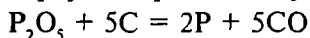
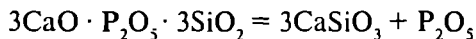
Fosfor tirik organizm uchun kerakli element: qon, miya, nerv sistemasi to'qimalarida bo'ladi. Ko'p miqdorda fosfor  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  holida hayvonlar suyagida uchraydi. Suyak yoqilsa uning tarkibidagi hamma organik moddalar yonadi, qolgan modda  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  bo'ladi. Odam organizmida fosforning umumiy miqdori 4,0 % ga boradi.

Birinchi marta erkin fosfor 1669-yilda gamburglik alkimyogar Brand tomonidan olingan.

Fosfor faqat bitta izotopga ega bo'lgan element;  $^{31}_{15}\text{P}$  Uning sun'iy izotoplari ham mavjud.

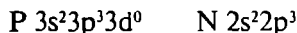
**Olinishi.** Hozirgi paytda kalsiy fosfatdan olinadi. Buning uchun kalsiy fosfat qum, ko'mir bilan havo kirmaydigan joyda — elektr pechlarida qizdiriladi.

Ketayotgan jarayonni tasavvur qilish uchun kalsiy fosfatdan fosforga o'tiladi:



Ajralib chiqayotgan fosfor bug'lari suv bilan ushlanadi.

**Fizik xossalari:** Fosfor elektronlar soniga ko'ra azotning analogi hisoblanadi.



Lekin fosfor 3-davr elementi, 3d orbitallari valent elektron rolini o'ynaydi.

Fosfor uchun  $sp^3d^2$ ,  $sp^3d^1$ ,  $sp^3$  gibridlanish xarakterli.

Fosforning maksimal koordinatsion soni 6 ga teng. O'n bitta allotropik shakl o'zgarishi borligi aniqlangan.

Fosfor atomlari ikki atomli  $P_2$ , to'rt atomli  $P_4$  yoki polimer  $P_n$  bo'lishi mumkin.

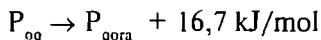
$P_2$  molekulasida  $1000^\circ\text{C}$  dan yuqorida mavjud. Molekuladagi  $P_2$  bog'lanish energiyasi juda katta ( $450 \text{ kJ/mol}$ ), uning atomlarining parchalanishi  $2000^\circ\text{C}$  sodir bo'ladi.

**Oq fosfor.** Suyuq erigan holda hamda  $1000^\circ\text{C}$  dan pastda  $P_4$  molekulari barqaror, u tetraedr konfiguratsiyasiga ega. Fosfor bug'larining kondensatsiyasida oq fosfor hosil bo'ladi ( $\rho=1,8 \text{ g/sm}^3$ ). U molekular kristall panjaraga ega, kristall panjara uchlarida  $P_4$  turadi.

Oq fosfor — oq amorf modda. U oson suyuqlanadi. Suyuq holda ham qattiq holda ham  $P_4$  holda bo'ladi. Suyuqlanish harorati  $44,5^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $275^\circ\text{C}$ , uchuvchan,  $\text{CS}_2$  va boshqa organik erituvchilarda eriydi. Oq fosfor juda zaharli (odam uchun o'ldirish dozasi  $0,1\text{g}$ ).

Suv ostida saqlansa sarg'ayib qoladi. Fosforning hidi sarimsoq piyoz hidiga o'xshaydi.  $P_4$  molekulasida bog'lar oson uziladi ( $200 \text{ kJ/mol}$ ). Shuning uchun oq fosfor kimyoviy aktiv, u turaverib polimer shakl o'zgarishga o'tadi.

Polimer shakl o'zgarishlar ichida eng barqarori qizil va qora fosfor. Tashqi ko'rinishi jihatidan qora fosfor ( $\rho=2,7 \text{ g/sm}^3$ ) grafitga o'xshaydi, uni oq fosfordan  $200^\circ\text{C}$  va  $1200 \text{ atm}$ . bosimda olish mumkin:



**Qizil fosfor.** Oq fosforni  $400^\circ\text{C}$  da qizdirishdan olinadi. Qizil fosfor sovitilsa oq fosforga aylanib qoladi. Qizil fosforni bir qancha shakl o'zgarishlari bor. Ularning tuzilishi hali to'la aniqlanmagan. Ular polimer moddalar, o'zaro piramidal bog'langan. Olinish usuliga qarab qizil fosfor har xil xossaga ega. Masalan, uning zichligi  $2,0\text{--}2,4 \text{ g/sm}^3$ , suyuqlanish harorati  $585\text{--}600^\circ\text{C}$  orasida rangi to'q jigardan qizil, binafshaga o'zgaradi.

Qizil fosfor eritmaga o'tkazilishi uchun polimer shakl o'zgarishdagi bog'larni uzish kerak. Shuning uchun polimer shakl o'zgarishlar hech qanaqa erituvchilarda erimaydi va yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Shuning uchun fosfor bug'larini kondensatsiya qilganda qizil emas, oq fosfor hosil bo'ladi.

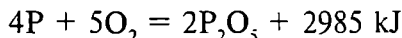
**Qora fosfor.** Oq fosforni yuqori haroratda bosim ostida uzoq qizdirishdan hosil bo'ladi. Qora fosfor  $CS_2$  da erimaydi. Lekin elektr tokini o'tkazadi.

Qizil va qora fosfor kimyoviy jihatdan ancha barqaror.

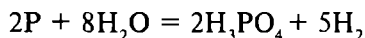
Agar oq fosfor havoda o'z-o'zidan  $50^\circ C$  alangalansa, qizil fosfor  $250^\circ C$ , qora fosfor  $400^\circ C$  alangalanadi.

Oq fosfordan farqli polimer shakl o'zgarishlar zaharli emas.

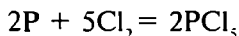
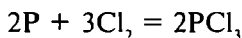
**Kimyoviy xossalari.** Kukun holatdagi oq fosfor odatdagi haroratda yonib ketadi:



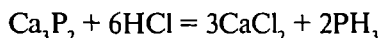
Qora va qizil fosforlarning aktivligi kam. Fosfor  $600^\circ C$  da suv bog'i bilan ta'sirlashib:



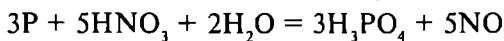
Fosfor xlor bilan odatdagi sharoitdayoq ta'sirlashadi:



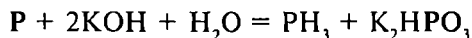
Fosfor vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri ta'sir etmaydi. Fosfin ( $PH_3$ ) fosfidlarning gidrolizi yoki ularga  $HCl$  ta'sir ettirib olinadi:



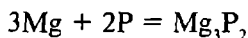
Suyultirilgan  $HNO_3$  ta'sirida fosfor  $H_3PO_4$  gacha oksidlanadi:



Fosforming ishqorlar bilan ta'siridan fosfin va fosfit kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:

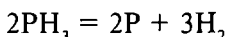


**Fosfidlar:** yuqori haroratda fosfor hamma metallarni oksidlab, o'zi fosfidlargacha qaytariladi. Magniyning fosfor bilan ta'siridan:

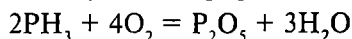


Magniy fosfidi hosil bo'ladi. Ular tuzsimon birikmalar, ion-kovalent tuzilishga ega.  $\text{Na}_3\text{P}$ ,  $\text{K}_3\text{P}$  va  $\text{Na}_3\text{P}$  suv hamda kislotalar ta'siridan oson parchalanadi. d-elementlar fosfidlari o'zgaruvchan tarkibli  $\text{MeP}$ ,  $\text{Me}_2\text{P}$ ,  $\text{Me}_3\text{P}$  tarkibga ega fosfidlar hosil qiladi. Ularda bog'lanish metallsimon tabiatga ega. Bu moddalar kimyoviy jihatdan inert, elektr tokini o'tkazadi yoki yarimo'tkazgichlardir.

**Fosforning vodorodli birikmalari.**  $\text{PH}_3$  — fosfin gaz modda. Uning qaynash harorati  $-85^\circ\text{C}$ ,  $-133^\circ\text{C}$  da suyuqlanadigan, sarimsoq piyoz hidi keladigan gaz. Molekula tuzilishi pramidal, ammiakka o'xshash. Beqaror birikma bo'lib, qizdirilganda parchalanadi:



Yuqori haroratda  $\text{PH}_3$  yonib  $\text{P}_2\text{O}_5$  hosil qiladi:



Kuchli oksidlovchilar ham  $\text{PH}_3$  ni ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Fosfinda asos xossalari ammiakdan zaifroq. Lekin kuchli kislotalar bilan fosfoniyl ioni hosil qiladi:



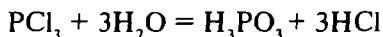
Shunga o'xshash  $\text{PH}_4\text{ClO}_4$ ,  $\text{PH}_4\text{Cl}$  birikmalari ham ma'lum.

Bundan tashqari, difosfin ham olingan. Bu modda rangsiz suyuqlik.  $65^\circ\text{C}$  da qaynaydi,  $-99^\circ\text{C}$  da kristallanadi. Uzoq vaqt saqlanganda sariq rangli  $\text{P}_2\text{H}_6$  (qattiq modda) ga aylanib,  $\text{PH}_3$  ajratadi.

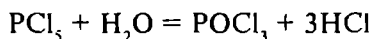
**Sulfidlari.** Tarkibi  $\text{P}_x\text{S}_y$  tarkibli ( $x=3,4$  va  $y=3,5,7,10$ ) bo'lgan qator sulfidlar ma'lum. Masalan,  $\text{P}_4\text{S}_3$  (qaynash harorati  $408^\circ\text{C}$ , qotish harorati  $174^\circ\text{C}$ ) sariq tusli birikma. Bundan tashqari,  $\text{P}_4\text{S}_3$ ,  $\text{P}_4\text{S}_7$ ,  $\text{P}_4\text{S}_{10}$  birikmalar ham olingan. Bu sulfidlar gugurt cho'pi tayyorlashda ishlatiladi.

**Fosforning galogenli birikmalari.**  $\text{PCl}_3$  — o'tkir hidli rangsiz suyuqlik,  $74,1^\circ\text{C}$  da qaynaydi,  $-111,8^\circ\text{C}$  da qotadi. Suvda to'liq gidrolizlanib fosfit kislotasi hamda  $\text{HCl}$  hosil qiladi:

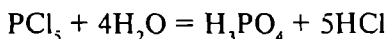




$\text{PCl}_5$  — qattiq modda, trigonal bipiramida tuzilishga ega. Bu birikma ham suv bilan ta'sirlashadi:



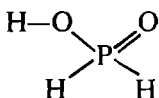
Agar reaksiyada mo'l miqdorda suv ishtirok etganida ortofosfat kislota va  $\text{HCl}$  hosil bo'ladi:



$\text{PF}_5$  va  $\text{PF}_3$  gaz moddalar.  $\text{PBr}_3$  suyuq modda, lekin  $\text{PBr}_5$  sariq rangli qattiq birikmalar.  $\text{PCl}_3$  va  $\text{PCl}_5$  organik sintezda keng ko'lamda ishlatiladi.

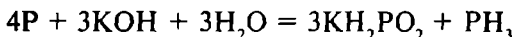
## 24.6. Fosforning oksidlari va kislotalari

**Fosforning (I) birikmalari.** Fosforning (I) birikmalari qatoriga  $\text{H}_3\text{PO}_2$  ni olish mumkin. Bu birikma gipofosfit kislota —  $\text{H}_3\text{PO}_2$  yoki  $[\text{PO}_2\text{H}_2]^-$  deb qarash kerak.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  rangsiz kristall (suyuqlanish harorati  $26,5^\circ\text{C}$ ),  $\rho = 1,49 \text{ g/sm}^3$ , suvda yaxshi eriydi. Uning molekulasining tuzilishi quyida ko'rsatilgan:



Ancha kuchli elektrolit va u bir asosli kislota ( $K=7,9 \cdot 10^{-2}$ ). Gipofosfit kislota tuzlari ( $\text{KH}_2\text{PO}_2$ ) kuchli qaytaruvchidir.

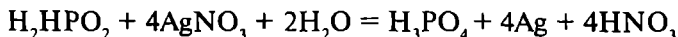
Agar fosfor ishqorlar ishtirokida qizdirilganda gipofosfit kislota tuzlari hosil bo'ladi:



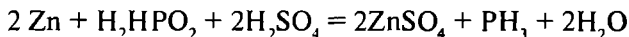
Gipofosfit kislota qizdirilganda disproporsialanish reaksiyasiga uchraydi:



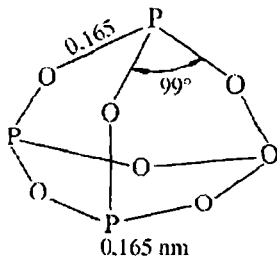
Gipofosfit kislota kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirilganda u qaytaruvchi bo'lib oksidlanadi:



Qaytaruvchilar ishtirokida gipofosfit kislota oksidlovchi vazifasini bajaradi:



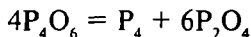
**Fosfor (III) birikmalari.** Fosfit ангидрид:  $\text{P}_2\text{O}_3$  — oq kristall modda  $d=2,13$ ; suyuqlanish harorati  $23,8^\circ\text{C}$ ; qaynash harorati  $173^\circ\text{C}$ .  $\text{P}_2\text{O}_3$  — zaharli modda hisoblanadi.  $\text{P}_2\text{O}_3$  — uchuvchan modda. Uning molar massasi  $\text{P}_4\text{O}_6$  to'g'ri keladigan molekular kristall panjara hosil qiladi (45-rasm).



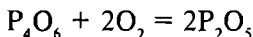
45-rasm. Fosfor (III) oksid molekulasining tuzilishi.

O—P—O burchaklari  $99^\circ\text{C}$ , har bir fosfor kislorod atomlari orqali bog'langan:

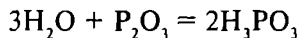
$200^\circ\text{C}$  yuqorida termik parchalanadi:



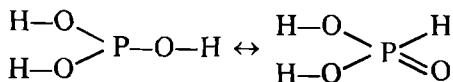
$\text{P}_2\text{O}_3$  — qaytaruvchi modda. U  $\text{O}_2$ , S,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  va boshqa oksidlovchilar bilan oson oksidlanadi:



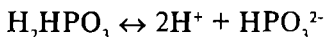
Suvda eriganida fosfit kislotasini hosil qiladi. Fosfit kislota  $\text{H}_3\text{PO}_3$  suvda yaxshi eriydigan kristall modda ( $\rho=1,65$ ; suyuqlanish harorati  $73,6^\circ\text{C}$ ):



Unga ikkita tautomer formula mos keladi:

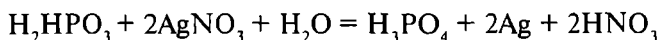


O'rtacha kuchli elektrolit hisoblanadi:

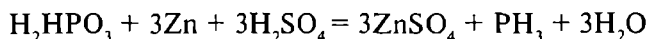


Fosfit kislotaning ( $K_1=1,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2=6,3 \cdot 10^{-7}$ ) ikki xil tuzlari bor: bitta vodorod metallga almashgan -  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$ . Ikkala vodorod metallga almashgan -  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ . Fosfit kislotaning uchala vodorod metallga almashgan tuzi ma'lum emas.

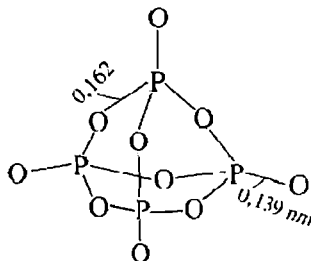
Fosfit kislota ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi. Kuchli oksidlovchilar kislorod, galogenlar, metallning ionlari, nodir metall ionlari fosfit kislotani ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Kuchli qaytaruvchilar ishqoriy yer metallari, rux va magniy ta'sirida, fosfit kislota fosfingacha qaytariladi:

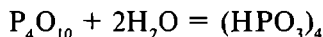


**Fosforning (V) birikmalari.**  $\text{P}_2\text{O}_5$  — oq kristall modda. U oson bug'lanadi (bug'lanish harorati  $359^\circ\text{C}$ ), va  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  tarkibli molekular kristall panjara hosil qiladi.  $\text{P}-\text{O}-$  bog'larining uzunligi 0,162 nm bo'lsa,  $\text{P}=\text{O}$  bog'lari qisqaroq va 0,139 nm ga teng (46-rasm).

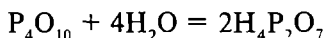


46-rasm. Fosfor (V) oksid molekulasining tuzilishi.

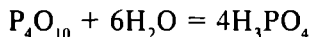
Bundan tashqari, polimer modifikatsiyali  $\text{P}_2\text{O}_5$  ham ma'lum. U ancha yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuqlanish harorati taxminan  $580^\circ\text{C}$ ) va kimyoviy faolligi kamroq.  $\text{P}_2\text{O}_5$  suv bilan shiddatli ta'sir etib fosfat kislota hosil qiladi. Shuning uchun undan gazlarni quritishda foydalaniladi. Agar fosfor(V) oksid sovuq suv bilan ta'sir etsa metafosfat kislota hosil qiladi:



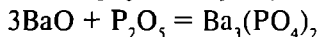
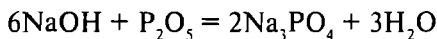
$\text{P}_2\text{O}_5$  ning issiq suv bilan ta'sirida pirofosfat kislota hosil bo'ladi:



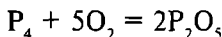
Agar  $P_2O_5$  qaynoq kislota bilan ta'sirlashsa ortofosfat kislotaqa aylanadi:



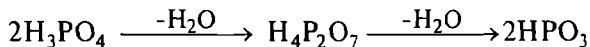
$P_2O_5$  — asoslar va asosli oksidlar bilan fosfat kislota tuzlarini hosil qiladi:



$P_2O_5$  — fosforini havoda to'la yonishi natijasida hosil bo'ladi:



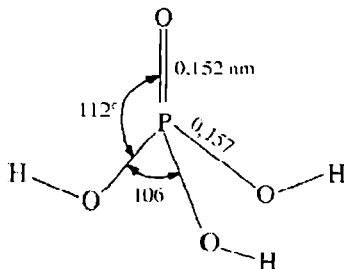
Orto-, meta-, pirofosfat kislotalarning bir-biriga o'tish sxemasi:



$H_3PO_4$  — kam miqdorda suv bilan aralastirilganda qiyomsimon suyuqlik hosil bo'ladi. Meta-, piro-, ortofosfat kislotalarning anionlarini farqlash uchun  $AgNO_3$  bilan reaksiyasidan foydalaniladi.

Metafosfat kislota  $Ag^+$  bilan oq cho'kma hosil qiladi. Metafosfat kislota  $(HPO_3)_x$   $x=2,3,6$  turdagi polimer moddalardir. Orto- va pirofosfat kislotalaridan farq qilib metafosfat kislota oqsil moddalarini cho'ktiradi, bu uning polimer xarakterini ko'rsatadi. Pirofosfat kislota anioni oq cho'kma  $Ag_4P_2O_7$  ni hosil qiladi. Lekin u tuxum oqsilini cho'ktira olmaydi. Ortofosfat kislota  $H_3PO_4$   $AgNO_3$  bilan sariq cho'kma hosil qiladi.

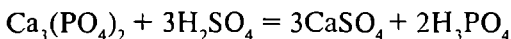
Ortofosfat kislota o'rtacha kuchli elektrolit ( $K_1=7,52 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2=6,31 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_3=1,26 \cdot 10^{-12}$ ) hosil qiladi. Uning turli tuzlari ma'lum:  $NaH_2PO_4$ ;  $Na_2HPO_4$ ;  $Na_3PO_4$ . Ortofosfat kislota molekulasi tuzilishi ko'rsatilgan (47-rasm).



47-rasm. Ortofosfat kislota molekulasi tuzilishi.

Markaziy atom fosfor  $sp^3$  gibridlangan.  $P-O$  bog'ining uzunligi 0,157 nm,  $P=O$  bog'i bo'lsa 0,152 nm ga teng,  $O-P-O$  valent burchaklar  $106^\circ C$  ni tashkil etadi.

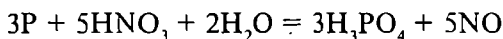
Texnikada ortofosfat kislota kalsiy fosfatni sulfat kislota bilan parchalash orqali olinadi. Bunda 85% li qiyomsimon fosfat kislota hosil bo'lib:



Bu usul ekstraksiyon usul deyiladi. Hosil bo'lgan kislota  $CaSO_4$  dan suvda eritib ajratiladi. Filtrlash orqali erimaydigan tuz ushlab qolinadi.

Termik fosfat kislota olish uchun kalsiy fosfatdan avval fosfor, so'ngra fosfor (V) oksid undan esa  $H_3PO_4$  olinadi.

Laboratoriyada  $H_3PO_4$  fosforni 30% li nitrat kislota bilan oksidlaganda hosil bo'ladi:



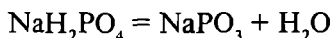
Metafosfat kislota  $(HPO_3)_n$  polimer tuzilishga ega. Bu kislota shishasimon moddadir. Eritmada polimerlar holatida mavjud. Ular zaharli birikmalarga kiradi. Uning tuzlari  $Na_3P_3O_9$ ,  $Na_4P_4O_{12}$ ,  $Ca_3(P_3O_9)_2$  ma'lum.

Pirofosfat kislota(yoki difosfat kislota) ortofosfat kislotani  $260^\circ C$  gacha qizdirishda hosil bo'ladi:

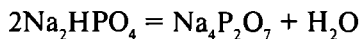


Bu kislota tashqi ko'rinishidan yumshoq shishasimon modda bo'lib suvda oson eriydi. Kislota o'rta va nordon tuzlari ma'lum. Bunday tuzlarga  $Na_4P_2O_7$ ,  $NaH_3P_2O_7$ ,  $Na_2H_2P_2O_7$ ,  $Na_3HP_2O_7$  kiradi. Tuzlar suvda yaxshi eriydi va kislotali tabiatga ega.

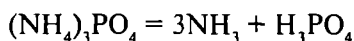
Barcha ortofosfat kislotasining tuzlari tarkibida natriy, kaliy va ishqoriy metallar va ammoniy ionlari bo'lsa, ular suvda eriydi. Bu tuzlarning tarkibida boshqa metallar ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  va boshqalar) bo'lsa, ular suvda yomon eriydi. Ortofosfatlarning o'ziga xos tarafi tuzlarining qizdirishga munosabatidir. Bunda digidroortofosfatlar qizdirilganda metafosfatlarga o'tadi:



Gidrofosfatlar qizdirilganda esa difosfatlarga yoki pirofosfatlarga aylanadi:



O'rta tuzlar yoki ortofosfatlar qizdirilganda ammiak va kislotaga parchalanadi:

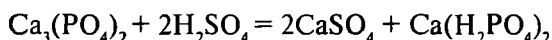


Kimyoviy toza ortofosfat kislota tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, sun'iy achitqilar (xamirturush) va salqin ichimliklar tayyorlashda ishlatiladi. Ortofosfat kislotasining tuzlari qattiq suvlarni tozalashda keng qo'llaniladi.

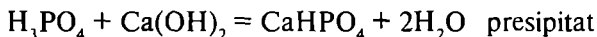
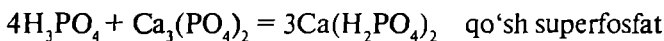
**O'g'itlar ishlab chiqarish.** Fosfat kislota tuzlari qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega. Fosfor oqsil moddalarning tarkibiga kiradi. O'simliklar fosforni tuproqdan, fosfat kislota tuzi holida oladi. Lekin uning miqdori tuproqda kam bo'ladi. Yerning hosildorligini oshirish uchun fosforli o'g'itlar solinadi.

Tabiiy fosforitlar va apatitlar kam eriydigan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  holida bo'ladi. Shunday holatda ular maydalansa suyak talqoni deyiladi va ular ham o'g'it sifatida ishlatiladi. Ularning eruvchanligi yomonligi sababli fosforitlar eruvchan nordon tuzlarga o'tkaziladi.

Superfosfat olish uchun maydalangan fosforit va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aralashtirilsa:



bunda gips va kalsiy digidrofosfat hosil bo'lib u yaxshi eriydi. Hosil bo'lgan tuz oddiy superfosfat deyiladi. Shunga o'xshash boshqa o'g'itlar ham olinadi:



Ko'p miqdorda ammoniy fosfati(triammofos)  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  ishlatiladi.

Nabiyev M.N.(1915—1995) O'zbekiston FA akademigi, kimyo fanlari doktori, professor. Kalsiy fosfatga nitrat kislota bilan ishlov berish usulini taklif etgan. Superfosfatlarning sifatini yaxshilashda

ishtirok etgan. O'zbekistonda fosforli, azotli, kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishga asos solgan olim hisoblanadi.

Hozirgi paytda Chirchiq elektrokimiyo kombinatida ammiakli selitra, vodorod, ammiak, azot, nitrat kislota, karbamid ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan.

O'g'itlar O'zbekistonning turli zavodlarida ishlab chiqariladi. Navoiy «Navoiyazot» birlashmasi, Samarqand superfosfat zavodi, Olmaliq kimyo zavodi hozirgi paytlarda fosforli va azotli o'g'itlar ishlab chiqarishga asoslangan.

**Fosfor va uning birikmalarini tibbiyotdagi ahamiyati.** Fosfor organik birikmalar juda muhim biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi. Fosforsiz miya to'qimalarida moddalar almashinuvi sodir bo'lmas edi. Miyadagi fosforilaza fermenti polisaxaridlarning gidrolizlanish jarayoni va sintezini boshqarib turadi. Uglevodlarning miya to'qimalarida oksidlanishida fosforopirid nukleotidlar noorganik fosfatlar juda muhim o'rin tutishi aniqlangan. RNK va DNK mononukleotidlari o'zaro fosfat kislota qoldiqlari bilan bog'langanligini esga olsak, bu fosfor birikmalarining ahamiyatini yana bir bor namoyish etadi.

Natriy digidrofosfat tibbiyotda oshqozonning kislotaliligi ortib ketganda ishlatiladi. U urodan preparatining tarkibiga kiradi.

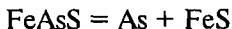
## 24.7. Mishyak

Mishyak, surma va vismut erkin metallarga o'xshash, ular azot va fosfoga o'xshamaydi. Lekin bu elementlarning muhim birikmalari, formulasi, xarakteri, tuzilishi, ionlanish, elektron, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarda ishtirok etishi bo'yicha bu elementlarga o'xshaydi.

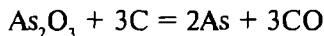
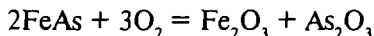
**Mishyak (Arsenicum)** -  $5 \cdot 10^{-4}$  % miqdorda uchraydi. 1690-yil Shreder tomonidan ochilgan. Tabiatda  $As_4S_4$  — rvalger,  $As_2S_3$  — surinigmat,  $FeAsS$  — mishyak kolchedani holida uchraydi.

Tabiatda mishyak ham bitta izotop holatida uchraydi:  $^{75}_{33}As$ . Mishyakning bir necha radioaktiv izotoplari ham olingan.  $^{33}_{33}As$  (yarimyemirilish davri 26,8 kun). U nishonli atom sifatida ishlatiladi.

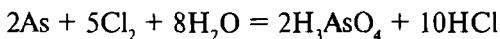
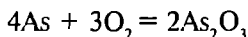
**Olinishi:** erkin holda mishyak uning metallik birikmalaridan suyuqlantirish orqali olinadi. Bunda mishyak pechda haydaladi, yig'gichda ajratiladi:



yoki metall yoki sulfidli birikmalarini kislorodda yoqib, keyin qaytarib olinadi:

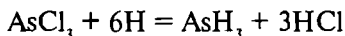


Fosforaga o'xshab bir qancha allotropik shakl o'zgarishlarga ega. Oddiy haroratda metallik mishyak va kul rang mishyak barqaror. Juda tez sovutilsa sariq mishyak  $d=2,0 \text{ g/m}^3$  hosil bo'ladi. Oddiy holda u sublimatsiyaga uchraydi. Elektr tokini o'tkazadi. Suvda erimaydi:

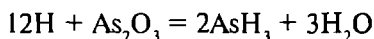
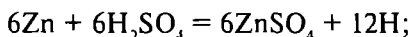


Mishyak va uning birikmalari kuchli zahar. As birikmalarida  $\text{As}^{-3}$ ,  $\text{As}^{+3}$ ,  $\text{As}^{+5}$  birikmalari holatida uchraydi.

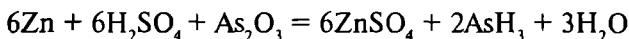
**Vodorodli birikmalari.** Mishyak gidridi, arsin  $\text{AsH}_3$ , rangsiz juda zaharli gaz, qo'llansa hidi bor, suvda kam eriydi:



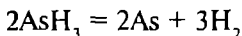
Arsin mishyakning hamma birikmalarini aktiv vodorod bilan qaytarishda hosil bo'ladi:



Rux va  $\text{As}_2\text{O}_3$  aralashmasiga sulfat kislota ta'sir ettirilganda  $\text{AsH}_3$  hosil bo'ladi:

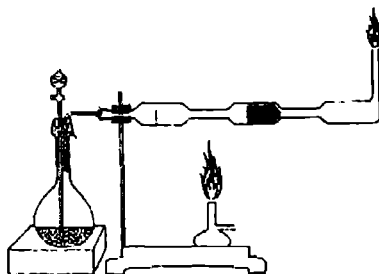


$\text{AsH}_3$  suyqlanish harorati —  $113,5^\circ\text{C}$ , qaynash harorati —  $55^\circ\text{C}$ ,  $1\text{m}^3$  havoda  $\text{AsH}_3$   $10^{-6}$  gr bo'lsa odam uchun o'ldirish dozasi hisoblanadi. Arsin beqaror, qizdirilganda oson parchalanadi:

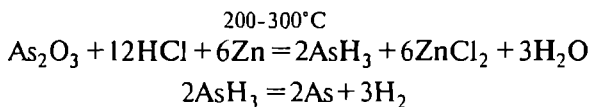


Bu xossasidan mishyakni ochishda foydalanadi, ana shu reaksiya chex alkimyogari Marsh (1836-yil) tomonidan mishyakni ochish uchun taklif etilgan (48-rasm):

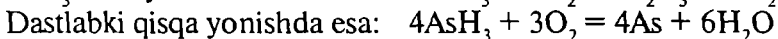
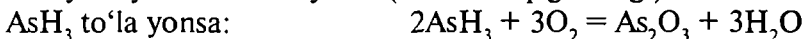




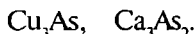
48-rasm. Oz miqdordagi mishyak birikmalarini tahlil qilish uchun ishlatiladigan qurilma.



Arsin parchalanadi, hosil bo'lgan mishyak sovitgichni sovuq joylarida yig'iladi, xarakterli qora massa bilan qoplanish hosil bo'lib, bu «mishyak oynasi» ham deyiladi (usulni aniqligi  $10^{-8}$  gr).

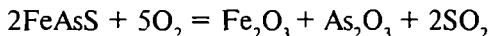


Arenidlar (arsenidlar) mishyakni metallar bilan hosil qilgan birikmalari. Bu birikmalar metallarga o'xshash tabiatga ega:

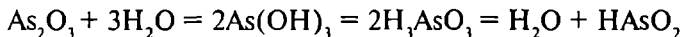


Kislorodli birikmalari:  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$

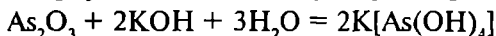
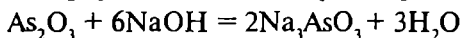
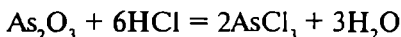
$\text{As}_2\text{O}_3$  — mishyak angidridi mishyakni havoda yonishi yoki mishyakning rudalarini qizdirish orqali olinadi:



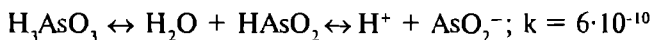
Mishyak (III) oksidi suvda eriydi va arsenit kilotasini hosil qiladi:



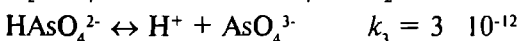
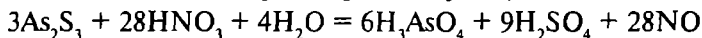
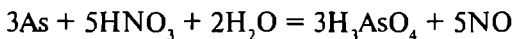
Mishyak(III) oksidi amfoter xossaga ega:



$\text{H}_3\text{AsO}_3$  — (ortoarsenit kislotalari) — erkin holda olinmagan, faqat suvdagi eritmada mavjud, eritmada quyidagi muvozanatda bo'ladi:

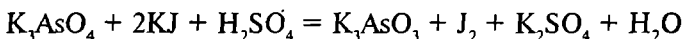


Mishyak va uning sulfidiga nitrat kislota ta'siridan ortoarsenat kislota hosil bo'ladi:

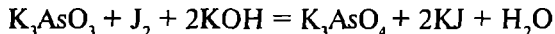


Bu kislotalarning turlicha almashgan tuzlari ma'lum:  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4$ .

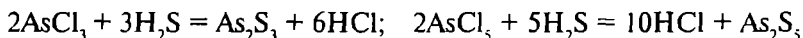
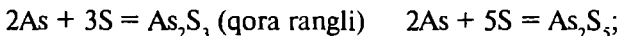
$\text{HAsO}_3$  — metaarsenat kislotalari ( $K = 6 \cdot 10^{-10}$ ),  $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$  — piroarsenat kislotalari.  $\text{K}_3\text{AsO}_4$  oksidlovchi:



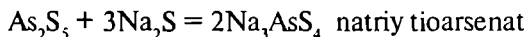
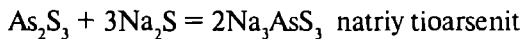
Agar reaksiyada  $\text{I}_2$  ishtirok etsa u oksidlovchi,  $\text{K}_3\text{AsO}_3$  — qaytaruvchidir:



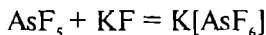
Mishyak sulfidlari:



Mishyak sulfidlarini  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$  yoki  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  bilan ta'siri orqali suvda eruvchan  $\text{H}_3\text{AsS}_3$  — (tioarsenit kislotalari) va  $\text{H}_3\text{AsS}_4$  — (tioarsenat kislotalari) hosil bo'ladi.



Mishyak birkmalari tibbiyotda, qishloq xo'jaligida insektitsid sifatida ishlatiladi.  $\text{As}_2\text{O}_3$  sichqonlarni (kemiruvchilarni) o'ldiruvchi dori sifatida qo'llaniladi.  $\text{AsF}_5$  gaz (suyuqlanish harorati  $-80^\circ\text{C}$ ). Agar KF ga  $\text{PF}_5$  qo'shilsa kompleks birikma (kaliy geksafthoarsenat) hosil bo'ladi:



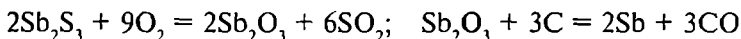
## 24.8. Surma

**Surma (Stibium).** Kumush rang oq metall, qattiq, mo'rt, suyuqlanish harorati  $630^{\circ}\text{C}$ , qaynash harorati  $1640^{\circ}\text{C}$ , elektr va issiqlikni o'tkazadi. Lekin kristallari mo'rt.

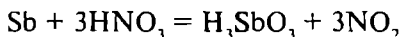
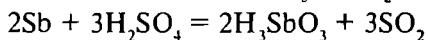
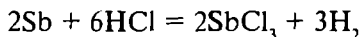
**Tabiatda uchrashi.** Surma yaltirog'i,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  — antimanit. Sb — qadim zamondan ma'lum.

Tabiiy surma ikkita barqaror izotopdan iborat  $^{121}_{51}\text{Sb}$  (57,25%),  $^{123}_{51}\text{Sb}$  (42,75%). Uning bir necha radioaktiv izotoplari olingan.

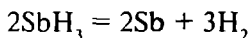
Surma sulfidlardan oksidlarga va so'ngra oksidlaridan qaytarib olinadi:



Sb qotishmalarga qattqlik berish uchun qo'shiladi. Sb, Pd, Sn qo'shilgan qotishmalar tipografik metall deyiladi yoki gart va tipografik shriftlar tayyorlashda ishlatiladi. O'z birikmalarida Sb, As ga o'xshaydi, undan metallik xossalari kuchliligi bilan farq qiladi:

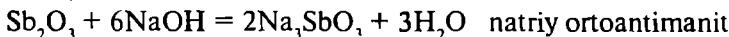
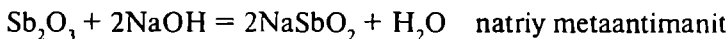
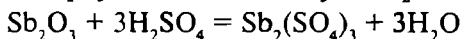
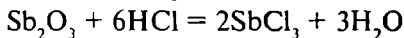


$\text{SbH}_3$  (stibin) — surma gidrid zaharli gaz, hidi  $\text{H}_2\text{S}$  ga o'xshaydi. Beqarorligi  $\text{AsH}_3$  dan ko'ra yuqori:

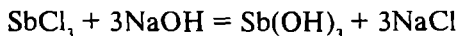


Sb ning metallar bilan hosil qilgan birikmalari antimanidlar deyiladi:  $\text{AlSb}$ ,  $\text{GeSb}$ ,  $\text{ZnSb}$  — yarimo'tkazgichlar sifatida elektronikada ishlatiladi.

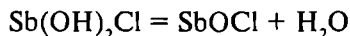
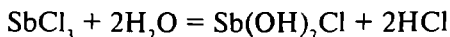
$\text{Sb}_2\text{O}_3$  — surma (III) oksidi yoki surmanit angidridi, amfoter oksid, asosli xossasi kuchliroq:



Antimanit kislota oq cho'kma  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ . Surmaning tuzlariga ishqor qo'shib olinadi:



Bu choʻkma kislota va asoslarda yaxshi eriydi. Surma (III) xlorid suvda oson gidrolizga uchraydi:

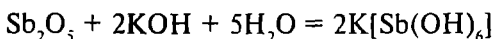


SbOCl — antimanil xlorid yoki surma oksxloridi.

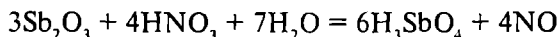
**Surma (V) oksidi.** Kislotali xossaga ega. Sariq rangli suvda yaxshi eriydigan modda.



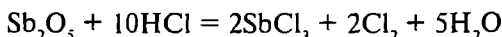
$\text{HSbO}_3$  — metaantimanit kislota;  $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$  — piroantimanit kislota;  $\text{H}_3\text{SbO}_4$  — ortoantimanit kislota. Surma (V) oksidi ishqorlarda erib kaliy geksagidroksantimanat hosil qiladi:



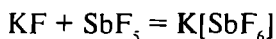
Surma (III) oksidi nitrat kislota taʼsirida ortoantimanat kislotaga oʻtadi:



Surma (V) oksidiga xlorid kislota qoʻshilganda u oson qaytarilib surma (III) tuzlariga aylanadi:



$\text{SbF}_5$  — (suyuqlanish harorati  $8^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $142^\circ\text{C}$ ) suyuq moddadir. U oson antimanatlar hosil qiladi:



## 24.9. Vismut

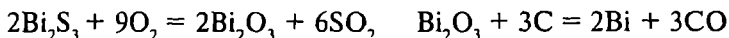
**Vismut (Bismutum).** Metallik xossalari shu guruhdagi boshqa elementlardan kuchliligi bilan farq qiladi. Tabiatda erkin holda va birikmalar holida koʻp tarqalgan. Vismut simvoli 1819-yil da Bersilius tomonidan kiritilgan.

Oq yaltiroq metall ozgina qizgʻish -pushti rangga ega (suyuqlanish harorati  $271^\circ\text{C}$ ). Bu metall moʻrt boʻlib, oson maydalanaadi. Elektr tokini oʻtkazadi.

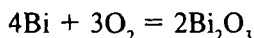
**Tabiatda uchrashi.** Vismutli oxra —  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . Vismut yaltirogʻi —  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ .

<sup>209</sup><sub>83</sub>Bi monoizotop hosil qiladi.

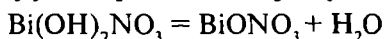
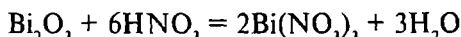
Sulfidlardan oksidlarga va oksidlardan qaytarish uchun ko‘mir ishlatiladi:



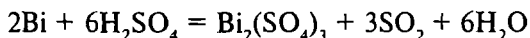
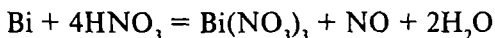
Vismut pushti rangli yaltiroq metall. Suyuqlanish harorati 271°C. Yuqori haroratda oksidga aylanadi:



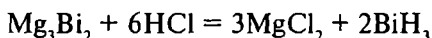
Sariq rangli vismut (III) oksidi nitrat kislotada eriydi:



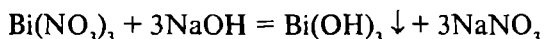
Hosil bo‘lgan tuz vismutilnitrat deyiladi. Bismutning nitrat va sulfat kislotada erishida vismut (III) tuzlari hosil bo‘ladi:



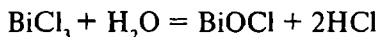
Vismutin ( $\text{BiH}_3$ ) juda beqaror hosil bo‘lgan zahoti darhol parchalanadi. Vismutning magniy bilan qotishmasini xlorid kislotada eritish orqali vismutin olinadi:



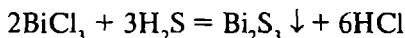
Bu birikma xona sharoitidayoq parchalanadi. Tuzlarga ishqorlar ta’sir ettirib oq rangli cho‘kma vismut (III) gidroksidi olinadi:



$\text{BiCl}_3$  — kuchli gigroskopik modda, gidrolizga uchraydi:

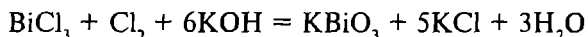


Bunda vismutil xloridi hosil bo‘ladi.  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  — qora qo‘ng‘ir rangli cho‘kma:

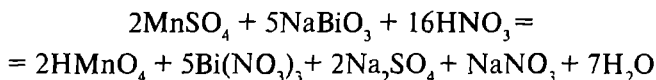


Bu cho‘kma ishqoriy metallar va ammoniy sulfidlari ta’sirida erimaydi, ana shu xossasi bilan  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  mishyak va surmadan farq qiladi.

Vismut (III) birikmalarini kuchli ishqoriy muhitda oksidlash orqali vismut (V) birikmalari olinadi:



$\text{Bi}_2\text{O}_3$  — qizil qora rangli kukun modda.  $\text{BiF}_5$  — qattiq modda (suyuqlanish harorati  $151^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $230^\circ\text{C}$ ),  $\text{HBiO}_3$  — kislotaning tuzlari ma'lum ( $\text{NaBiO}_3$  va  $\text{KBiO}_3$ ). Bu tuz kuchli oksidlovchi:



Vismut (III) birikmalari tibbiyotda ishlatiladi. Toza vismut yadro reaksiyalarida issiqlik o'tkazuvchi modda sifatida qo'llaniladi.

Vismut — 50%, qo'rg'oshin — 25%, qalay — 12,5% va kadmiy — 12,5% qotishma  $70^\circ\text{C}$  da suyuqlanib, yong'indan darak beruvchi moslamalarda ishlatilishi ma'lum.

**V A guruh elementlarining tibbiyotda ishlatilishi.** Azotning organizmdagi miqdori 5 % ni tashkil etadi. Ko'p metallofermentlarda azot donor akseptor mexanizm bo'yicha molekulaning organik va noorganik qismlarini donor-akseptor mexanizm orqali bog'laydi. Azot hayotiy muhim elementlar aminokislotalar tarkibiga kirib, nuklein kislotalarda ham amino guruh holatida juda muhim vazifalarni bajaradi. Tarkibida azot bo'lgan bioligandlardan gemoglobinning fiziologik ahamiyati biqiyosdir. Tirik organizm o'zi aminokislotalarni sintez qila olmaydi, shuning uchun aminokislotalar organizm uchun zarur. O'simliklar bo'lsa azotni nitratlar holida o'zlashtiradi. Biosferada azotning doimiy aylanishi sodir bo'ladi.

Azot miqdorining qonda keskin ortishi kesson kasalligi yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi. G'ovvoslarni suv ostidan tez ko'tarilishida qonda azotning eruvchanligi kamayib, azot pufakchalari hosil bo'ladi hamda qon tomirlarida tiqilish yuzaga keladi. Bunday holat falaj va hatto o'limga olib keladi.

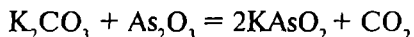
Odam organizmida fosforning miqdori 0,95 % ni tashkil etadi. U organizmda moddalar almashinuvida juda zarur. Fosfor ATF tarkibida, nukleotidlar, nuklein kislotalar va boshqa biofaol moddalar tarkibiga kiradi. Fosfor odam va hayvolarning suyagini asosini tashkil etib (kalsiy ortofosfat, apatitlar) tish tarkibida ham (ftorapatitlar) bor.

Organizmida fosforning almashinuvi kalsiyga bog'liq. Agar qonda kalsiy miqdori ortsa, organizmda noorganik fosforning miqdori kamayadi.

Bir sutkada kerakli fosforning miqdori 1,3 g Oziq moddalar tarkibida fosforning miqdori yetarlidir.

Mishyakning organizmdagi miqdoriga ko'ra ( $1 \cdot 10^{-6} \%$ ) mikroelement hisoblanadi. Bu element jigarda, buyrakda, taloqda, o'pkada, suyak va sochda tarqalgan. Mishyak miqdori ayniqsa miya to'qimalarida va muskulda ko'proq. U suyak va sochda to'planib, bir necha yilgacha organizmdan chiqib ketmaydi. Bu holat toksikologik tekshiruvlarda, mishyak bilan zaharlanish sodir bo'lganda e'tiborga olinadi.

Mishyak va uning birikmalari juda zaharli moddalar, shunga qaramasdan ular tibbiyotda ishlatiladi.  $\text{KAsO}_2$  juda ham oson olinadi:



Hosil bo'lgan tuz nerv sistemasi juda bo'shashganda, anemiya kasalligida ishlatiladi.

$\text{Na}_2\text{HAsO}_4$  0,5% va 1,0 % eritmalar sifatida kamqonlikda va nevroz kasalliklarida buyuriladi.  $\text{As}_2\text{O}_3$  nevroz va nevrastaniyada va teri kasalliklarida ishlatiladi. Shuningdek, stomatologiyada ham keng qo'llaniladi.

Vismutning nitratli tuzlari bir necha xil holatda antiseptik modda sifatida oshqozon ichak yallig'lanishida ishlatilishi ma'lum. Vismut juda ko'p organik birikmalar tarkibiga ham kiradi (kseroform, dermatol va boshqalar).

Surma (III) va vismut (III) birikmalari oshqozonda gidrolizga uchrab kam eriydigan birikmalar hosil qiladi va oshqozon devorida so'rilmaydi.

## 24 - bobga oid savol va masalalar

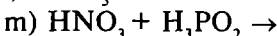
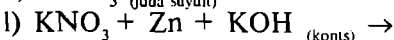
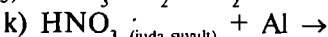
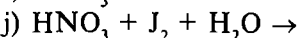
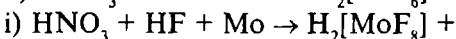
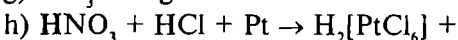
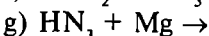
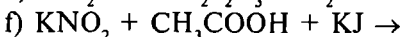
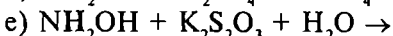
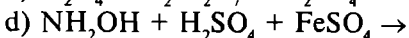
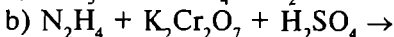
1. Azot, fosfor va mishyak atomlarining tashqi qobiqlari elektron formulalarini qo'zg'almagan va qo'zg'algan holatlar uchun yozing. Bu elementlarga qanday oksidlanish darajalari xosdir?

2. Valent bog'lanish va molekular orbitalar usullari yordamida azot molekulasining kimyoviy reaksiyalarga qiyin kirishish sababini tushuntiring.

3. Azotning olinish reaksiyalarini yozing: a) kaliy nitratni temir bilan qaytarib; b) ammoniy nitratni parchalab; d) ammiakni oksidlab, har bir holda oksidlovchi va qaytaruvchini ko'rsating.

4. Quydagi moddalardan qanday qilib ammiak hosil qilish mumkin? a) azotdan; b) ammoniyli tuzdan; d) nitrat kislotadan; e) aluminiy nitridan. Reaksiya tenglamalarini yozing.

5. Quydagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:



6. Fosforning: a) konsentrlangan nitrat kislotasi; b) bariy gidroksid; d) mis (II) sulfat eritmalarini bilan reaksiyalari tenglamalarini yozing.

7. Ammoniy tuziga 0,5 n 2 l ishqor eritmasi qo'shilganda qancha hajm (n.sh.) ammiak hosil bo'ladi? (Javob: 22,4 l).

8. Tarkibi 60% Cu va 40% kumushdan iborat 10 g qotishmani eritish uchun nitrat kislotaning 30% li eritmasidan ( $\rho = 1,18 \text{ g/sm}^3$ ) qancha hajm kerak? Nitrat kislotasi azot (II) oksidigacha qaytariladi deb olinsin (Javob: 53,5 l).

9. 18,2 g kaltsiy fosfidning  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  gidrolizlanishida hosil bo'lgan fosfinni yoqsak, qancha fosfor (V) oksid hosil bo'ladi? (Javob: 14,2 g).

10. Superfosfat tarkibida 20%  $\text{P}_2\text{O}_5$  borligi aniqlangan. O'g'it tarkibidagi  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ning foiz miqdori aniqlansin (Javob 33%).

11. Quydagi moddalarning farmatsevtik preparatlar sifatidagi ahamiyatini tushuntiring.

$\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KAsO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{BiONO}_3$ .

12. Nitrat kislotaning olinish reaksiyalarini yozing.

13. Ammiak uchun xos bo'lgan reaksiya turlariga misollar keltiring.



14. Ammiak molekulasida azot atomining orbitallari qanday gibridlangan? Molekulaning geometrik ko'rinishni va elektron bulutlarining qoplanish sxemasini ko'rsating.

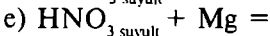
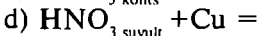
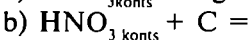
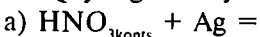
15. Ammiakning fosfat kislota bilan reaksiyasini bosqichma-bosqich molekular va ionli shakllarda yozing.

16. Ammoniy nitrit, ammoniy nitrat va ammoniy karbonat tuzlarining termik parchalanish reaksiyalarini yozing.

17. Oksidlanish darajalari +1, +2, +3, +4, +5 bo'lgan azot oksidlarining empirik va tuzilish formulalarini yozing. Ularning olinish reaksiyalari tenglamalarini tuzing.

18. Fosforning olinish reaksiyasini yozing.

19. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:



20. Fosfat, pirofosfat va fosfit kislotalarining empirik formulasini va uning grafik ifodasini yozing. Fosfit kislota 2 asosli ekanligini yodingizda tutib, unda fosforning valentligini va oksidlanish darajasi qiymatlarini ko'rsating.

21. Quyidagi tuzlarning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini tuzing:

a)  $\text{NaNO}_2$ ; b)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; d)  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ; e)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; f)  $\text{SbCl}_3$ ; g)  $\text{BiCl}_3$ .

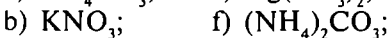
22. Molekular holdagi azotning reaksiyaga qiyin kirishi sababini molekular orbitallar va valent bog'lanishlar usullarida tushuntiring.

23. Ammiak qanday reaksiyalarga kirishadi? Misollar keltiring.

24. Azot, ammiak va nitrat kislotalarning sanoatda va laboratoriyada olinish reaksiyalarini yozing.

25. Quyidagi tuzlarning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini yozing:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{CN}$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{KNO}_2$ .

26. Quyidagi tuzlarning parchalanish reaksiyalari tenglamalarini yozing:



27. 50 g ammoniy xlorid va 70 g so'ndirilgan oxak aralashmasini qizdirilganda ajralib chiqqan gaz hajmini (n.sh.) aniqlang.

28. Zichligi  $0,967 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan 20 ml 8% ammiak eritmasini neytrallash uchun 2 n xlorid kislota eritmasidan qancha hajm kerak?

29. Azotning barcha oksidlari cho'g'lantirilgan mis bilan reaksiyaga kirishib  $\text{CuO}$  va  $\text{N}_2$  hosil qiladi. Reaksiya natijasida 0,7105 g  $\text{CuO}$  200 sm<sup>3</sup> azot (n.sh.) hosil bo'lsa, azot oksidining formulasini aniqlang.

30. 68% li 0,5 l nitrat kislota ( $\rho = 1,4 \text{ g/sm}^3$ ) qancha 2 n eritma tayyorlash mumkin?

31. Fosforning konsentrlangan nitrat kislota va kaliy gidroksidlar bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

32. Fosforning kislorodli kislotalari formulalarini, nomini va struktura formulalarini yozing. Ularning necha asoslilikini ko'rsating.

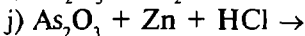
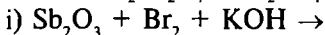
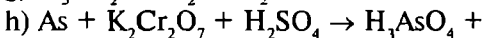
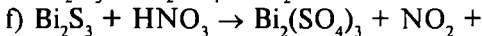
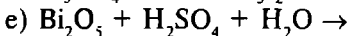
33. P, As, Sb, Bi larning olinish reaksiyalarini yozing.

34. As, Sb, Bi larning konsentrlangan sulfat va nitrat kislotalar bilan reaksiyalarini yozing.

35. P(III), As(III), Sb(III), Bi(III) oksidlari va gidroksidlarida kislota-asoslik va oksidlovchi-qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi? Javobingizni tegishli reaksiyalar bilan asoslang.

36. Quyidagi moddalarning gidrolizlanish reaksiya tenglamalarini yozing.  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{AsCl}_3$ ,  $\text{SbCl}_3$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ . Bir xil konsentratsiyali qaysi modda eritmasida pH eng kichik bo'ladi?

37. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallab, tenglashtiring:



38. 20 ml 60% li nitrat kislota ( $\rho = 1,4 \text{ g/sm}^3$ ) bilan necha g mishyak (III) oksidini arsenat kislota gacha oksidlansa bo'ladi? Bunda nitrat kislota NO ga qaytariladi.

39. Fosfor, mishyak va vismutning qanday birikmalari tibbiyotda ishlatiladi?

40. 0,31 g kalsiy fosfatdan olingan fosfat kislotani neytrallashtirish uchun 0,1 n NaOH eritmasidan qancha hajm kerak?

VI A guruh elementlarini kislorod, oltingugurt, selen, tellur va polloniy tashkil etadi. Kislorod, oltingugurt, selen, tellur metallmaslar va polloniy metall. Bu guruh elementlarining umumiy nomi «xalkogenlar» bo'lib grekchadan «ruda hosil qiluvchilar» degan ma'no beradi. Bunday nomlanish bu elementlarning tabiatda uchrashiga ham mos keladi.

Bu elementlar tashqi qavatida elektronlar soni oltita. Ularning eng muhim kattaliklari 47-jadvalda keltirilgan.

47-jadval

### VI A guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar           | O           | S                 | Se                | Te                | Po                 |
|------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Atom massasi                 | 15,9994     | 32,064            | 78,96             | 127,60            | [210]              |
| Elektron formulasi           | $2s^2 2p^4$ | $3s^2 3p^4$       | $4s^2 4p^4$       | $5s^2 5p^4$       | $6s^2 6p^4$        |
| Atom radiusi, nm             | 0,066       | 0,104             | 0,117             | 0,137             | —                  |
| Suyuql. harorati, °C         | -218,8      | 119,3*            | 217*              | 452               | 254                |
| Qayn. harorati, °C           | -183,0      | 444,6             | 685               | 1087              | 962                |
| Ionlanish energiyasi, eV     |             |                   |                   |                   |                    |
| $E \rightarrow E^+$          | 13,618      | 10,36             | 9,752             | 9,01              | 8,43               |
| Yer po'stlog'idagi miqdori % | 47,2        | $5 \cdot 10^{-2}$ | $6 \cdot 10^{-5}$ | $1 \cdot 10^{-6}$ | $2 \cdot 10^{-14}$ |

Kisloroddan polloniyga qarab ionlanish energiyasi kamayadi, atomlar o'lchami va metall xossalari ortadi. Vodorodli birikmalarda hamma elementlarning oksidlanish darajasi -2.

Bu elementlar ichida kislorod eng ko'p tarqalgan element hisoblanadi. Kislorod -2 va +2 oksidlanish darajasini namoyon etsa, oltingugurt o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega. Kislorod uchun koordinatsion son 3,4 uchrasa, oltingugurt va selen uchun 3,4,6 va tellur uchun esa 6 va 8 koordinatsion son ko'proq uchraydi. Tirik organizmdagi biomolekulalar tarkibida kislorod, oltingugurt va selen uchun -2 oksidlanish darajasi bo'lgan birikmalar ko'p.

Bu elementlarning vodorodli birikmalari, suvdan tashqari badbo'y hidli gazlar hisoblanib, tellurga qarab birikmalarning kislotali xossalari kuchayadi.

Shu yo'nalishda birikmalarning barqarorligi kamayib, qaytaruvchilik xossalari ortib boradi. Kisloroddan tashqari bu elementlar ikki xil kislotali oksidlar:  $\text{RO}_2$  va  $\text{RO}_3$  hosil qiladi. Ularga  $\text{H}_2\text{RO}_3$  va  $\text{H}_2\text{RO}_4$  kislotalar mos keladi.  $\text{H}_2\text{RO}_3$  kislotalar ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi bo'lgan holda,  $\text{H}_2\text{RO}_4$  kislotalar anchagina barqaror va oksidlovchilardir.

## 25.1. Kislorod va uning xossalari

**Kislorod (Oksygenium).** Yer po'stlog'ida keng tarqalgan. Yer po'stlog'i tarkibining 47,2 % ni kislorod tashkil etadi. U suv, minerallar, tog' jinslari, o'simlik va tirik organizm tarkibiga kiradi. Kislorod hayot uchun zarur bo'lgan - oqsillar, uglevodlar, yog'lar, nuklein kislotalar va boshqalar tarkibiga kiradi.

Hayotiy muhim jarayonlar nafas olish, aminokislotalar, yog'lar, uglevodlarning oksidlanishi, chirish va boshqalar kislorod ishtirokida amalga oshadi. Tinch holatda odam bir soatda  $0,5 \text{ m}^3$  havo oladi.

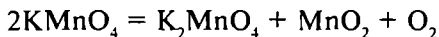
Havoning tarkibi hajm jihatidan 20,9% (massa jihatidan 23,2%) kisloroddan tashkil topgan. Havo tarkibida hajm jihatdan 78,2% (massa jihatdan 75,5%) azot hamda qolgan 1% hajm inert gazlar va boshqa gazlardan ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) tashkil topgan. Kislorod elementi tabiatda uch xil izotopdan tashkil topgan:  $^{16}_8\text{O}$  (99,769%),  $^{17}_8\text{O}$  (0,037%),  $^{18}_8\text{O}$  (0,204%).

**Olinishi.** Kislorodning qaynash harorati ( $-183^\circ\text{C}$ ), azotnikidan ( $-195^\circ\text{C}$ ) yuqori bo'lgani uchun kislorod oson suyuqlikka aylanadi va birinchi bo'lib azot haydaladi. Bu jarayonda ham kislorod ham azot olinadi. Sanoat miqyosida kislorod ana shu usulda olinadi.

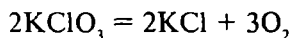
Birinchi marta kislorod K. Sheele tomonidan, so'ngra J. Pristli 1774-yilda simob oksididan olgan. Havo tarkibida kislorod borligini A. Lavuazye aniqlagan va bu gazni kislorod deb nomlagan.

Laboratoriyada va sanoatda kislorod ishqorlarning eritmalarini elektroliz qilib olinadi.

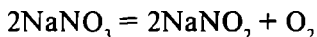
Toza kislorod olish uchun laboratoriyada kaliy permanganat qizdiriladi:



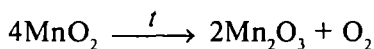
Bertole tuzini qizdirilganda parchalanishida ham kislorod olinadi:



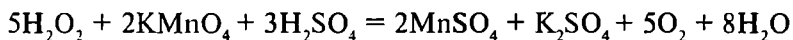
Nitratlarning harorat ta'sirida parchalanishida ham kislorod hosil bo'ladi:



Laboratoriyada  $\text{MnO}_2$  ni qizdirish paytida ham kislorod olinadi:

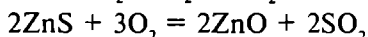
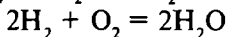
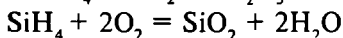
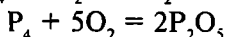
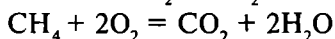
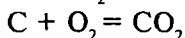
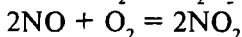
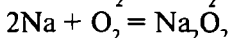
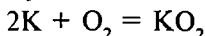


Kislotali sharoitda kaliy permanganatga vodorod peroksidi ta'sir ettirilganda ham kislorod hosil bo'ladi:



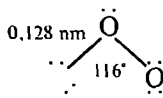
**Fizik xossalari.** Odatdagi sharoitda kislorod rangsiz, mazasiz va hidsiz gaz moddadir. Qaynash harorati  $-183^\circ\text{C}$ . 1000 ml suvda 31 ml kislorod eriydi.

**Kimyoviy xossalari.** Kislorod oltin, platina, galogenlar va inert gazlar bilan bevosita birikmaydi. Hamma qolgan elementlar bilan ta'sirlashib, ularni oksidlaydi:



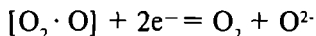
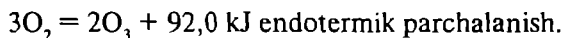
Kislorod faqat fluor bilan ta'sirlanishda qaytaruvchi, qolgan hamma holatlarda u oksidlovchidir. Ko'p moddalar kislorodda yonadi. Yonish atrof-muhitga yorug'lik va issiqlik chiqishi bilan boradi. Toza kislorod ishtirokida yonish yanada shiddatli boradi.





Markaziy atom  $sp^2$  gibridlangan hamda chap yoki o'ng tarafdin  $\sigma$  va  $\pi$  bog' bilan bog'langan.

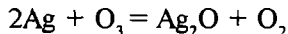
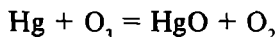
Atmosfera sharoitida elektr razryadlari ta'sirida hosil bo'ladi. Yer atrofida ozon qatlamini hosil qiladi:



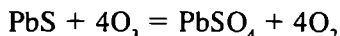
Odatda, atomar kislorod hosil bo'ladigan jarayonlarda ozon hosil bo'ladi. Suvga ftorning ta'sir etishi, peroksidlarning parchalanishi, suvga radiatsiya ta'sir ettirilganda hamda fotokimyoviy jarayonlarda ozon hosil bo'ladi.

Ozonatorlarda kislorodga elektr razryadi ta'sir ettirilganda ham ozon olinadi.

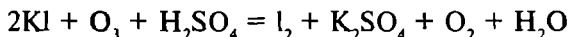
Odatdagi sharoitda kislorod ta'sirlashmaydigan metallarni oksidlaydi (Hg, Ag):



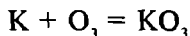
Qo'rg'oshin sulfid ham  $O_3$  ta'sirida oson oksidlanadi. Ozon maxsus asboblarda ozonator yordamida olinadi:



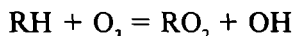
Kaliy yodid ham ozon ishtirokida kislotali muhitda oson oksidlanadi:



Kaliyga ozon ta'sir ettirilganda, odatda, qizil rangli kaliy ozonid hosil bo'ladi:



Ozon ko'p konsentratsiyada  $10^{-4}$  mg/l odam organizmiga yomon ta'sir qiladi. U suvni sterillash uchun ishlatiladi, chunki u bakteriyalarni o'ldiradi. Ozonning organik moddalarga oksidlovchilik ta'siri erkin radikallar hosil bo'lishiga asoslangan:



Radikallar hosil bo'lishi lipidlar, oqsilar, DNK tarkibida zanjir reaksiyalariga olib kelib, hujayralarni halok bo'lishiga olib keladi.

## 25.2. Oltingugurt

**Oltingugurt (Sulfur).** Tabiatda erkin holda uchraydi. Oltingugurtning Italiya, AQSh, Yaponiya, Rossiyada katta konlari bor.

$\text{FeS}$  — temir kolchedani;  $\text{ZnS}$  — rux aldaması;  $\text{PbS}$  — qo'rg'oshin yaltirog'i;  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  — vismut yaltirog'i;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — gips;  $\text{BaSO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  glauber tuzi ko'rinishida birikmalar holida uchraydi. Oltingugurt neft, toshko'mir, o'simlik va hayvonlar tarkibida bo'ladi.

Oltingugurtning bir qancha allotropik shakl o'zgarishlari bor. Odatdagi sharoitda mo'rt sariq rangli kristallar hosil qilib,  $112,8^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi,  $\delta = 2,07 \text{ g/sm}^3$ . Suvda erimaydi, lekin  $\text{CS}_2$ , benzolda eriydi.

Rombik oltingugurt.  $95,6^\circ\text{C}$  dan past haroratda barqaror. U oktaedrik romb holida kristallanadi.

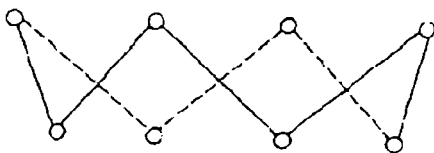
Monoklinik yoki prizmatik oltingugurt.  $95,6^\circ\text{C}$  dan yuqori haroratda uzun ignasimon kristallar holida bo'ladi.

$119^\circ\text{C}$  da oltingugurt suyuqlanadi.  $160^\circ\text{C}$  da jigarrangga kiradi,  $250^\circ\text{C}$  dan oshganda uning qovushqoqligi kamayadi.  $400^\circ\text{C}$  da harakatchan,  $446,6^\circ\text{C}$  da qaynaydi.

Agar oltingugurt kuchli qizdirilib, keyin birdan sovutilsa, idishning tubida jigar-sariq rangli yumshoq oltingugurt hosil bo'ladi, u kauchukka o'xshab cho'ziladi. Shunday oltingugurt plastik oltingugurt deyiladi va u oltingugurtning amorf shakl o'zgarishi hisoblanadi.

Oltingugurt past haroratda  $\text{S}_8$  holida bo'ladi. Harorat oshirilsa, uning molekular massasi kamayadi. Oltingugurt bug'larida  $\text{S}_8$ ,  $\text{S}_6$ , ( $500^\circ\text{C}$ ),  $1000^\circ\text{C}$  da  $\text{S}_2$  va  $2000^\circ\text{C}$  da  $\text{S}$  holida bo'ladi.

$\text{S}_8$  molekulası «toj» shakliga o'xshash ko'rinishda bo'ladi:

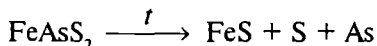




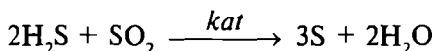
Tabiiy izotopda massa sonlari:  $^{32}_{16}\text{S}$  (95,02%),  $^{33}_{16}\text{S}$  (0,75%),  $^{34}_{16}\text{S}$  (0,02%).

**Olinish usullari.** Amerikada Frank usuli qo'llaniladi. 170°C qizdirilgan suvni nay orqali oltingugurtga beriladi. Oltingugurtga tekkan issiq suv uni suyuqlantiradi va siqilgan havo bilan yer yuzasiga chiqariladi.

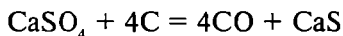
Oltingugurt rudalarida yoqib, qizdirib ajratiladi. Olingan oltingugurt haydaladi:



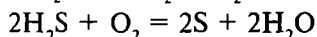
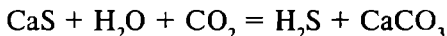
Oltingugurtni gazlardan olish uchun  $\text{H}_2\text{S}$  va  $\text{SO}_2$  ni yuqori haroratda katalizator ishtirokida o'tkaziladi:



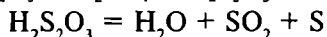
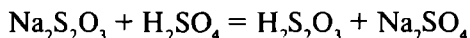
Oltingugurt sulfatlarga uglerod ta'sir ettirilganda ham hosil bo'ladi:



Agar sulfidlar gidrolizlansa, ulardan  $\text{H}_2\text{S}$  olinib, so'ngra ularning yonishidan oltingugurt olinadi:



Tibbiyot maqsadlari uchun kerak bo'ladigan oltingugurt natriy tiosulfatdan olinadi:



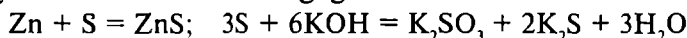
5, 10, 20 % li oltingugurt teri kasalliklarida (psoriaz, qichima) surtma va sepma dorilar holatida qo'llaniladi.

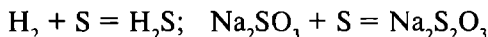
Oltingugurtdan  $\text{CS}_2$ , qora porox, gugurt, oltingugurtli bo'yoqlar, iprit, sulfat kislota va boshqalar olinadi.

**Kimyoviy xossalari.** Kuchli oksidlovchilar bilan o'zining elektronlarini berib qaytaruvchanlik xossasini namoyon qiladi:

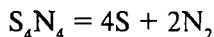


Qaytaruvchilar bilan oltingugurt oksidlovchi bo'ladi:

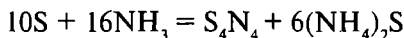




Oltingugurt azot bilan bir necha xil birikmalar hosil qiladi:  $\text{S}_4\text{N}_4$ ,  $\text{S}_{15}\text{N}_2$ ,  $\text{S}_{16}\text{N}_2$ . Oltingugurt tetranitrid — sariq kristall modda, + 178°C da suyuqlanadi. U qizdirilganda portlaydi:



U suyuq holatdagi oltingugurt va ammiak ta'siridan hosil bo'ladi:

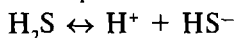


**Oltingugurt vodorodli birikmalari.**  $\text{H}_2\text{S}$  va  $\text{H}_2\text{S}_2$  erkin holda juda beqaror, tuzlari ma'lum  $\text{MeS}$  va  $\text{MeS}_2$ .

$\text{H}_2\text{S}$ -rangsiz, zaharli gaz, hidi yoqimsiz, palag'da tuxum hidi keladi. Qaynash harorati — 60,3°C, suyuqlanish harorati — 85,5°C.

Yuqori haroratda parchalanadi:  $\text{H}_2\text{S} = \text{H}_2 + \text{S}$

Suvda yaxshi eriydi. 3 hajm suvda 1 hajm vodorod sulfid eriydi. Kuchsiz ikki asosli kislota ( $K_1=6 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_2=10^{-14}$ ).



Sulfid kislotaning tuzlari sulfidlar deyiladi. Tarkibida  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  ionlari tutgan sulfidlar suvda eriydi. Og'ir metallarning sulfidlari suvda erimaydi.

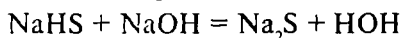
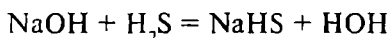
Sulfid kislotaning tuzlari — sulfidlar suvda erimaydi. Ishqoriy metallar tuzlari va ammoniy sulfid eriydi. Sulfidlarning xarakterli xossalardan biri ularning rangli bo'lishidir. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari tuzlari rangsiz, og'ir metall tuzlari har xil rangga bo'yalgan.  $\text{FeS}$ ,  $\text{CoS}$ ,  $\text{NiS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  tuzlari qo'ng'ir-qora rangli,  $\text{ZnS}$  va  $\text{CaS}$  oq rangli,  $\text{CdS}$ ,  $\text{SnS}$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$  sariq rangli,  $\text{MnS}$  teri rangli,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  jigar rangli bo'ladi.

Bundan analitik kimyoda qo'llaniladi, ya'ni kationlar shu asosda bir-biridan ajratiladi. Issiqqa nisbatan sulfidlar beqaror, qizdirilganda ular erkin oltingugurt hosil qilib parchalanadi.  $\text{CuS}$  (qora rangli) suvda ham syultirilgan kislotalarda ham erimaydi.  $\text{FeS}$  (qora rangli) suvda erimaydi, lekin kislotalarda eriydi.  $\text{HgS}$  (qora) — konsentrlangan nitrat kislota ham erimaydi. Ko'p sulfidlar konsentrlangan xlorid kislota eriydi.  $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{CuS}$  bo'lsa,

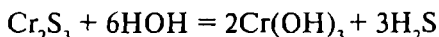
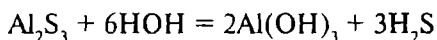
nitrat kislotada eriydi. HgS zar suvida erishi aniqlangan. Sulfidlar orasida o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham uchraydi. Masalan,  $\text{FeS}_{1,01}$  dan boshlab  $\text{FeS}_{1,14}$  gacha.

$\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CaS}$  va  $\text{BaS}$  teridan tuklarni yo'qotish uchun ishlatiladi.  $\text{ZnS}$  — lyuminofor bo'yoqlar olishda ishlatiladi.

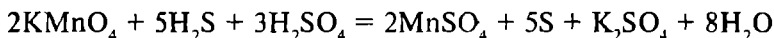
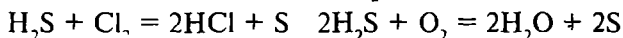
Sulfidlar oson gidrolizga uchraydi. Bunda nordon tuzlar hosil bo'ladi:



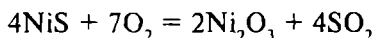
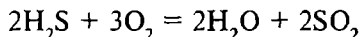
Aluminiy va xrom (III) sulfidlari suvda oson qaytmas gidrolizga uchraydi:



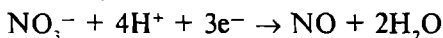
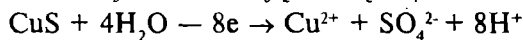
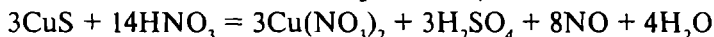
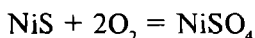
Hamma sulfidlar, shuningdek  $\text{H}_2\text{S}$  — kuchli qaytaruvchi:



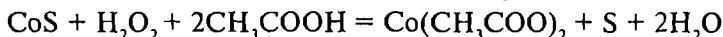
Quruq  $\text{H}_2\text{S}$  yonganda oltingugurt (IV) va suv hosil bo'ladi:



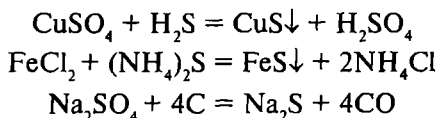
Juda kuchli oksidlovchilar ishtirokida sulfidlar sulfatlargacha oksidlanadi:



Kislotali muhitda  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HNO}_3$  sulfidlarni  $\text{S}^0$  yoki  $\text{SO}_4^{2-}$  gacha oksidlaydi:



Tuzlarga  $\text{H}_2\text{S}$  yoki uning tuzlarini ta'sir ettirish orqali sulfidlar olinadi:

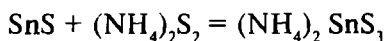


**Persulfidlar.** Bular  $\text{H}_2\text{S}_2$  kislotalning tuzlari, umumiy formulasi  $(\text{H}_2\text{S}_n)$ , bu yerda  $n=2,3,4, \dots 9$ .  $\text{Me}_2\text{S}_n$ ,  $n=2$  dan 23 gacha bo'lishi mumkin.

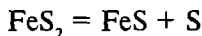
Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining persulfidlari, ammoniyli tuzlari, piritlar katta ahamiyatga ega.

Persulfidlar — ham oksidlovchilar va ham qaytaruvchilardir.

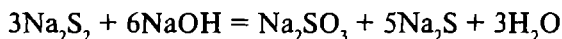
$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$  (III) valentli surma va mishyakni (V) valentli birikmalargacha oksidlaydi va ularning tuzlarini hosil qiladi:



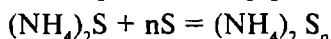
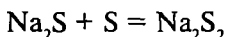
Persulfidlar disproportsiyalanish reaksiyasiga kirishadi:



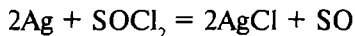
Ular ishqorlar ta'sirida ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi bo'la oladi:



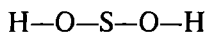
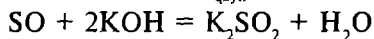
Ishqoriy metallarning persulfidlari sulfidlarni, gidroksidlarni va karbonatlarini qizdirib olinadi:



$\text{S}^{2+}$  — birikmalari. 1928-yil Gall SO oksidini tionil xlorid bug'ini Mg yoki Ag ustidan o'tkazib 80% unum bilan ajratib olgan:

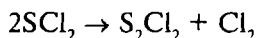


SO - rangsiz gaz.  $T_{\text{qayn}} = -120^\circ\text{C}$ .



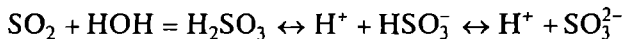
sulfanil kislota deyiladi va u kuchli qaytaruvchi.

Oltingugurtning galogenli birikmalari beqaror birikmalardir:

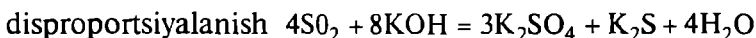
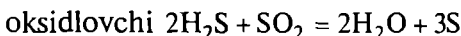
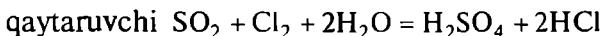


$\text{SCl}_2$  — to'q qizil rangli suyuqlik.

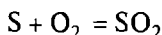
$S^{+4}$  birikmalari.  $SO_2$  — rangsiz, o‘ziga xos o‘tkir hidga ega bo‘lgan gaz modda. U —  $10^\circ C$  da kondensatsiyalanadi, bunda rangsiz suyuqlik hosil bo‘ladi:



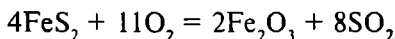
$SO_2$  — ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi:



**Olinishi.** Oltinugurti kislorodda yonishida va sulfidlarga kuchli kislotalar ta’siridan hosil bo‘ladi:



Texnikada havo ishtirokida oltinugurtli rudalarni yoqib olinadi:  $FeS_2$ ,  $ZnS$ ,  $PbS$ ,  $Cu_2S$

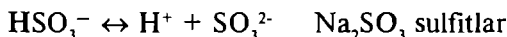
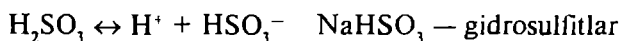
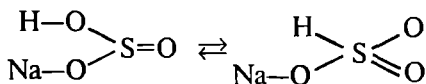
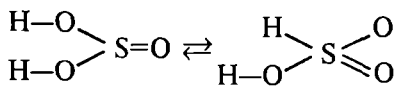


$SO_2$  — organik bo‘yoqlarni rangsizlantirish uchun ishlatiladi. Tibbiyotda dezinfeksiyalovchi modda sifatida, sulfat kislotasi olish uchun ishlatiladi.

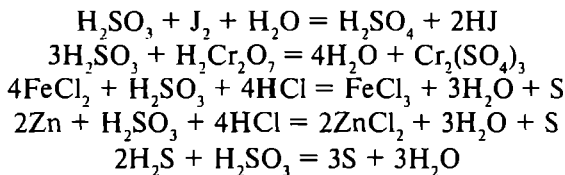
$H_2SO_3$  — erkin holda mavjud emas, suyultirilgan eritmalarda mavjud:



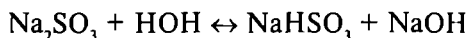
2 ta tautomer holda mavjud:



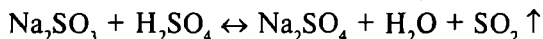
$H_2SO_3$  va uning tuzlari ham oksidlovchilik, ham qaytaruvchilik xossasiga ega.



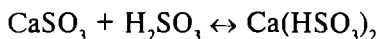
Ishqoriy metallar sulfitlaridan boshqa sulfitlar suvda erimaydi.  
Sulfitlar gidrolizga uchraydi:



Sulfitlarga kuchli kislotalar ta'sirida  $\text{SO}_2$  hosil bo'ladi:

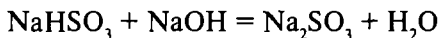
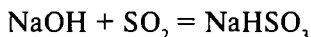


Kislotalar ta'siridan nordon tuzlar olinadi:

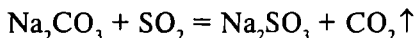


Sulfitlar juda oson kompleks birikmalar hosil qiladi:  $[\text{Me}(\text{SO}_3)_2]$ ;  $\text{Na}_6[\text{Me}(\text{SO}_3)_4]$ ;  $\text{Na}_3[\text{Me}(\text{SO}_3)_4]$ ;  $\text{Na}_3[\text{Me}(\text{SO}_3)_2]$ ;  $\text{Na}_5[\text{Me}(\text{SO}_3)_4]$ .

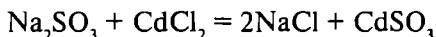
Sulfitlar ishqorlarga  $\text{SO}_2$  ta'sir ettirish orqali:



Ular karbonatlarga  $\text{SO}_2$  gazini ta'sir ettirish orqali ham olinishi mumkin:



Almashinish reaksiyasi orqali:

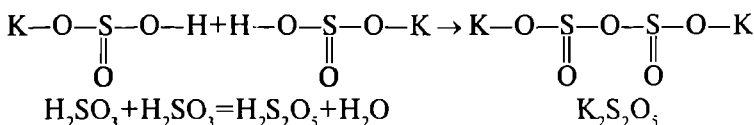


**Pirosulfid kislotasining tuzlari.** Agar sulfid kislotasidan suv tortib olinsa, pirosulfidat hosil bo'ladi:

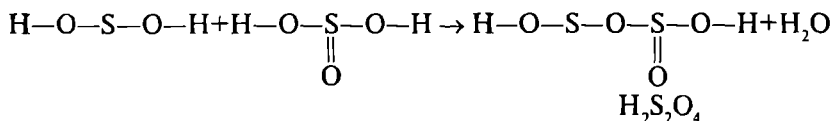


$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$  tarkibli kislota erkin holda mavjud emas, lekin uning tuzlari bor.

Pirosulfidlar gidrosulfidlardan suvni tortib olish orqali olinadi:



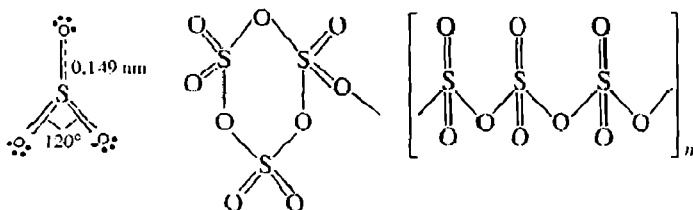
**Tionnit kislota** —  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ . Sulfanil va sulfit kislotalarining o'zaro ta'siridan tionnit kislotalari, masalan, ditionnit kislotasi hosil bo'ladi:



Tionit ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) kislota ham erkin holda olinmagan, lekin tuzlar holida uchraydi:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  — natriy tionit.

**S<sup>+6</sup> birikmalari.** Bunday o.d ga ega bo'lgan birikmalar  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  va sulfatlar kiradi.

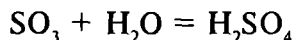
$\text{SO}_3$  bug'lari yig'ilganda suyuq holdagi uchuvchan modda olinadi (qaynash harorati  $44,8^\circ\text{C}$ ). Bu birikma trimerlardan (49-rasm) tashkil topgan ( $\text{SO}_3$ )<sub>3</sub>.



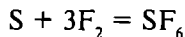
49-rasm.  $\text{SO}_3$  molekullari monomer va trimer holatidagi tuzilishi.

Agar suyuqlik sovitsa  $16,8^\circ\text{C}$  larda qotib, tiniq massa hosil qiladi. U muzga o'xshash va asbestsimon polimer tuzilishiga ega bo'lgan birikma hosil qiladi.

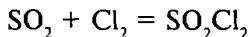
Sulfat angidrid suvda eriganida sulfat kislota hosil bo'ladi:



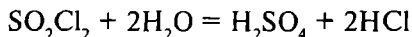
$\text{SF}_6$  — rangsiz gaz, u bosim ostida  $-50,5^\circ\text{C}$  da suyuqlikka aylanadi. U kislorodda ham vodorodda ham yonmaydi va unga suv ta'sir etmaydi.  $\text{SF}_6$  kimyoviy jihatdan juda inert. Buning sababi markaziy atomning koordinatsion to'yinganligi va  $\text{SF}_6$  ning ionlanish energiyasi qiymati juda yuqoriligi bilan tushuntiriladi. Olingugurtning bevosita fluor bilan ta'siridan hosil bo'ladi:



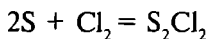
Sulfit anhidridga katalizator ishtirokida to'g'ridan to'g'ri xlor ta'sir ettirilganda u sulfuril xloridga aylanadi:



Sulfuril xloradning suv bilan ta'siridan sulfat kislota hosil bo'ladi:



**Oltingugurtning galogenli birikmalari.** Oltingugurt monoklorid —  $\text{S}_2\text{Cl}_2$ . Qovoq rangli yoqimsiz hidga ega.  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  o'zida oltingugurt ni eritadi va kauchukni vulkanlashda ishlatiladi. Oltingugurt ustidan quruq xlor o'tkazish orqali olinadi:



$\text{SCl}_2$  qizil rangli suyuqlik (suyuqlanish harorati —  $80^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $+59^\circ\text{C}$ ).

Bundan tashqari, oltingugurt tetraxlorid ham bor ( $\text{SCl}_4$ ). Suyuq modda, uning suyuqlanish harorati —  $30^\circ\text{C}$  ga teng.

Oltingugurtning ftorli birikmalaridan  $\text{S}_2\text{F}_2$  rangsiz gaz modda. —  $35^\circ\text{C}$  da suyuqlikka aylanadi. Oltingugurt tetra ftorid -  $\text{SF}_4$  rangsiz gaz bo'lib,  $-40,4^\circ\text{C}$  da suyuqlikka o'tadi.  $\text{SCl}_2$  ga natriy ftoridi ta'siridan olinadi:



Oltingugurtning brom bilan faqat birgina birikmasi oltingugurt monobromidi ( $\text{S}_2\text{Br}_2$ ) mavjud.  $\text{S}_2\text{Br}_2$  qo'ng'ir rangli suyuqlik —  $46^\circ\text{C}$  da qotadi.

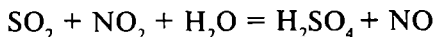
### 25.3. Sulfat kislota va uning xossalari

**Xossalari.** Suvsiz  $\text{H}_2\text{SO}_4$  rangsiz moysimon suyuqlik,  $10,3^\circ\text{C}$  da kristallar hosil qiladi. Kons. kislota tarkibida 98 % kislota bor. Bu kislota o'z tarkibiga suvni shiddat bilan tortadi, shuning uchun u qurutuvchi sifatida keng qo'llaniladi.

**Olinishi.** Sulfat kislota ikki xil usulda nitroza va kotakt usulda olinadi. Sulfat kislota olishda asosiy xomashyo pirit ( $\text{FeS}_2$ ), metall sulfidlari, oltingugurt hisoblanadi. Bu moddalarning yonishi



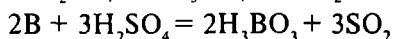
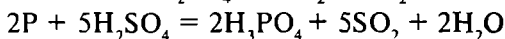
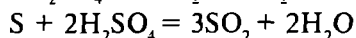
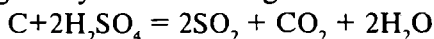
natijasida  $\text{SO}_2$  hosil bo'ladi. Agar  $\text{SO}_2$  ni  $\text{SO}_3$  ga aylantirishda katalizator sifatida azot oksidlari ( $\text{NO}_2$ ) ishlatilsa, sulfat kislota olishning bu usuli nitroza usuli deyiladi:



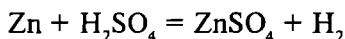
Hosil bo'lgan oksidning kislorod bilan ta'siridan yana  $\text{NO}_2$  hosil boladi.  $\text{SO}_3$  sulfat kislota eritmasiga yuttirilib, dastlab oleum ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ) keyin kerakli konsentratsiyali sulfat kislota olinadi. Odatda, nitroza usulda olingan sulfat kislota konsentratsiyasi 80 % gacha bo'lib asosan mineral o'g'itlar olish uchun sarflanadi.

Hozirgi paytda ko'proq kontakt usuli qo'llaniladi. Bu usulda katalizator sifatida  $\text{V}_2\text{O}_5$  yoki Pt qo'llaniladi. Bu usulda reaksiyon aralashmadan fosfor, mishyak birikmalari va boshqa katalizatorni zaharlaydigan moddalardan tozalash shart hisoblanadi. Aralashmada kislorod miqdorining orttirilishi va jarayonni  $450^\circ\text{C}$  da olib borish orqali reaksiya unumi 95—97 % ga yetkaziladi. Bu usulda ham hosil bo'lgan  $\text{SO}_3$  oleumga yuttiriladi.

**Xossalari.** Kons. sulfat kislota juda kuchli oksidlovchidir. U ko'p qaytaruvchilarni oson oksidlaydi. Ayniqsa metallmaslarni yuqori oksidlarigacha yoki kislotalarigacha oksidlaydi:

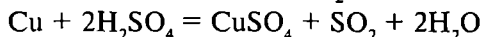


Sulfat kislota ning metallar bilan ta'siridan har xil mahsulotlar hosil bo'ladi. Suyultirilgan sulfat kislota aktiv metallar (Zn, Mg, Fe, Al) bilan vodorod gazini hosil qiladi:

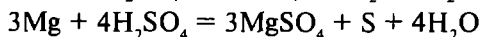


Aktivlik qatorida vodoroddan keyin turadigan metallar (Cu, Hg, Ag, Au, Pt) suyultirilgan sulfat kislota bilan ta'sirlashmaydi.

Konsentrlangan sulfat kislota (98% va undan yuqori) Fe, Cr, Al, Au va Pt bilan ta'sirlashmaydi. Aktivligi kam bo'lgan metallar (Cu, Hg, Ag) bilan ta'sirlashganda  $\text{SO}_2$  hosil bo'ladi:



Konsentrlangan sulfat kislota ning aktiv metallar (Mg, Zn, Ca) bilan ta'siridan qaytarilish mahsulotlari  $\text{SO}_2$ , S va  $\text{H}_2\text{S}$  bo'lishi mumkin.



Sulfat kislota ikki xil tuzlar: o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi ( $K_1=1\cdot 10^3$ ;  $K_2=1,2\cdot 10^{-2}$ ). Sulfat kislolaning erimaydigan tuzlariga  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$  kiradi.  $\text{CaSO}_4$  yomon eriydigan tuzlardan hisoblanadi.

Sulfat kislota kimyoviy sanoatning turli mahsulotlarini olishda juda kerak. Undan foydalangan holda boshqa kislotalar ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  va boshqalar), tuzlar, o'g'itlar, bo'yoqlar olinadi.

**Sulfat kislolaning eng muhim tuzlari.** Natriy sulfati —  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Suvdagi eritmalaridan  $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$  hosil qilib kristallanadi. Shunday tuz Glauber tuzi deyiladi. Shisha tayyorlashda, soda olishda ishlatiladi. Tibbiyotda surgi sifatida tavsiya etilgan.

Magniy sulfati —  $\text{MgSO}_4$ . Dengiz suvida uchraydi. Qon bosimini tushuruvchi modda sifatida tibbiyotda ishlatiladi.

Kalsiy sulfati —  $\text{CaSO}_4$ . Tabiatda ko'p miqdorda  $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — gips holatida uchraydi.  $150\text{--}170^\circ\text{C}$  gacha qizdirilganda 1,5 molekula suvini yo'qotib, alebstr —  $\text{CaSO}_4\cdot 0,5\cdot \text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi. Suv bilan qorilganda tezda yana  $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  hosil qilib qotadi. Ana shu xossasidan foydalanib qurilishda quyma buyumlar tayyorlanadi. Jarrohlikda undan singan joylarni ushlab turish uchun doka bilan birga bog'lab qo'yiladi.

Mis kuporosi —  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Ko'k kristall modda suvda eriydi. Mis va uning birikmalarini olishda, mineral bo'yoqlar tayyorlashda ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida o'simliklarni zamburug'li kasalliklaridan himoyalashda keng qo'llaniladi.

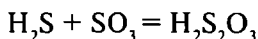
$\text{BaSO}_4$  — amalda suvda erimaydigan modda. Rentgen-kontrast modda sifatida ishlatiladi.

**Achchiqtoqlar** — sulfat kislolaning qo'sh tuzlari hisoblanadi, masalan, kaliy aluminiyli achchiqtosh —  $\text{K}_2\text{SO}_4\cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 24\text{H}_2\text{O}$  yoki qisqartirilgan holatda  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Bu tuz tibbiyotda qon to'xtatuvchi modda sifatida tavsiya etilgan.

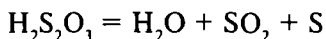
## 25.4. Oltingugurtning murakkab kislotalari

**Tiosulfat kislota.**  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  — tiosulfat kislota deb yuritiladi. Bunday tarkibli kislota erkin holda mavjud emas. Lekin uning tuzlari tiosulfatlar barqaror moddalardir.

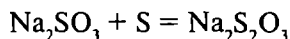
Natriy tiosulfat —  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  tiosulfat kislotaaning tuzidir. Agar  $-78^\circ\text{C}$  da vodorod sulfid va sulfat anhidrid ta'sir ettirilsa  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hosil bo'ladi:



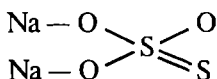
Tiosulfat kislota odatdagi sharoitda tez parchalanadi u beqaror modda:



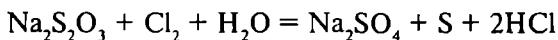
Odatda, tiosulfatlar natriy sulfitiga oltingugurt qo'shib suyuqlantirish orqali olinadi:



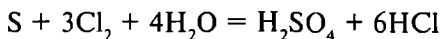
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  ionida oltingugurtlardan birining oksidlanish darajasi -2 ga teng va uning molekulasida quyidagi tuzilishga ega:



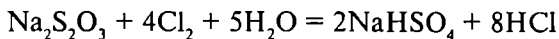
Natriy tiosulfatining xlor bilan ta'sirida sulfatlar hosil bo'ladi, shuning uchun u «antixlor» nomini olgan xlor ta'sirini yo'qotish uchun ishlatiladi:



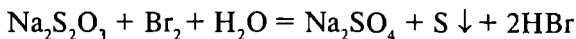
Hosil bo'lgan oltingugurt xlor ta'sirida sulfat kislota gacha yoki uning tuzlarigacha oksidlanadi:



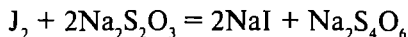
Oxirgi mahsulot tarkibi quyidagicha bo'ladi:



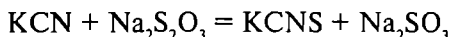
Agar tiosulfatlarga bromli suv ta'sir ettirilsa, oltingugurt cho'kmasi hosil bo'lishi kuzatiladi:



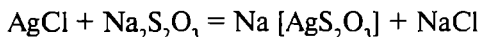
Tiosulfat kislotaning tuzlari iod ta'sirida tetrationsatlarga aylanadi:



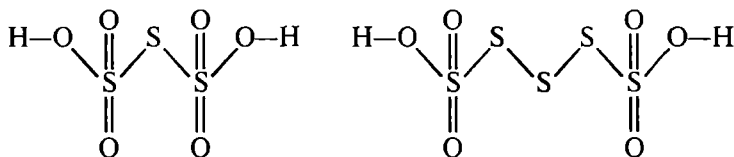
Natriy tiosulfat fotografiyada fiksaj sifatida ishlatiladi. U analitik kimyoda yodometrik tahlilda keng qo'llaniladi.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  — galogenlar, sianidlar bilan zaharlanganda, shuningdek As, Pb, Hg birikmalarining ta'sirini yo'qotish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  allergiya va asab kasalliklarida ham tavsiya etiladi. Tiosulfatlarni sianidlar ta'sirini yo'qotishi ularning ta'sirida sianidlarning bezarar rodanidlarga aylanishidir:



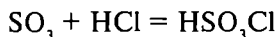
Tiosulfatlar juda oson kompleks birikmalar hosil qilish xossasiga ega:



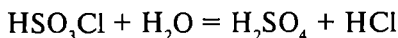
**Tion kislotalar.** Yuqoridagi natriy tetrationsat tion kislotaning tuzidir. Umumiy formulasi  $\text{H}_2\text{S}_n\text{O}_6$  bo'lgan kislotalar polition kislotalar ( $n=2,3,4,5,6,7,20$  gacha) deyiladi.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ , dition,  $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ , tetrations,  $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$  pentations va hokazo:



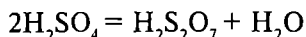
**Xlorsulfon kislota  $\text{HSO}_3\text{-Cl}$**  sulfat kislotaning chala xlorangidridi bo'lib,  $\text{SO}_3$  ga  $\text{HCl}$  ta'sir ettirib olinadi:

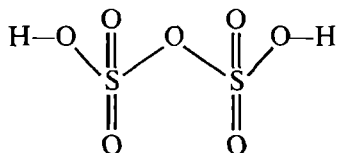


Xlorsulfon kislota oson gidrolizga uchraydi va sulfat kislotaga aylanadi:

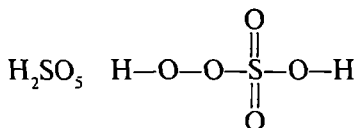


**Pirosulfat kislota** —  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  sulfat kislotadan suv ajralib chiqishidan hosil bo'lgan mahsulotdir:

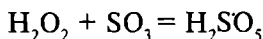




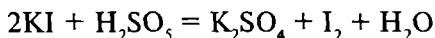
**Monoperoksosulfat kislota** —  $\text{HOOSO}_3\text{H}$  vodorod peroksid-dagi vodorodning bir qismi sulfoguruhga almashinganda hosil bo'lgan mahsulotdir. U quyidagicha tuzulish formulasiga ega:



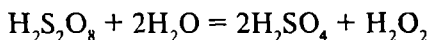
$\text{H}_2\text{SO}_5$  oltingugurt (VI) oksidining suvsiz  $\text{H}_2\text{O}_2$  da erishidan hosil bo'ladi va Karo kislotalari ham deb yuritiladi:



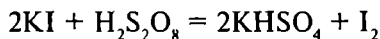
$\text{H}_2\text{SO}_5$  kristall modda (suyuqlanish harorati  $45^\circ\text{C}$ ). Oksidlovchilik xossalari yaqqol ifodalangan kuchli kislotalardan:



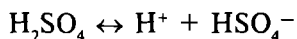
**Biperoksisulfat kislota** —  $\text{HSO}_3-\text{O}-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$ . Vodorod peroksiddagi ikkala vodorodning sulfoguruhga almashinishidan hosil bo'lgan mahsulotdir. Empirik formulasi  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  bo'lgan kristall modda. Suvda eriganida sulfat kislota va vodorod peroksidini hosil qiladi:



Biperoksisulfat kislota juda kuchli oksidlovchi hisoblanadi:



Sanoat miqyosida  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning 50% li eritmasini elektroliz qilib olinadi:



$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  vodorod peroksidi olish uchun ishlatiladi.

## 25.5. Selen, tellur va poloniya

Se, Te va Po ning elektron tuzilishi bir-biriga o'xshaydi. Bu guruhni selen guruhchasi deb yuritiladi. Bu guruhcha elementlarining atom tuzilishi oltingugurtga o'xshab -2, +2, +4 va +6 oksidlanish darajalarini namoyon etadi. Bu guruhdagi Po metall xossalariga ega va metall kristall panjara hosil qiladi.

Selen bo'lsa kul rang selen hosil qiladi va uning kristallari polimer tuzilishga ega. Qizil selen bo'lsa  $\text{Se}_8$  siklik tuzilish mosdir.

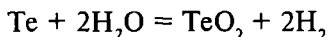
Selenning polimer modifikatsiyasida selen atomlari o'zaro zigzag-simon bog'langan. Geksagonal holatda oq, kumushsimon metallga o'xshash kristall tuzilishga ega. Selen va tellur yarim o'tkazgichlar bo'lib, yorug'lik tushganida selenning elektr o'tkazuvchanligi minglab marta ortadi. Poloniy tashqi ko'rinishiga ko'ra qo'rg'oshinga o'xshab ketadi.

Selenning oltita izotopi ma'lum. Ulardan eng ko'p tarqalgani  $^{80}_{34}\text{Se}$  (79,9%).

Tellurning tabiatda sakkizta izotopi uchraydi. Ulardan  $^{130}_{52}\text{Te}$  (34,5%) ahamiyatga ega.

Kisloroddan poloniyga qarab oksidlovchilik xossasi kamayib, qaytaruvchanlik xossasi ortib boradi.

Selen suv bilan ta'sirlashmaydi, lekin tellur  $160^\circ\text{C}$  larda  $\text{TeO}_2$  ga aylanadi:



Selen va tellur kislotalar ta'sirida  $\text{H}_2\text{EO}_4$  formulali kislotalar hosil qilsa, poloniy tuzlarni hosil qiladi:



$\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{Po}$  qatorida molekula barqarorligi kamayib, kislotalarning kuchi ortib boradi. Shu qatorda qaytaruvchilik xossalari ortadi.  $\text{H}_2\text{Po}$  olingan zahoti o'z-o'zidan parchalanadi. Bu birikmalarning xossalari 48-jadvalda keltirilgan.

48-jadval

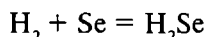
**Selen guruhchasi elementlari vodorodli birikmalarining xossalari**

| Birikmalar                      | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{H}_2\text{S}$ | $\text{H}_2\text{Se}$ | $\text{H}_2\text{Te}$ |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Qayn.harorati, $^\circ\text{C}$ | 100                  | -60,4                | -41,4                 | -2                    |
| E-H bog'ining uzunligi, nm      | 0,096                | 0,133                | 0,146                 | 0,169                 |
| $K_1$ suvdagi eritmada          | $1,8 \cdot 10^{-16}$ | $1 \cdot 10^{-7}$    | $1,7 \cdot 10^{-4}$   | $1,0 \cdot 10^{-3}$   |

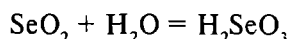
**Selen (Selenium).** Oltingugurt birikmalari bilan birga uch-raydi. Havoda yonganida  $\text{SeO}_2$  hosil bo'ladi.  $\text{SeO}_2$  (bug'lanish harorati  $315^\circ\text{C}$ ).

Selen xlorid va suyultirilgan sulfat kislota erimaydi. Konsentrlangan sulfat kislota ta'sirida yashil rangli  $\text{SeSO}_4$  hosil bo'ladi.

Vodorod bilan selenning ta'sirlashuvida  $\text{H}_2\text{Se}$  hosil bo'ladi:

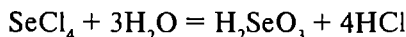


Uning kislotalik xossalari  $\text{TeO}_2$  va  $\text{PoO}_2$  dan kuchliroq. Suvda yaxshi eriydi. Bunda selenit kislota hosil bo'ladi:



$\text{H}_2\text{SeO}_3$  erkin holda ajratib olingan.  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  qattiq modda, lekin oson suvini yo'qotadi.

$\text{SeCl}_4$  qattiq moddalardir (suyuqlanish harorati  $100\text{--}350^\circ\text{C}$ ). Suv ta'sirida oson gidrolizlanadi va selenit kislotasini hosil qiladi:

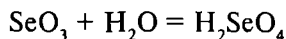


$\text{SeF}_6$  (gaz modda bug'lanish harorati  $-46,6^\circ\text{C}$ ).

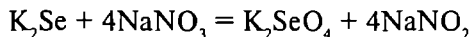
Selen oltingugurtga o'xshash disproportsialanish reaksiyasiga kirishadi:



$\text{SeO}_3$  oq rangli shishasimon qattiq modda (suyuqlanish harorati  $118,5^\circ\text{C}$ ). Suv bilan oson ta'sirlashadi va selenat kislotani hosil qiladi:



Selenat kislotaning tuzlari selenidlarga kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirib olinadi:



Selenat kislota oq rangli kristall modda (suyuqlanish harorati  $62,4^\circ\text{C}$ ). Uning suvli eritmasi kuchli kislota ( $K_1=1,2\cdot 10^3$ ,  $K_2=1,2\cdot 10^{-2}$ ). Selenat kislotaning bariyli va qo'rg'oshinli tuzlari erimaydi.

Selen uchun quyidagi anion komplekslar o'rinli:  $\text{K}[\text{SeF}_5]$ ,  $\text{K}_2[\text{SeF}_6]$ .

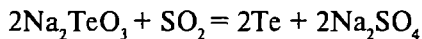
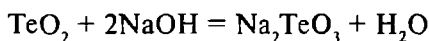
**Tellur (Tellurium).** Tellur, ko'pincha, oltingugurt va selen birikmalariga aralashgan holda uchraydi.

Kumush tellurid (gessit) —  $\text{Ag}_2\text{Te}$ , oltin tellurid (klaverit) —  $\text{Au}_2\text{Te}$ , silvanit —  $\text{AgAuTe}_4$  tellurning tabiiy birikmalari hisoblanadi.

Tabiatda turg'un radioaktiv izotoplari atom massasi 210—218 oralig'ida bo'ladi. Ularning ichida eng turg'un  $^{210}_{84}\text{Po}$  (yarim yemirilish davri 138,8 sutka).

Oddiy holatda to'q kul rang kukun holatda va kumushsimon oq kristallar hosil qiladi. Tellur juda mo'rt moddadir.

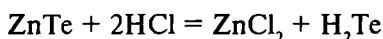
Avvalo rudalardan  $\text{TeO}_2$  ga o'tkazilib, unga ishqorlar so'ngra  $\text{SO}_2$  ta'sir ettiriladi:



Tellur yonganda  $\text{TeO}_2$  ga aylanadi. Tellur ishqorlarda oson eriydi va telluritlar va telluridlar hosil qiladi:



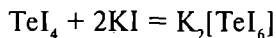
$\text{H}_2\text{Te}$  rux telluridiga kuchli kislotalar, masalan,  $\text{HCl}$  ta'sir ettirish orqali olinadi:



$\text{H}_2\text{Te}$  qo'llansa hidli gaz modda (qaynash harorati  $-1,8^\circ\text{C}$ ). Telluridlar yarimo'tkazgichlar hisoblanadi  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  termobatareyalar tayyorlashda ishlatiladi.

$\text{TeO}_2$  rangsiz kristall modda, suvda oz eriydi.  $\text{H}_2\text{TeO}_3$  beqaror va kuchsiz kislota.  $\text{H}_2\text{TeO}_3$  tarkibida  $2\text{H}_2\text{O}$  tutgan holda ortotellurat kislota  $\text{H}_6\text{TeO}_6$  ni hosil qiladi. Bu kislotaaning tuzlari  $\text{Ag}_6\text{TeO}_6$  tarkibga ega.

$\text{TeCl}_2$  va  $\text{TeI}_2$  ancha barqaror.  $\text{TeI}_4$  anionli komplekslar hosil qiladi:



$\text{H}_6\text{TeO}_6$  kislotaadan suv ajralganida tellurat kislota hosil bo'ladi  $\text{H}_2\text{TeO}_4$ .

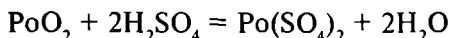
$\text{TeO}_3$  suvda erimaydi, lekin ishqorlarda eriydi. Tellurat kislota kuchsiz kislota ( $K_1=2\cdot 10^{-8}$ ,  $K_2=5\cdot 10^{-11}$ ).



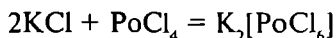
Tellur qotishmalarga qo'shiladi. Undan yarimo'tkazgichlar tayyorlanadi.

**Polloniy (Pollonium).** Oq kumush rang metall (suyuqlanish harorati 254°C). Metallar bilan pollonidlar hosil bo'lib: Na<sub>2</sub>Po, PbPo, HgPo birikmalari ma'lum. PoCl<sub>2</sub> xossalari bo'yicha tuzlarga o'xshaydi. Po(IV) birikmalari ham tuzlarga o'xshaydi: Po(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Po(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

PoO<sub>2</sub> da kislotalik xossalar kuchsiz. PoO<sub>2</sub> kislotalar bilan asosli oksidga o'xshab ta'sirlashadi:



PoCl<sub>4</sub> juda oson anion komplekslar hosil qiladi:



Selen o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi asboblarda ishlatiladi. U shisha ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Tellur qo'rg'oshin tarkibiga qo'shilganda qo'rg'oshinning mexanik xossalari va korroziyaga chidamliligi ortadi. Po α- zarrachalar olishning arzon manbayi hisoblanadi.

## 25.6. VI A guruh elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Kislorodning biologik ahamiyati nihoyatda kattadir. Kislorod tirik organizmlardagi biokimyoviy jihatdan muhim bo'lgan moddalar tarkibiga kiradi (oqsillar, yog'lar, uglevodlar, suv, nuklein kislotalar va boshqalar).

Barcha o'simlik va hayvonlar kislorod bilan nafas oladi. Tirik organizmdan kislorod uglevodlar, yo'g'lar va boshqa organik moddalarni oksidlaydi. Bunda ajralib chiqqan energiya barcha hayotiy jarayonlarni ta'minlaydi (biokimyoviy sintez, muskullarning ishi, harakat va boshqalar).

Kislorod organizm tarkibiy qismining 64,4 % ini tashkil etadi. Tinch holatda odam organizmi har daqiqada 0,264 l kislorod iste'mol qiladi.

Organizmda kislorod yetishmasligi bilan bog'liq bo'lgan bir qancha kasalliklarda davolovchi vosita sifatida ishlatiladi. Nafas olish

yo'llari, yurak qon-tomir tizimi kasalliklarida hamda ishazi, sianidlar bilan zaharlanganda kislorod ishlatiladi. Odatda, 95% kislorod va 5% uglerod (IV) oksidi bo'lgan aralashma- karbogen qo'llaniladi.

Tibbiyot amaliyotida kislorodning yuqori bosimda qo'llanishi keng ko'lamda tavsiya etiladi. Yuqori bosimda kislorod to'qimalarni kislorod bilan ta'minlanishida, gemodinamika, bosh miyani gipoksiyadan himoyalashda ishlatiladi.

Kislorodning allotropik shakl o'zgarishi bo'lgan ozon kuchli oksidlovchi bo'lganligi sababli suvni, havoni dezinfeksiya qilishda ishlatiladi va bunda u suvdagi mikroblarni o'ldiradi.

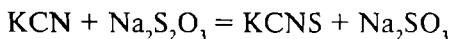
Oltinugurtning kishi tanasidagi umumiy miqdori 140 g atrofida bo'lib, unda organizmning kundalik ehtiyoji 1 g ni tashkil etadi. Oltinugurt ko'pgina organik moddalarning, jumladan oqsil, aminokislotalar (sistein, sistin, metionin) gormonlar (insulin), vitamin (B) tarkibiga kiradi.

Tarkibida oltinugurt tutgan ba'zi aminokislotalar tirik organizmda vodorodni tashish vazifasini bajaradi.

Sistein, sistin va tarkibida —SH, —S—S— guruhini tutgan boshqa moddalar organizmni radiatsion nurlanishdan himoya qiladi. Shuning uchun ular nur kasalligini davolashda tavsiya etiladi.

Oltinugurt qadimdan dori moddasi sifatida ishlatilib kelingan. Oltinugurtning teriga ta'siri natijasida sulfidlar va pentation kislota ( $H_2S_5O_6$ ) hosil qiladi. Ular mikroblarni o'ldirish xususiyatiga ega. Oltinugurt ichilganda 10—40% atrofida vodorod sulfidga va sulfidlarga aylanadi. Ular ichni yumshatadi. Bu maqsadlarda tozalangan va cho'ktirilgan oltinugurt ishlatiladi. Tarkibida oltinugurt bo'lgan ko'pgina tuzlar dori moddasi sifatida qo'llaniladi.

$Na_2S_2O_3$  — natriy tiosulfat galogenlar, sianidlar bilan zaharlanganda, shuningdek, As, Pb, Hg birikmalari bilan zaharlanishda ishlatiladi.  $Na_2S_2O_3$  galogenlar zaharsiz tuzlarga, sianidlar esa rodanidlarga aylanadi:



As, Pb, Hg zaharsiz silfidlar hosil qilib organizmdan chiqib ketadi. Bundan tashqari,  $Na_2S_2O_3$  allergiya, asab kasalliklarida ham qo'llaniladi.  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  natriy sulfati kristallogidрати surgi

sifatida hamda qo'rg'oshin va bariy birikmalari bilan zaharlanganda ishlatiladi.

Tarkibida oltingugurt tutgan organik birikmalardan sulfanilamidlar (etazol, norsulfazol va boshqalar) tibbiyotda keng qo'llaniladi.

Selen ham katta biologik ahamiyatga ega. Selenning organizmni himoyalash qobiliyatiga hamda fermentativ reaksiyalarga ta'sir qilishi aniqlangan. Odam, hayvon va qushlarning ko'z pardasida oz miqdorda selen bo'ladi. Ko'rish qobiliyatining o'tkirliги bilan ajralib turuvchi burgutlarning ko'z pardasida selenning miqdori odamnikidan yuz marta ko'p. Shuning uchun selen «ko'rish elementi» deb ataladi.

Hozirgi paytda tibbiyotda tarkibida selen tutgan organik moddalar dori modda sifatida keng qo'llanilmoqda.

## 25- bobga oid savol va masalalar

1. Kislorod va oltingugurt atom tuzilishlariga asoslanib, ularga qanday valentliklar va oksidlanish darajalari xosligini ko'rsating.

2. Kislorodning sanoatda va laboratoriyada olinish usullarini ko'rsating. 44,8 l kislorod hosil qilish uchun qancha kaliy permanganat kerakligini hisoblang.

3. Quyidagi qatorda kislotalik kuchi va qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi?  $H_2S \rightarrow H_2Se \rightarrow H_2Te$ .

4. Oltingugurtning konsentrlangan  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  va  $NaOH$  eritmaları bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

5. Molekular orbitallar usuli yordamida kislorod molekulasining hamda  $O_2$ ,  $O_2^+$ ,  $O_2^{2-}$  ionlarining tuzilishini tushuntiring. Bu ionlarning qaysi biri barqaror va nima uchun?

6. Mis va marganes tuzlari eritmasiga vodorod sulfid ta'sir ettirilganda mis sulfid cho'kmaga tushib, marganes sulfid nimaga cho'kmaga tushmasligini tushuntiring.

7. 16,9 g xlorat kislotani  $HCl$  gacha qaytarish uchun qancha hajm (n.sh.)  $SO_2$  kerakligini hisoblang. (Javob: 13,44 l).

8. 100 ml 0,2 n  $NaOH$  eritmasi orqali 448 ml (n.sh.)  $SO_2$  gazi o'tkazildi. Qanday tuz hosil bo'lgan va qanchaligini toping. (Javob: 2,08 g  $NaHSO_3$ ).

9. 50 g simobni eritish uchun qancha sulfat kislota kerak? Bu maqsadda suyultirilgan sulfat kislotasini ishlatib bo'ladimi? (*Javob:* 48,92 g).

10. Gaz holdagi kislorodning, tozalangan oltingugurtning hamda quyidagi birikmalarning tibbiyotda ishlatilish sabablarini tushuntiring.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

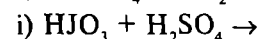
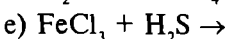
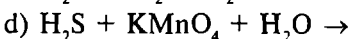
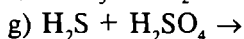
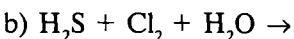
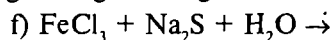
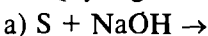
11. Sulfat - selenat - tellurat kislotalar qatorida kislotalik xossalari, oksidlovchilik xossalari qanday o'zgaradi?

12. Laboratoriyada vodorod sulfid gazini qanday olish mumkin?

13.  $\text{ZnS}$  va  $\text{PbS}$  larni almashinish reaksiyalari yordamida olish mumkin bo'lgani holda  $\text{Al}_2\text{S}_3$  va  $\text{Cr}_2\text{S}_3$  larni bunday reaksiyalarda hosil qilib bo'lmashligini tushuntiring.  $\text{Al}_2\text{S}_3$  va  $\text{Cr}_2\text{S}_3$  larni qanday qilib olish mumkin?

14. Sulfat kislota a) magniy bilan, b) vodorod sulfid bilan, d) yod bilan reaksiyaga kirishganda qanday xossalari namoyon qiladi? Reaksiya tenglamalarini yozib tushuntiring.

15. Quyidagi reaksiyalarni tugallang va tenglashtiring:



16. Nima uchun konsentrlangan sulfat kislotasini po'lat idishlarda saqlash mumkin, suyultirilganini (75% dan pastini) saqlash mumkin emas?

17. 40 g nikel metalini eritish uchun konsentrlangan va suyultirilgan sulfat kislotalardan qancha ketishini hisoblang (*Javob:* 132,8 va 66,4 g).

18. Konsentrlangan sulfat kislotasi ( $\rho = 1,83 \text{ g/sm}^3$ ) tarkibida 6,4% suv bo'ladi. Shu kislotaning bir litrida necha mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  borligini hisoblang. (*Javob:* 17,5 mol).

19. Ma'lum hajmli kislorodni ozonga o'tkazish jarayonida uning hajmi 5 ml ga kamaygan. Bunda qancha hajm ozon hosil bo'lganligini va bunga qancha kislorod sarf bo'lganligini hisoblang. (*Javob:* 10 ml, 15 ml).

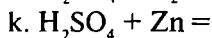
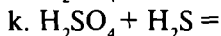
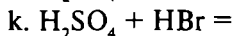
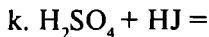
20. Natriy sulfitni natriy tiosulfatdan qanday xossalariga asosan farqlash mumkin? Reaksiya tenglamalarini yozing.

21. 89,6 l oltingugurt (VI) oksidini (n.sh.) l l suvda eritilganda hosil bo'lgan sulfat kislotaning massa ulushini konsentratsiyasini hisoblang. (*Javob:* 29,97%).

22. Quyidagi tuzlarning gidroliz tenglamalarini yozing:

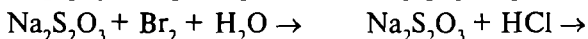
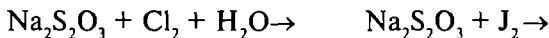


23. Quyidagi reaksiyalarni yozib tugating:



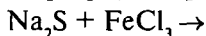
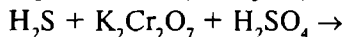
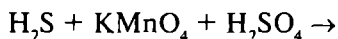
24. S-Se-Te-Po qatorida ionlanish energiyalari, elektronga moyilliklari qanday o'zgaradi?

25. Quyidagi reaksiyalarni yozib tugating:



26. Oltingugurtning tibbiyotda ishlatiladigan birikmalariga misollar keltiring.

27. Vodorod sulfidning qaytaruvchanlik xossalarini namoyon qiladigan quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang va yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring:



28.  $\text{O}_2$  molekulasi va  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}_2^-$ ,  $\text{O}_2^{2-}$  ionlarning tuzilishini molekular orbitalar usulida tushuntiring.

29. Kislotali muhitda kaliy permanganat bilan 3% li vodorod peroksid reaksiyaga kirishganda 1,12 l kislorod ajralib chiqqan bo'lsa, necha g 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasi sarflanganini hisoblang.

30. Mishiakning xlor va konsentrlangan nitrat kislota bilan reaksiyalarini yozib tenglashtiring.

31. Sulfid, sulfit va sulfat ionlarni aniqlashning sifat reaksiyalarini molekular va ionli shakllarda yozing.

32. Sulfit ionining oksidlovchi va qaytaruvchi bo'la oladigan reaksiya tenglamalarini yozing. Ularni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

33. Temir, rux va mis suyultirilgan va konsentrlangan sulfat kislotalar bilan reaksiyaga kirishadimi? Reaksiya tenglamalarini yozing.

**34.** Natriy tiosulfatning xlor va yod bilan reaksiya tenglamalarini yozib, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

**35.** Vodorod sulfid xlor bilan hamda kislotali muhitda kaliy permanganat va kaliy dixromatlar bilan reaksiyaga kirishganda qanday xossalarni namoyon qiladi? Reaksiya tenglamalarini yozib, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

**36.** Kristall holdidagi natriy xlorid, bromid va yodidlarning konsentrlangan sulfat kislota bilan reaksiya tenglamalarini yozing. Ularni yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

**37.** Nima uchun  $\text{NaHS}$  — natriy gidrosulfid eritmasi ishqoriy muhit,  $\text{NaHSO}_3$  — natriy gidrosulfid eritmasi esa kislotali muhit hosil bo'ladi? Javobingizni gidroliz konstantalarini hisoblash orqali asoslang.

**38.** Nima uchun ko'pchilik p-elementlar disproportsiyanish reaksiyalariga kira oladi? Oltingugurtning konsentrlangan ishqor eritmasida erishi tenglamasini yozib, yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

**39.** Nima uchun sulfid ion ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'la oladi? Natriy sulfidning vodorod sulfid va xlor bilan reaksiya tenglamalarini yozib, tenglashtiring.

**40.** Quyidagi tuzlarning qaysini eng oz gidrolizga uchraydi va nima uchun? a) natriy sulfid; b) natriy selenid; d) natriy tellurid.

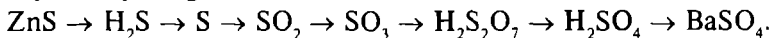
Gidroliz tenglamalarining molekular va ionli tenglamalarini yozing.

**41.** Quyidagi birikmalarni nomlab, ularning struktura formulalarini chizing.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ;  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Qaysi birikmada kislorod atomlari o'zaro bog'langan?

**42.** Qichimani davolash uchun Demyanovich suyuqligi ishlatiladi. Bu suyuqlik asosida natriy tiosulfatning xlorid kislota bilan ta'siri yotadi. Bu reaksiyada qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?

**43.** Selenat kislota kuchli kislota hisoblanadi, uning oksidlovchilik xossasi hatto sulfat kislotadan ham yuqori. Shuni hisobga olib, selenat kislota bilan xlorid kislota va oltin bilan reaksiyasini yozing. Reaksiyani yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

**44.** Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan reaksiyalarni yozing:



**45.** Natriy tiosulfat va xlor orasida bo'ladigan reaksiyani yozing va 6,41 xlorini yuttirish uchun necha g natriy tiosulfat zarur bo'lishini hisoblang.

**46.** 10 l vodorod sulfidni sulfid kislota eritmasidan o'tkazilganda 19,2 g oltingugurt hosil bo'ladi. Eritmadagi sulfid kislota % miqdorini aniqlang.

## 26-bob. VII A GURUH ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI

Ftor, xlor, brom, yod va astat galogenlarga tegishli. Galogen soʻzi «tuz tugʻdiruvchi» degan maʼnoni beradi. Bu elementlar p- elementlarga kirib ular tuz hosil qilishga moyil. Bu elementlar tashqi qavatida yettitadan elektron bor. Galogenlar  $ns^2np^5$  elektron formulaga ega boʻlib, tashqi qavatdagi yetti elektronning ikkitasi s- va beshtasi p- orbitallarda joylashgan. Galogenlar uchun tegishli eng asosiy kattaliklar 49- jadvalda keltirilgan.

49-jadval

### VII A guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

| Asosiy kattaliklar                       | Ftor                | Xlor                | Brom                | Yod               | Astat         |
|------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| Atom massasi                             | 18,998              | 35,453              | 79,904              | 126,904           | 209,98        |
| Elektron formulasi                       | $2s^22p^5$          | $3s^23p^5$          | $4s^24p^5$          | $5s^25p^5$        | $6s^26p^5$    |
| Atom radiusi, nm                         | 0,071               | 0,099               | 0,114               | 0,133             | —             |
| $E^-$ ion radiusi, nm                    | 0,133               | 0,181               | 0,196               | 0,220             | 0,23          |
| Suyuql. harorati, °C                     | -219,6              | -101,0              | -7,3                | 113,6             | 227           |
| Qayn. harorati, °C                       | -188,1              | -34,1               | 59,2                | 185,5             | 317           |
| Odatdagi sharoitda                       | Och                 | Yashil-sariq        | Qizil               | Qora              | Qora          |
|                                          | Yashil gaz          | gaz                 | qoʻngʻir syuqlik    | siyoh kristall    | koʻk kristall |
| Ionl. energiyasi, eV $E \rightarrow E^-$ | 17,42               | 12,97               | 11,84               | 10,45             | 9,2           |
| Yer poʻstlogʻidagi miqdori, %            | $2,8 \cdot 10^{-2}$ | $4,5 \cdot 10^{-2}$ | $1,6 \cdot 10^{-5}$ | $3 \cdot 10^{-3}$ | Izi bor       |

Galogenlar tashqi qavatida bittadan elektron boʻlib, bir zaryadli anionlar hosil qiladi. Ftordan tashqari barcha galogenlar oʻz elektronlarini berib + 1 dan +7 gacha oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Ftordan astatga qarab atom radiusi ortadi, ionlanish energiyasi kamayib, metall xossalar kuchayib boradi. Ftor-xossalari yaqqol ifodalangan metallmas, ayni paytda astatda metallik xossalar bor. Ftordan astatgacha oddiy moddalarning agregat holatlari gazdan qattiq holatga oʻzgaradi.

Oddiy modda holatida galogenlar ikki atomli molekula hosil qiladi. Molekulada atomlar orasi ftordan yodga o'tgan sari uzoqlashgani uchun molekulaning qutblanuvchanligi ortib boradi.

Vodorod galogenidlar suvda yaxshi eriydi. Ular gaz moddalar bo'lib, suvdagi eritmalar kislotalardir. Kislotalarning kuchi galogen elektromanfiyligi kamayishi bilan ortib boradi.

Galogenlarning kislorodli birikmalari beqaror bolib, ftordan astatga o'tgan sari kislorodli birikmalar barqarordir.

## 26.1. Ftor

**Ftor (Ftorum).** Tabiatda uchrashi. Eng muhim minerallaridan fluorit —  $\text{CaF}_2$ , kriolit  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ , ftorapatit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ . Ftor tish emali tarkibida va suyaklarda borligi aniqlangan.

**Olinishi.** Birinchi marta 1886-yilda Muasson tomonidan KF ni suvsiz vodorod ftoridida elektroliz qilib ajratishga muvaffaq bo'lgan.

Hozirgi paytda ftor olish uchun HF va KF aralashmasi yoki  $\text{KHF}_2$  tuzi  $70^\circ\text{C}$  da elektroliz qilinadi. Elektrolizyor nikeldan yasalgan va u anod hisoblanadi. Ko'mir bu jarayonda katod sifatida ishlatiladi. Elektrolizda ajraladigan vodorod va ftor portlab ketmasligi uchun katod va anod bo'shlig'i diafragma bilan ajratilgan.

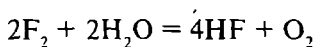
Tabiatda ftor birgina izotop holatida  ${}^9\text{F}$  holatida uchraydi. Ftorning sun'iy yo'l bilan  ${}^{17}_9\text{F}$ ,  ${}^{18}_9\text{F}$ ,  ${}^{20}_9\text{F}$  izotoplari olingan. Ularning saqlanish muddati juda oz.

**Xossalari.** Ftor o'tkir hidli sariq-yashil tusli gaz modda. Gaz holatdagi ftor suyuq HF da yaxshi eriydi. Suyuq holatdagi ftor suyuq kislorod va ozonda eriydi. Juda past haroratda ( $-188^\circ\text{C}$ ) ftor kub shaklli kristall panjara hosil qiladi.

Ftorni saqlash va tashish uchun zanglamaydigan po'lat, mis, aluminiy, nikeldan yasalgan ballonlar ishlatiladi. Agar metall sirtida ftoridlardan qatlam hosil bo'lsa bu metallar ozgarishga uchramaydi.

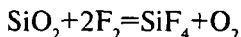
**Kimyoviy xossalari.** Ftorning yuqori kimyoviy aktivligi uning molekulasining dissotsilanish energiyasi kichikligi ( $159 \text{ kJ/mol}$ ) bilan tushuntiriladi. Ftor suvda eritilsa, erish o'rniga shiddatli ta'sirlashuv yuzaga keladi:





Bu jarayonda atomar kislorod hosil bo'lib, undan  $O$ ,  $O_3$ ,  $OF_2$ ,  $H_2O_2$  hosil bolishi ham kuzatiladi.

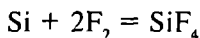
Ftor atmosferasida hatto shisha ham yonadi:



Ftor barcha oddiy moddalar bilan hatto sovuqda ham oson ta'sirlashadi. Fosfor va oltingugurt ftor bilan  $-190^\circ C$  da ta'sirlanadi:



Kremniy odatdagi sharoitdayoq ftor bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:

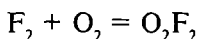


Ftor ishqorlar bilan ham ta'sirlashib, unda ftor oksidini hosil qiladi:



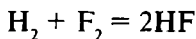
$F_2O$  — kislorod ftorid nafas yo'llariga kuchli ta'sir etuvchi gaz modda (suyuqlanish harorati  $-223,8^\circ C$ , qaynash harorati  $-145^\circ C$ ).

Ftor va kislorod aralashmasiga elektr razryadi ta'sir ettirib kislorod diftorid olingan:

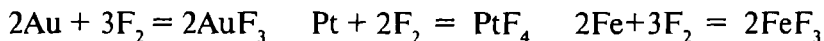


$O_2F_2$  — faqat past haroratda barqaror modda. U qizg'ish rangli qattiq modda,  $-163^\circ C$  da qotadi,  $-57^\circ C$  da qaynaydi va bir oz yuqoriroq harorat ta'sirida parchalanib ketadi.

Kislorod va azot ftor bilan to'g'ridan to'g'ri birikmaydi. Ftor vodorod bilan hatto qorong'ida juda past haroratda ( $-250^\circ C$ ) ham ta'sirlashadi:

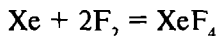


Oltin va platina cho'g' holatga keltirilganda hamda boshqa metallar odatdagi haroratda ftor bilan reaksiya kirishadi:



Nikel, qo'rg'oshin va mis sirti ftor atmosferasida ftoridlar qatlami bilan qoplangani uchun metallning ichki qismi ftor ta'siridan saqlanadi.

Ftor ta'sirida hatto inert gazlar ham oksidlanadi:

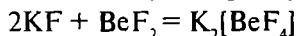
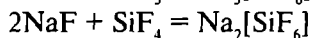
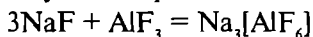


Ksenonning ftorli birikmalari tarkibi turlicha:  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{XeF}_6$ . Ksenon ftoridlari asosida  $\text{XeOF}_2$ ,  $\text{XeOF}_4$  va  $\text{XeO}_2\text{F}_2$  birikmalari olingan.

$^{235}\text{UF}_6$  va  $^{238}\text{UF}_6$  larni diffuzion usulda ajratishda ftor kerak bo'lgani uchun ham ftorga bo'lgan qiziqish juda ortib ketdi. Og'ir metallarning ftoridlari, masalan,  $\text{UF}_6$   $56,7^\circ\text{C}$  da qayanaydi. Shuningdek, ftor sovituvchi agentlar va ftoroplastlar olishda ham katta amaliy ahamiyatga ega.

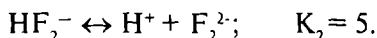
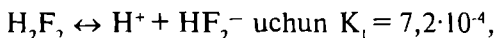
**F<sup>-1</sup> birikmalari.** Ftoridlar yuqori suyuqlanish haroratiga ega bo'lgan ion tuzilishli birikmalar. Ftoridlar ftorid kislotaning metall oksidlari, gidroksidlari va karbonatlariga ta'siri orqali olinishi mumkin. Ishqoriy metallarning ftoridlari (Li dan tashqari), shuningdek  $\text{AgF}$ ,  $\text{HgF}_2$ ,  $\text{SnF}_2$  eruvchan hisoblanadi.

Metallmaslarning ftoridlari ularga ftor ta'siridan olinadi. Ftoridlar turlicha reaksiyalarda qatnashadi:



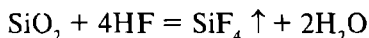
**Ftorid kislota.** HF qutbli molekula. Odatdagi sharoitda ftorid kislota rangsiz suyuqlik. (suyuqlanish harorati  $-83^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $19,5^\circ\text{C}$ ). Ftorid kislota havoda tutaydi, o'tkir hidga ega.

Ftorid kislotaning 40% li eritmasi plavik kislota ham deyiladi. Bu kislotani shisha idishlarda saqlab bo'lmaydi. Lekin idishlarning ichki va tashqi qavatini parafmlab saqlash mumkin. Ftorid kislota maxsus plastmassa idishlarda yoki qo'rg'oshinli idishlarda saqlanadi:

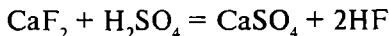


Bu kislota HCl dan ancha kuchsiz 1 M eritma uchun dissotilanish darajasi 7% atrofida.

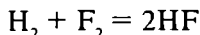
Plavik kislota shishani eritib, gazsimon birikma  $\text{SiF}_4$  hosil qiladi:



CaF<sub>2</sub> ga konsentrlangan kislota ta'siridan HF hosil bo'ladi:



Vodorod va ftorning shiddatli ta'siri natijasida ham vodorod ftorid olish mumkin:



Ftorovodorod bug'lari juda zaharli. Teriga agar konsentrlangan ftorid kislota to'kilsa kuydiradi va yomon asorat qoldiradi.

Plavik kislota organik sintezda, shisha sirtiga ishlov berishda va ftoridlar olish uchun ishlatiladi.

## 26.2. Xlor va uning birikmalari

**Xlor (Chlorum).** Xlor birinchi marta 1772-yilda Sheele tomonidan olingan. 1810-yilda xlori X.Devi yangi element sifatida kiritgan. Xlor so'zi yunonchadan «xloros» — sarg'ish yashil degan ma'noni beradi.

Aktiv element bo'lgani uchun faqat birikmalar holatida uchraydi. Natriy, kaliy va magniyli tuzlar dengiz, sho'r ko'llar, hatto qurigan ko'llarda ham uchraydi.

**Tabiatda uchrashi.** Tosh tuz yoki galit — NaCl, silvinit — KCl·NaCl, karnallit — KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, silvin — KCl, kaunit-MgSO<sub>4</sub> KCl 3H<sub>2</sub>O kabi birikmalari ma'lum.

**Olinishi.** Xlorning sanoat miqyosida olinishi KCl yoki NaCl ning suvdagi eritmasini elektroliziga asoslangan. Bu jarayonda eng asosiy mahsulot yuvuvchi natriy hisoblanadi.

Laboratoriyada xlorning olinishi turli oksidlovchilarga xlorid kislota ta'sir ettirilishiga asoslangan. Oksidlovchilar sifatida MnO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>, PbO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KClO<sub>3</sub> ba boshqalar olinishi mumkin:



Qattiq holatdagi osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota va MnO<sub>2</sub> ta'sir ettirilganda ham xlor hosil bo'ladi:



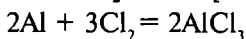
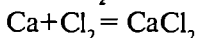
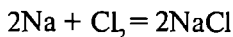
Tabiatda xlorning ikkita izotopi uchraydi:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  (75,53%) va  $^{37}_{17}\text{Cl}$  (24,47%). Shuning uchun uning o'rtacha atom massasi

35,45 u.b. olinadi. Bundan tashqari, xlarning 5 ta sun'iy izotoplari olingan:  $^{33}\text{Cl}$ ,  $^{34}\text{Cl}$ ,  $^{38}\text{Cl}$ ,  $^{39}\text{Cl}$ .

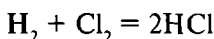
**Xossalari.** Xlor sarg'ish yashil tusli gaz, uning qaynash harorati  $-34^{\circ}\text{C}$ , qotish harorati  $-101^{\circ}\text{C}$ . Xlor suvda,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{SCl}_4$  va  $\text{TiCl}_4$  da eriydi. Bir hajm suvda 2,5 hajm xlor eriydi. 0,6 MPa bosimda xona haroratida xlor juda oson suyuqlikka aylanadi.

**Kimyoviy xossalari.** Xlorning ftorga nisbatan aktivligi kam, lekin anchagina faol element. Xlor to'g'ridan to'g'ri kislorod, azot va inert gazlar bilan ta'sirlashmaydi.

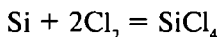
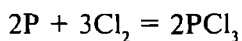
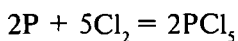
Xlor metallar bilan portlash bilan reaksiyaga kirishib xloridlar hosil qiladi:



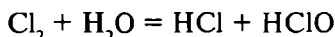
Vodorod xlor atmosferasida yorug'lik nuri ta'sirida yonib vodorod xlorid hosil qiladi:



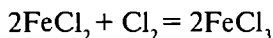
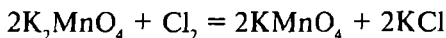
Ko'pchilik metallmaslar ham xlor ta'siridan oson oksidlanadi, bunda u oksidlovchidir:



Xlorning suv bilan ta'sirlanishidan vodorod xlorid va gipoxlorit kislota hosil bo'ladi:



Xlorning uglerod bilan hosil qilgan birikmalari ( $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) metanning xlorlanish jarayonida olinadi. Xlor ba'zi murakkab moddalarni ham oksidlaydi:

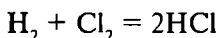


Xlordan xlorid kislota,  $\text{KClO}_3$ , organik moddalar, bo'yoqlar, qishloq xo'jaligi zarakunandalariga qarshi preparatlar olishda qo'llanildi. Xlor gazlamalarni oqartirishda, ichimlik suvini dezinfeksiya qilishda ishlatiladi.

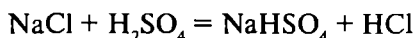
**Xlorid kislota va uning tuzlari.** Xlorning vodorod bilan hosil qilgan birikmasi vodorod xlorid(HCl). O'tkir hidli rangsiz gaz modda (suyuqlanish harorati -114,2°C, qaynash harorati -84,9°C). Suvda yaxshi eriydi. 1 hajm suv 450 hajm HCl ni eritadi.

Vodorod xloridning suvdagi eitmasi xlorid kislota deyiladi. Xlorid kislota kuchli kislotalardan biridir. Organizmda xlorid ion makromiqdorda uchraydi. Xlorid kislota holatida u oshqozon shirasining eng asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Ovqat hazm qilish jarayonida uning ahamiyati benihoya. Oshqozon shirasi (pH 1 dan 3 gacha) vodorod kationi va anionlar sifatida  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  va  $\text{HSO}_4^-$  lardan iborat. Lekin xlorid ionlar boshqa ionlardan ancha ko'p. Oshqozon shirasidagi xlorid kislota pepsin fermentini faol holatga keltirish uchun kerak. Pepsin esa oqsillarning gidrolitik parchalanishini amalga oshiradi.

Sanoat miqyosida yorug'lik nuri ishtirokida vodorodga xlor ta'sir ettirish orqali olinadi:

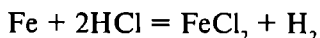


Osh tuziga sulfat kislota ta'sir ettirilganda ham vodorod xlorid olinadi:

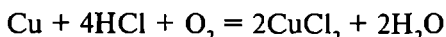


Konsentrlangan xlorid kislota tarkibida 37% HCl bo'lib, kuchli elektrolit hisoblanadi. Bu kislotadan HCl ajralib turgani uchun uni tutovchi kislota deyiladi. 0,1 n HCl eritmasining dissotsilanish darajasi 92 % lidir.

Xlorid kislota aktiv metallar (Mg, Ca, Zn, Fe, Al va boshqalar) bilan ta'sir qilganida vodorod ajratib xlorid kislota tuzlarini hosil qiladi:



Aktivligi kam metallar (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) xlorid kislota bilan ta'sirlashmaydi. Aktivligi kam metallar (Cu, Ag) havo kislorodi ishtirokida konsentrlangan kislota ta'sir etadi:



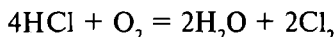
Xlorid kislota tuzlari xloridlar deb ataladi. Xloridlar suvda yaxshi eriydi. Kumush xlorid ( $\text{AgCl}$ ), mis xlorid ( $\text{CuCl}$ ), simob

(I) xlorid ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ), qo'rg'oshin (II) xlorid ( $\text{PbCl}_2$ ) suvda oz eriydi.

Konsentrlangan xlorid kislota unga oksidlovchilar ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$  va boshqalar) ta'sir etganda qaytaruvchi hisoblanadi:



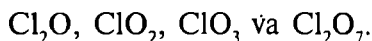
$\text{CuCl}_2$  katalizatorligida qizdirilganda vodorod xlorid kislorod ishtirokida ham oksidlanadi:



Aktivligi kam bo'lgan metallarning xloridlari suvdagi eritmalarida oson gidrolizga uchraydi ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ).

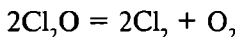
### 26.3. Xlorning kislorodli birikmalari

Xlor kislorod bilan bevosita birikmaydi, lekin uning qator oksidlari bor:

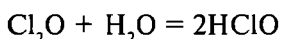


Xlor (I) oksidi-  $\text{Cl}_2\text{O}$ , sarg'ish qo'ng'ir gaz (qaynash harorati  $+3,8^\circ\text{C}$ , qotish harorati  $-116^\circ\text{C}$ ). Saqlansa portlaydi, beqaror modda.  $\text{Cl}_2\text{O}$  — qutbli molekula.

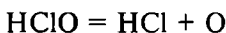
Qizdirilganda, suyuq holatda kuydirilganda portlaydi:



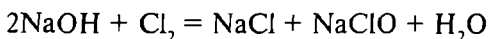
$\text{Cl}_2\text{O}$  ning suvda erishida gipoxlorit kislota hosil bo'ladi:



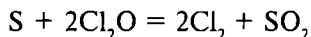
Gipoxlorit kislota juda kuchsiz kislota ( $K = 5 \cdot 10^{-8}$ ). Kislota beqaror bo'lgani uchun parchalanib atomar kislorod ajratadi:



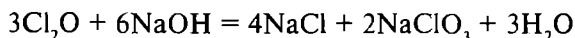
Gipoxloritlar xona haroratida ishqorlar eritmasidan xlor o'tkazish orqali olinadi:



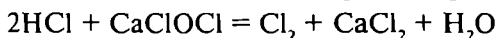
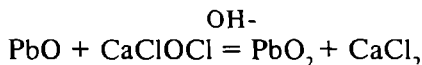
$\text{Cl}_2\text{O}$  kuchli oksidlovchi:



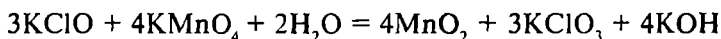
Disproporsiyalanish reaksiyasiga kirishadi:



HClO va uning tuzlari oksidlovchilar hisoblanadi. Ular ishqoriy sharoitda PbO va MnO<sub>2</sub> bilan oson ta'sirlashadi:



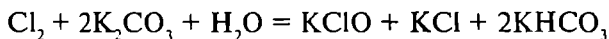
Agar ular oksidlovchilar bilan ta'sirlashsa qaytaruvchi:



Gipoxloritlar katalizatorsiz parchalanib xloratlarga aylanadi:

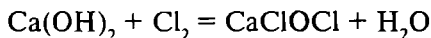


1792-yilda Parij yaqinidagi Javel degan joyda Bertole gaz holatdagi xlori kaliy gidroksidi va kaliy karbonat eritmasidan o'tkazib, quyidagi moddalarni oldi:

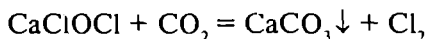


Bu aralashma javel suvi deyiladi.

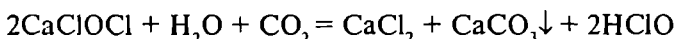
Ca(OH)<sub>2</sub> dan Cl<sub>2</sub> o'tkazilsa xlorli ohak hosil bo'ladi:



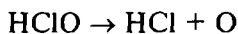
CaClOCl ning parchalanish mexanizmi:



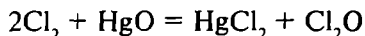
Hosil bo'lgan xlor bakteriyalarni o'ldiradi:



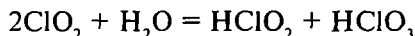
HClO ning parchalanishidan atomar kislorod hosil bo'ladi:



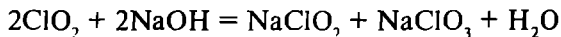
Cl<sub>2</sub>O ni olish uchun simob (II) oksidiga xlor ta'sir ettiriladi:



**Xlor (IV) oksid — ClO<sub>2</sub>.** O'tkir hidli, sarg'ish-rangli, saqlansa o'z-o'zidan portlaydigan gaz (qaynash harorati 11°C, qotish harorati -59°C). ClO<sub>2</sub> ga to'g'ri keladigan kislota yo'q. Agar ClO<sub>2</sub> suvda eritilsa, xlorit va xlorat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi:



Ishqorlar ishtirokida ClO<sub>2</sub> ni erishidan xloritlar va xloratlar hosil bo'ladi:

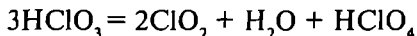


$\text{ClO}_2$  ni olish uchun natriy xloratga sulfat kislota ishtirokida oltingugurt (IV) oksidi ta'sir ettiriladi:

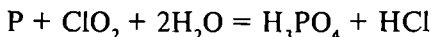


$\text{ClO}_2$  kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun gazlamalarni oqartirishda ishlatiladi.

Xlorat kislota parchalanganda  $\text{ClO}_2$  hosil bo'ladi:



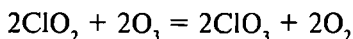
$\text{ClO}_2$  — juda kuchli oksidlovchi, masalan, fosforni ortofosfat kislotagacha oksidlaydi:



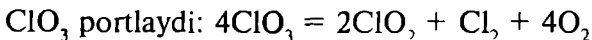
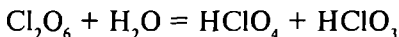
$\text{NaClO}_2$  — oqartiruvchi modda sifatida ishlatiladi. Kir yuvish kukunlariga qo'shiladi. Og'ir metallarning xloritlari urilganda yoki qizdirilganda portlaydi.

Xlorit kislotaga to'g'ri keladigan angidridi  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  mavjud emas.  $\text{HClO}_2$  faqat suvdagi eritmalarda mavjud. Bu kislota beqaror va kuchsiz kislotadir ( $K=5 \cdot 10^{-3}$ ).

Xlor trioksidi —  $\text{ClO}_3$ , Xloroksid xona sharoitida qoramtir qizil rangli suyuqlik (qaynash harorati  $203^\circ\text{C}$ , qotish harorati  $3,5^\circ\text{C}$ ). Xlor trioksidning bug' holatda tarkibi  $\text{ClO}_3$  ligi, suyuq holatda bo'lsa,  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  ekanligi aniqlangan. Xlor trioksid olish uchun past haroratda  $\text{ClO}_2$  ga ozon yuboriladi:



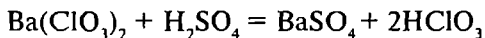
Xlor trioksidning suvda erishidan xlorat va perxlorat kislota hosil bo'ladi:



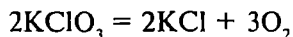
Xlor (V) oksid olinmagan. Bu oksidga to'g'ri keladigan kislota xlorat kislota ham erkin holda olinmagan. Lekin xlorat kislota suvdagi eritmada 40 % gachva konsentratsiyada mavjuddir. Xlorat kislota kuchli kislotalar qatoriga kiradi. Uning 1 n eritmasi uchun dissot-silanish darajasi 79% hisoblanadi. 50% dan ortiq konsentratsiyali  $\text{HClO}_3$  o'z-o'zidan portlaydi.



Xlorat kislota uning tuzlariga kuchli kislotalar ta'sir ettirib olinadi:



Xlorat kislota tuzlari rangsiz, qattiq moddalar, xona haroratida barqaror va suvda yaxshi eriydi. Uning tuzlaridan  $\text{KClO}_3$  bertole tuzi katalizator ishtirokida ( $\text{MnO}_2$ ) kislorod hosil qilib parchalanadi:



Agar bertole tuzi katalizatorsiz qizdirilganda parchalansa perxlorat kislota tuzlari va kaliy xlorid hosil qiladi:



Xloratlarni olish uchun 60—70°C da ishqorlar eritmasiga gaz holatdagi xlor yuboriladi:

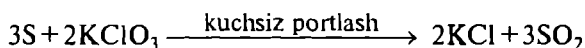


$\text{KClO}_3$  past haroratda suvda yomon erigani uchun eritmani sovitish orqali oson  $\text{KCl}$  dan ajratiladi.

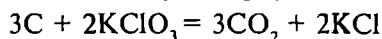
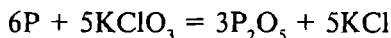
$\text{KClO}_3$  rangsiz yaltiroq tuz, uning suyuqlanish harorati 258°C ga teng. 0°C da 100 g suvda 3,3 g  $\text{KClO}_3$  eriydi, 100°C da bo'lsa 100 g suvda 56,2 g  $\text{KClO}_3$  eriydi.

Gugurt ishlab chiqarish, Bengal olovi va portlovchi moddalar tayyorlashda ishlatiladi.

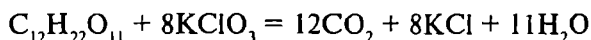
Bertole tuziga oltingugurt aralashtirilib chinni havonchada aralashtirilsa kuchsiz portlash ro'y beradi:



Kuchsiz portlash bertole tuziga fosfor va ko'mir qo'shilganda ham ro'y beradi:

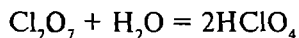


Shakarni juda sekin bertole tuzi bilan aralashtirib va bir tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo'shilsa, yorug' alanga berib yonadi:

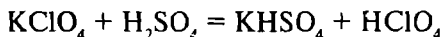


Ana shunda hosil bo'lgan olov Bengal olovi deyiladi.

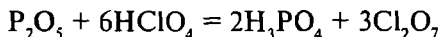
Xlor (VII) oksidi —  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  toza holda moysimon rangsiz suyuqlik( qaynash harorati  $83^\circ\text{C}$ ). Qattiq chayqatilsa yoki  $120^\circ\text{C}$  gacha qizdirilsa portlaydi.  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  suvda eriganida perxlorat kislota hosil bo‘ladi:



Perxlorat kislota rangsiz suyuqlik (suyuqlanish harorati  $-102^\circ\text{C}$ ) oz-ozidan portlash xossasiga ega. Eng kuchli kislotalardan ( $K=10^9$ ) biridir.  $\text{KClO}_4$  ga konsentrlangan sulfat kislota ta’sir ettirilib olinadi:

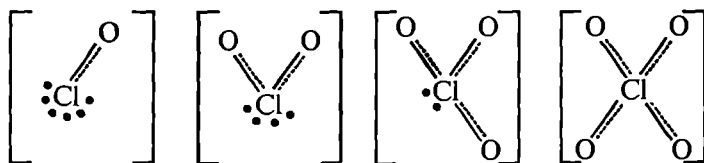


Xlor (VII) oksidini olish uchun perxlorat kislota fosfor (V) oksidi ta’sir ettiriladi:

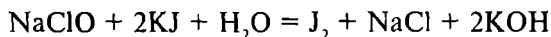


Perxloratlar portlovchi moddalar olishda ishlatiladi va ayniqsa raketa texnikasida keng qo‘llaniladi.

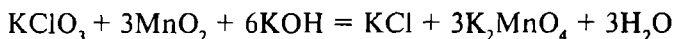
Xlorning kislorodli kislotalari qatorida chapdan o‘ngga kislota kuchi, barqarorlik va xlor atomlarining oksidlanish darajasi ortadi. Bu birikmalarning barchasida markaziy atom  $\text{sp}^3$  gibridlangan:



O‘ngdan chapga qarab bo‘lsa oksidlovchilik xossalari ortib boradi. Gipoxloritlar har qanday muhitda oksidlovchi:



Xloratlarning oksidlovchilik xossasi ko‘proq qattiq holda kuchliroq ko‘rinadi:



**Ishlatilishi.** Bertole tuzi gugurt ishlab chiqarishda, mushak-bozlik anjomlari tayyorlashda, xalq xo‘jaligining turli maqsadlari uchun kerak bo‘ladi.

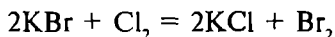
$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  g'oz bargini to'kish uchun defoliant sifatida keng qo'llaniladi.

## 26.4. Brom

**Brom (Bromum).** Tabiatda uchrashi. Bromni birinchi marta 1826-yilda J.Balar dengiz suvi tuzlari tarkibidan ajratib olgan. Dengiz suvidagi tuzlar tarkibida 0,01 % bromidlar uchraydi. Kaliyli minerallar tarkibida doimo brom bo'ladi.

Brom birikmalari tabiatda brom-argirit —  $\text{AgBr}$ , embolit- $\text{Ag}(\text{Cl Br})$  holatida mavjud.

**Olinishi.** Asosan bromidlarga xlor ta'sir ettirib olinadi. Xlor bromga nisbatan aktiv bo'lgani uchun u bromni birikmalaridan siqib chiqaradi:



Bromidlarni elektroliz qilish orqali ham brom olish mumkin.

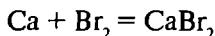
Laboratoriyada brom olish uchun bromidlarga konsentrlangan sulfat kislota va marganes (IV) oksidi kukuni ta'sir ettiriladi:



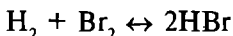
**Xossalari.** Brom odatdagi sharoitda qizg'ish qo'ng'ir rangli suyuqlik (suyuqlanish harorati  $-7,3^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $58,8^\circ\text{C}$ ) bo'lib, o'tkir va zaharli hidga ega. Brom bug'lari shilliq pardalarga kuchli ta'sir ko'rsatib yallig'laydi. Brom teriga tegsa yomon va tuzal-maydigan yaralar hosil qiladi.

Brom suvda kam eriydi (bromli suv), lekin organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

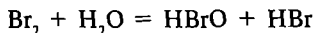
**Kimyoviy xossalari.** Kimyoviy reksiyalarga xlorga nisbatan sust kirishadi. Metallar bilan brom ta'sirlashganda bromidlar hosil bo'ladi:



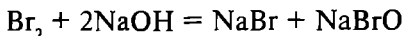
Brom vodorod bilan faqat yuqori haroratda ta'sir etadi, buning ustiga reaksiya qaytar hisoblanadi:



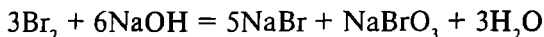
Bromning kimyoviy xossalari xlorga o'xshab ketadi. Brom va suv ta'siridan giporomit kislota hosil bo'ladi:



Bromning ishqorlar bilan reaksiyasida odatdagi sharoitda gipobromitlar olinadi:



Agar brom ishqorlarda qaynatilsa, bromat kislotalarining tuzlari hosil bo'ladi:

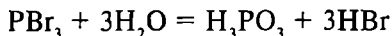


Konsentrlangan nitrat kislota bromni  $\text{HBrO}_3$  gacha oksidlaydi, o'zi esa azot (II) oksidigacha qaytariladi:



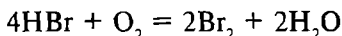
**Bromid kislota va uning tuzlari.** Vodorod bromid o'tkir hidli rangsiz gaz (suyuqlanish harorati  $-88^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $66,7^\circ\text{C}$ ) modda. Suvda yaxshi eriydi. Bir litr suvda 600 litr vodorod bromid eriydi.

Vodorod bromid olish uchun  $\text{PBr}_3$  ning gidrolizlanish reaksiyasidan foydalaniladi:

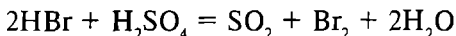


Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bromidlari ion bog'lanishli tabiatga ega.  $\text{AgBr}$ ,  $\text{PbBr}_2$  kabi  $\text{HBr}$  tuzlari eruvchanligi juda oz.

Vodorod bromid havo kislorodi ta'sirida oson oksidlanadi va erkin brom hosil qiladi:



Vodorod bromidning qaytaruvchanlik xossalari ancha kuchli hisoblanadi.  $\text{HBr}$  konsentrlangan sulfat kislota bilan ta'sirlashganda  $\text{SO}_2$  gazi hosil bo'ladi:



**Bromning kislorodli birikmalari.** Bromning oksidlaridan  $\text{Br}_2\text{O}$ ,  $\text{BrO}_2$ ,  $\text{BrO}_3$  ma'lum.  $\text{Br}_2\text{O}_3$  va  $\text{Br}_2\text{O}_7$  olinmagan.  $\text{HBrO}$  gipoxlorit kislotaga o'xshash olinadi.

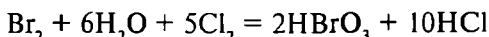
Brom (I) oksidi qizil — jigar rangli suyuqlik (suyuqlanish harorati  $-17^\circ\text{C}$ ). Beqaror birikma hatto  $-40^\circ\text{C}$  dayoq parchalanadi. Bu oksidning suvda erishidan gipobromit kislota hosil bo'ladi. Gipobromitlar va bromatlar bromga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi.

Gipobromitlar parchalanganda bromatlarni hosil qiladi:

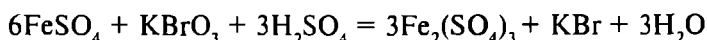


Bromatlar olish uchun (xlorga o'xshash) bromning ishqorlardagi qaynoq eritmasi elektrolizga uchratiladi.

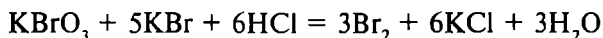
Bromga xlorli suv ta'sir ettirilganda  $\text{HBrO}_3$  olinadi:



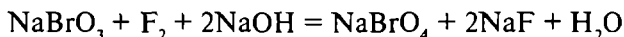
$\text{HBrO}_3$  eritmada ancha barqaror kislota, uning konsentratsiyasi 50% ga yetkazilishi mumkin. Bromatlar kislotali sharoitda kuchli oksidlovchilardir:



Agar bromidlarga kislotali muhitda bromatlar ta'sir ettirisa, erkin brom hosil bo'ladi. Bu reaksiya analitik kimyoda qaytaruvchilar miqdorini aniqlashda (bromatometriya) ishlatiladi:



Bromatlarning ishqoriy sharoitda ftor bilan oksidlanishidan perbromatlar olingan:



Perbromat kislota faqat suvdagi eritmada mavjud bo'lib, erkin holda olinmagan.

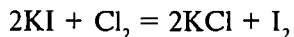
## 26.5. Yod

**Yod (Iodum).** Dengiz o'simliklarining kulini tekshirish paytida 1811-yilda fransus olimi Kurtua yodni ochgan. Yodning mustaqil element ekanligini 1815-yilda Gey-Lussak isbot qilgan va yod deb atagan.

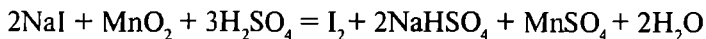
**Tabiatda uchrashi.** Yod birikmalari ham kaliy va natriy tuzlari bilan birga uchraydi. Yod uzoq vaqtlargacha chili selitrasidan olingan. Bu tuzlar tarkibida periodatlar —  $\text{KIO}_4$  va yodatlar —  $\text{KIO}_3$  holatida uchraydi.

Dengiz suvida yod kam uchraydi. Dengiz karami - laminariya o'zida iod tuzlarini to'plash xossasiga ega. Bu o'tlarning kulidan yod tuzlari va so'ngra yod olinadi. Neftning burg'ilash suvlari tarkibida ham oz miqdorda yod bo'ladi.

**Olinishi.** Yod olish uchun uning tuzlariga xlor ta'sir ettirilib, yodni siqib chiqarish reaksiyasidan foydalaniladi:



Dengiz va neftning burg'ilash suvlari tarkibidagi yodidlar kulga aylantirilgandan so'ng  $MnO_2$  va sulfat kislota bilan ishlov beriladi:



**Xossalari.** Yod atomlari ikki atomli molekularlar hosil qiladi. Yod kristall tuzilishga ega bo'lgan qo'ngir-siyoh tusli qattiq modda (suyuqlanish harorati  $113,5^\circ C$ , qaynash harorati  $184^\circ C$ ). Yod suvda juda oz eriydi. Xloroform, efir, spirtida yaxshi eriydi.

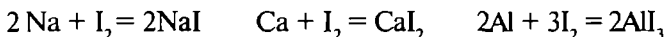
Yodning qaynash harorati yuqori bo'lishiga qaramasdan u odatdagi sharoitdayoq ucha boshlaydi. Yod kristallari qizdirilsa, suyuqlanmasdan bug'lanadi bug'i sovitilsa qattiq holatga o'tadi. Yodning bug'lari zaharli, odamning shilliq pardalariga kuchli ta'sir etadi.

Yodning eruvchanligi KI eritmasida osonlashadi. Bunda kompleks birikma hosil bo'ladi:



Bu birikmalarda yodning koordinatsion soni 9 gacha boradi.

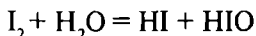
**Kimyoviy xossalari.** Galogenlar ichida eng aktivligi kam element. Yod metallar bilan oson ta'sir etadi. Yodidlar hosil bo'lishida anchagina issiqlik ajraladi:



Yodning metallmaslar bilan birikmalari kovalent tabiatga ega:



Yodning suvda erishidan gipoyodit kislota ( $HIO$ ) hosil bo'ladi:



Yod qaytaruvchi xossalari ancha kuchliligi uchun sulfat kislotani  $SO_2$  gacha qaytaradi:



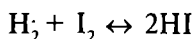
Yodga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir qilganda ham yodat kislota ( $HIO_3$ ) hosil bo'ladi:



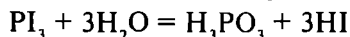
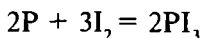
**Ishlatilishi.** Yod asosida turli organik va anorganik moddalar olinadi. Uning spirtidagi eritmasi tibbiyotda antiseptik (zararlantiruvchi) modda sifatida ishlatiladi. U teridagi bakteriyalarni o'ldirib, etni bitishini osonlashtiradi. Yodning radoaktiv izotoplari xavfli o'smalar, qalqonsimon bezi va arterioskleroz kasalliklarini davolashda ahamiyatga ega hisoblanadi.

**Yodidlar va ularning tuzlari.** Vodorod yodid rangsiz, nam havoda tutaydigan, suvda yaxshi eriydigan gaz modda (suyuqlanish harorati  $-50,8^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $-35,8^\circ\text{C}$ ). Bir litr suvda 400 l atrofida HI eriydi. HI ning suvdagi eritmasi yodid kislota deyiladi. HI kuchli kislotalar qatoriga kiradi. Bu kislotaning 0,1 n eritmasi uchun dissotsilanish darajasi 95% ga tengdir.

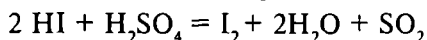
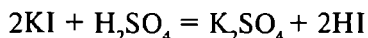
Vodorod yod bilan faqat yuqori haroratda birikadi, reaksiya qaytar hisoblanadi:



Odatda, HI ni olish uchun fosfor (III) yodidining gidrolizi keng qo'llaniladi:



Metall yodidlariga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilganda vodorod yodid olish mumkin emas, chunki hosil bo'lgan HI tezda oksidlanib qoladi:



Iodidlar NaI, KI,  $\text{NH}_4\text{I}$  suvda yaxshi eriydigan rangsiz kristall moddalardir. AgI suvda yomon eriydigan sariq kristall modda. AgI kristallari hatto  $\text{HNO}_3$  da ham erimaydi.

**Yodning kislorodli birikmalari.** Yodning uchta oksidi ma'lum. Bularga  $\text{I}_2\text{O}$ ,  $\text{IO}_2$  va  $\text{I}_2\text{O}_5$  kiradi. Bularning ichida eng barqarori  $\text{I}_2\text{O}_5$  hisoblanadi.

Yodning kislorodli kislotalariga: gipiodit kislota —  $\text{HIO}$ , yodat kislota —  $\text{HIO}_3$  va peryodat kislota —  $\text{HIO}_4$  kiradi. Bu kislotalardan tashqari tarkibida suv tutadigan kislotalar ham ma'lum. Bularga

mezaperiodat kislota —  $\text{H}_3\text{IO}_5(\text{HIO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$ , ortoperyodat kislota —  $\text{H}_5\text{IO}_6 (\text{HIO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  ni ko'rsatish mumkin.

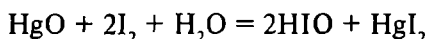
Gipoyodid kislota  $\text{HIO}$  juda beqaror bo'lib, eritmadagina mavjud bo'ladi, xolos. Uning tuzlari sovuqda ishqorlar eritmasiga yod ta'sir ettirib olinadi:



$\text{KJO}$  sovuqda disproportsiyalanadi:



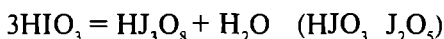
Gipoyodid kislota simob oksidni yod bilan aralashtirib olinadi:



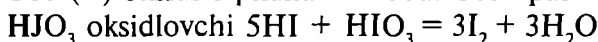
Gipoyodid kislota gipobromit va gipoxlorit kislotalarga nisbatan kuchsizroqdir.

Yodat kislota  $\text{HJO}_3$  gipoxlorit va gipobromit kislotalarga nisbatan ancha barqaror.

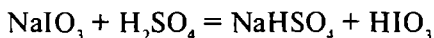
Yodat kislota molekular komplekslar hosil qiladi:



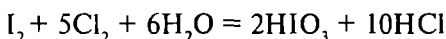
Yod (V) oksidi oq kukun modda. Oson parchalanadi.



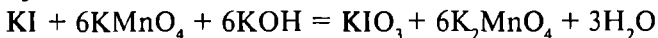
Yodatlarga sulfat kislota ta'sirida olinadi:



Yodni xlor ta'sirida oksidlashda ham yodatlar hosil bo'ladi:



$\text{KIO}_3$  tuzi barqaror:



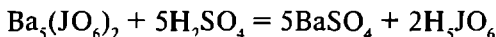
Peryodat kislotalari —  $\text{HIO}_4$ . Unga to'g'ri keldigan angidrid  $\text{J}_2\text{O}_7$  olinmagan.

$\text{HIO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\text{H}_5\text{IO}_6)$  ortoperyod kislotalari deyiladi.

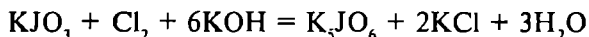
Bu kislotalar hamma vodorod atomlari metallga almashinishi mumkin.

$\text{Ag}_3\text{IO}_6$  tuzi ma'lum.  $\text{H}_5\text{IO}_6$  gigroskopik modda. Bariy ortoyodatlarga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:





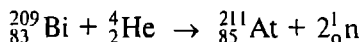
Ortoperyodatlar yodatlarni xlor ishtirokida oksidlanganda ham hosil bo'ladi:



KJ ni ishqoriy muhitda elektroliz qilib ham ortoperiodatlar olish mumkin. Peryodatlarga tegishli tarkibida suv saqllovchi kislotalardan  $\text{HJO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  olingan ( $\text{H}_5\text{IO}_8$ ). Shunga o'xshash kompleks  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HJO}_4$  ( $\text{H}_5\text{IO}_4$ ) birikma ham bor.

## 26.6. Astat

**Astat (Astatine).** Astat tabiatda deyarli uchramaydi. Astat 1940-yilda sun'iy yo'l bilan olingan. Agar vismut atomlariga  $\alpha$ - nurlar ta'sir ettirilsa astat hosil bo'ladi:



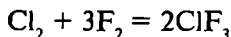
${}^{211}_{83}\text{At}$  ning yarimyemirilish davri 7,2 soat. Astat so'zi ham grekcha «beqaror» degan ma'noni beradi.

Astatda metallik xossalar ustun turadi. Astatning yarimyemirilish davri juda kichik, uning xossalarini o'rganish juda qiyin.

Astat birikmalari elektroliz qilinganda katodda astat ajraladi. Uning ko'p xossalari galogenlarnikiga o'xshab ketadi. Astat ham benzolda yaxshi eriydi. Kumush astatid —  $\text{AgAt}$  suvda erimaydi. Astatning kuchli kislotali eritmalariga  $\text{H}_2\text{S}$  ta'sir ettirilsa u  $\text{At}_2\text{S}$  holda cho'kadi. Astat o'z birikmalarida -1, +1 va +5 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Uning +7 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmasi hanzugacha olinmagan.

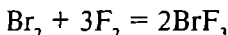
## 26.7. Galogenlarning o'zaro hosil qilgan birikmalari

Galogenlarning o'zaro hosil qilgan birikmalari juda xilma-xil ekanligini ta'kidlash zarur. Bulardan xlor (III) ftorid  $\text{ClF}_3$  suyuq modda (suyuqlanish harorati  $-83^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $+12^\circ\text{C}$ ).  $\text{ClF}_3$  — sanoatda ftor bilan xlorning ( $250^\circ\text{C}$  da) o'zaro ta'siridan olinadi:



Agar jarayonda xlor mo'l olinsa xlormonoftorid — ClF hosil bo'ladi. ClF<sup>-</sup> gazsimon modda (suyuqlanish harorati -154°C, qaynash harorati -100,8°C).

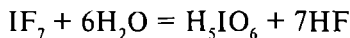
Agar bromga bevosita ftor ta'sir ettirilsa brom (III) ftorid BrF<sub>3</sub> hosil bo'ladi:



Brom (III) ftorid qizil rangli suyuqlik (suyuqlanish harorati 9°C, qaynash harorati 126°C). Galogenlarning yuqoridagi ftorli birikmalari suv va organik moddalar ta'sirida oson portlash xossasiga ega.

Brom (V) ftorid - BrF<sub>5</sub> va IF<sub>5</sub> rangsiz moddalar. IF<sub>5</sub> (suyuqlanish harorati 9,6°C) qattiq modda hisoblanadi.

Xlor va yodda ftor bilan +7 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ham keyingi paytlarda olingan. IF<sub>7</sub>, IO<sub>3</sub>F, BrF<sub>7</sub> birikmalari reaksiya qobiliyati juda yuqori bo'lgan birikmalardir. Masalan, yod geptaftoridning suv bilan ta'siridan yodning kislorodli kislotalari(H<sub>5</sub>IO<sub>6</sub>) olinadi:



## **26.8. Galogenlar birikmalarining tibbiyotdagi ahamiyati**

Galogenlar muhim biokimyoviy ahamiyatga ega. Ftor suyak va tish emalining tarkibiga kiradi. Odam organizmida 2,6 g gacha ftor bo'ladi. Organizmga ftor asosan ichimlik suvi bilan kiradi. Ichimlik suvida ftorning miqdori 1—1,5 mg/ ml ni tashkil etishi kerak. Organizmida ftorning yetishmasligi yoki ortiqchaligi tish kasalligiga sabab bo'ladi.

Xlor bo'lsa organizmida xlorid ioni (Cl<sup>-</sup>) shaklida bo'ladi. Xlorid ioni to'qima hujayralarida elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi. Me'da shirasi tarkibida xlorid kislota bo'lib, u ovqatni hazm qilish, fermentlar faoliyatini me'yorida saqlash uchun zarur. Natriy xlorid qonning osmotik bosimini doimiy bo'lishini hamda eritrositlar faoliyatini me'yorida saqlash uchun kerak. Organizmning xlorid ioniga bo'lgan ehtiyoji osh tuzi hisobiga qondiriladi. Odam organizmida 29 g ga yaqin xlor bo'ladi.

Bromning biokimyoviy ahamiyati to'la o'rganilgan emas.

Yod modda almashinuvini boshqaradi va organizmning to'g'ri rivojlanishiga ta'sir ko'rsatadi. Organizmda yodning yetishmasligi bo'qoq kasalligiga olib keladi. Elementar yod mikroblarni o'ldirish xossasiga ega, yaralarga surtish uchun uning spirtli eritmasi ishlatiladi.

Tibbiyotda galogenlarning birikmalari dori moddasi sifatida keng qo'llaniladi. Natriy xloridning 0,9% li eritmasi izotonik eritma deyiladi va organizm ko'p suyuqlik yo'qotganda qonga quyiladi. Kalsiy xlorid qon to'xtatuvchi modda sifatida hamda allergiya, shamollashga qarshi ishlatiladi.  $\text{CaCl}_2$  magniy tuzlari bilan zaharlanganda ham qo'llaniladi.

Ammoniy, kaliy, natriy bromidlar asab kasalliklarida tinchlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.

Kalsiy yodid ko'z kasalliklarida (glaukoma, katarakta) va simob tuzlari bilan zaharlanganda tavsiya etilgan.

Galogenlarning xilma-xil organik birikmalari turli kasalliklarni davolashda dori moddasi sifatida ishlatiladi.

## 26- bobga oid savol va masalalar

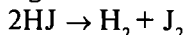
1. Ftor va xlor atom tuzilishlariga asoslanib, ularning birikmalarida necha valentli bo'la olishligini ko'rsating.

2. Galogenlarning laboratoriyada va sanoatda olinish reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

3. Galogenlarning suv bilan hamda sovuq va qaynoq ishqor eritmalari bilan reaksiyasi tenglamalarini yozing.

4. Galogenovodorodlarning olinish usullarini misollarda ko'rsating. HJ ni odatdagi kislotalar olish usullari bilan hosil qilib bo'lmashligini tushuntiring.

5.  $300^\circ\text{C}$  haroratda quyidagi muvozanatda turgan sistemada HJ ning



termik dissotsialanish darajasi 20%, muvozanat holatidagi konsentratsiyasi 0,96 mol / l bo'lsa,  $\text{H}_2$  va  $\text{J}_2$  ning muvozanat holatidagi konsentratsiyasini hisoblang. (Javob: 0,12 mol / l).

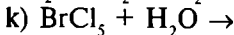
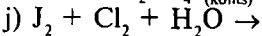
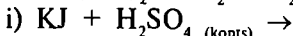
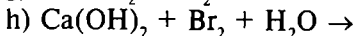
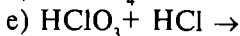
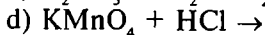
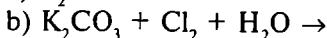
6. Marganes (IV) oksidiga necha ml 2 M xlorid kislota eritmasini ta'sir ettirganda, ajralib chiqqan xlor bilan kaliy yodid eritmasidan 25,4 g yodni siqib chiqarish mumkin bo'ladi? (Javob: 200 ml).

7. Quyidagi qatorda kislotalarning barqarorligi, oksidlovchilik va kislotalik xossalari qanday o'zgaradi?  $\text{HOCl} \rightarrow \text{HOCl}_2 \rightarrow \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4$ .

8. 168 g kaliy gidroksididan qancha bertole tuzini olish mumkinligini hisoblang. (*Javob*: 61,2 g).

9. Kalsiy karbonat, natriy xlorid va suvdan foydalangan holda qanday qilib xlorli oxak olish mumkin? Reaksiya tenglamalarini yozing. Bunda qanday qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'ladi?

10. Quyidagi reaksiyalarni tugallang va tenglashtiring:



11. Dori moddalar sifatida ishlatiladigan quyidagi galogenlar birikmalarining qanday maqsadlarda ishlatilishini ayting:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{J}_2$ ,  $\text{KJ}$ .

12. Galogenlar oksidlarining olinish reaksiyalarini yozing.

13.  $\text{HJO}_3$  ni erkin yoddan, marganes (IV) oksididan hamda suvdan foydalanib, qanday hosil qilish mumkin? Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

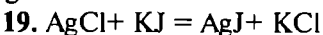
14. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshiruvchi reaksiya tenglamalarini yozing:  $\text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{ClO}_2$ .

15. Xlorning kislorodli kislotalari struktura formulalarini yozing.

16. 2 n 250 ml natriy gidroksid eritmasini neytrallash uchun vodorod xlorid gazidan (n.sh.) qancha hajm kerakligini hisoblang (*Javob*: 11,2 l).

17. 25 ml 2,5 M xlorid kislota eritmasini tayyorlash uchun 6,0 M eritmadan necha ml kerakligini hisoblang (*Javob*: 10,4 ml).

18.  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{J}_2$  larning natriy tiosulfat bilan reaksiyalari tenglamasini tuzing.



Mana shu reaksiyaning borishi yoki bormasligini asoslang.

20.  $F_2$  va  $Cl_2$  molekulari tuzilishini izohlang. Qaysi molekula mustahkamroq?

21. F, Cl, Br, J qatorda ionlanish energiyasi qanday o'zgaradi?

22. Qaysi oksidlanish darajasida galogenlar faqat:

a) qaytaruvchi, b) oksidlovchi, d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'ladi?

23.  $ZnCl_2$  va  $SiCl_4$  larning gidrolizlanish tenglamalarini yozing.

24. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tugallang:

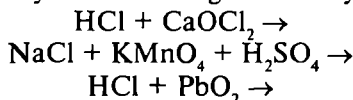
a)  $HCl_{(konts)} + PbO_2 \rightarrow$  b)  $Cl_2 + KOH \rightarrow$  d)  $HCl_{(konts)} + KClO_3 \rightarrow$

25. Xlorning suv bilan reaksiyasining molekular va ionli tenglamalarini yozing. Shu sistemaga: a) kislota, b) ishqor, d) natriy xlorid qo'shilganda muvozanat qaysi tarafga siljishini ko'rsating.

26. 100 ml 36% li ( $\rho = 1,18 \text{ g/sm}^3$ ) xlorid kislota 50 g kaliy permanganat bilan reaksiyaga kirishganda ajralib chiqqan gaz hajmini (n.sh.) hisoblang.

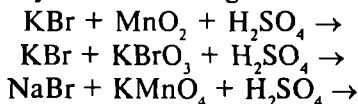
27. Tarkibida HCl va HBr tutgan 20 ml eritmani neytrallash uchun 5 ml 0,4 n ishqor eritmasi sarflangan. Xuddi shu hajmli kislotalar eritmasiga kumush nitrat eritmasi qo'shilganda 0,3315 g cho'kma hosil bo'lgan. Dastlabki eritmadagi kislotalarning molar konsentratsiyalarini aniqlang.

28. Quyidagi reaksiyalarda xlarning olinishini yozing:



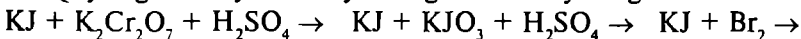
Tenglamalar koeffitsiyentlarini yarim reaksiyalar usulida toping.

29. Quyidagi reaksiyalarda bromning olinishini yozing:



Yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

30. Quyidagi reaksiyalardan yodning olinishini yozing:



Tenglamalar koeffitsiyentlarini yarim reaksiya usulida qo'ying.

31.  $F_2$  va  $Cl_2$  molekularining bog'lanish tabiatini ko'rsating va molekularning mustahkamligi va kimyoviy aktivligidagi farq nimaga asoslanganligini tushuntiring. HF, HCl, HBr, HJ molekularining barqarorligi har xilligining sababi nimadan iborat?

32. Quyidagi reaksiyalarda nima hosil bo'ladi?



Tenglamani elektron-balans usulida tenglashtiring.

33. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan reaksiyalarni yozing:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaOCl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HOCl}$ .

34. Qizdirilgan kaliy gidroksid eritmasiga 10 l xlor gazi qo'shilganda n.sh.da hosil bo'ladigan modda suv bug'latilgandan so'ng ajratib olindi va yana qizdirildi. Bunda qancha hajm kislorod hosil bo'ladi?

35. Xlor bilan suv orasida bo'ladigan ta'sir paytida qanday moddalar hosil bo'ladi? Bu yerda sodir bo'ladigan kimyoviy muvozanatni surish uchun nima qilish kerak?

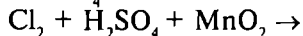
36. Kaliy yodid va kaliy bromiddan 20 g dan yod va brom olish uchun hammasi bo'lib n.sh. da qancha xlor kerak bo'ladi?

37. Quruq holdagi kaliy permanganatga konsentrlangan xlorid kislota ta'sir ettirilganda va qizdirilganda n.sh. da 20 l xlor olish uchun necha g kaliy permanganat zarur bo'ladi?

38. Natriy ftorid, natriy xlorid va natriy yodid tuzlariga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilganda bir xil reaksiyalar ketadimi? Javobingizni kimyoviy reaksiyalar bilan tushuntiring.

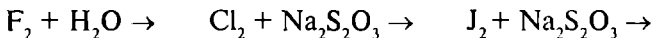
39. Osh tuzidan foydalanib natriy perxlorat olishga imkon beradigan reaksiyalar ketma-ketligini yozing.

40. Quyidagi reaksiyalarda qanday mahsulotlar hosil bo'lishini ko'rsating:



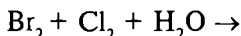
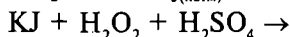
41. Kaliy xloratning laboratoriyada va sanoatda olinish reaksiyalarini yozing.

42. Quyidagi reaksiyalarda qanday mahsulotlar hosil bo'lishini ko'rsating va reaksiya koeffitsiyentlarini toping:



43. Kumush xlorid va kumush yodidga ammiak ta'sir ettirib ularni ajratish mumkin. Bunday ajratish usuliga sabab bo'ladigan reaksiyalarni yozing.

44. Quyidagi reaksiyalar mahsulotlarini yozing va reaksiyani tenglashtiring:



## 27-bob. VIII A GURUH ELEMENTLARI TAVSIFI

Bu guruh elementlari VIII guruhning asosiy guruhini tashkil etadi. Ularga geliy, neon, argon, kripton, ksenon va radon kirib, ular nodir gazlar yoki inert gazlar deb ataladi. Shu paytgacha geliy, neon va argon birikmalari olinmagan. Bu guruh elementlari gazlar qatoriga kirsam ham ularning molekullari tarkibida faqat bittadan atom bor.

Geliydan tashqari bu guruh elementlarining tashqi qavatidagi elektronlar soni 8 taga teng. Bunday atomlar tashqi qavati juda barqaror hisoblanadi.

Inert gazlar yuqori ionlanish potensialiga ega. Shuningdek, atom radiusi va odatdagi sharoitdagi zichligi neondan radonga (50-jadval) qarab ortib boradi.

50-jadval

### Nodir gazlarning eng muhim kattaliklari

| Asosiy kattaliklar               | He              | Ne                              | Ar                              | Kr                              | Xe                              | Rn                              |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Atom massa                       | 4,002           | 20,98                           | 39,94                           | 83,80                           | 131,30                          | [222]                           |
| Valent elektronlar               | 1s <sup>2</sup> | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> | 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> | 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> | 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> |
| Atom radiusi                     | 0,122           | 0,160                           | 0,192                           | 0,198                           | 0,218                           | 0,22                            |
| Gazning zichligi, g/l            | 0,18            | 1,90                            | 1,78                            | 3,71                            | 5,85                            | 9,73                            |
| Ionlanish energiyasi, eV         | 24,59           | 21,57                           | 15,76                           | 14,00                           | 12,13                           | 10,78                           |
| E <sub>o</sub> E <sup>+</sup>    |                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |
| Suyuqlikka aylanish harorati, °C | -268,9          | -246,0                          | -185,9                          | -153,2                          | -108,1                          | -61,9                           |
| Qotish har. °C                   | -271,4          | -248,6                          | -189,3                          | -157,4                          | -111,85                         | -71                             |
| Havodagi miqdori, hajm. %        | 0,0005          | 0,0016                          | 0,93                            | 10 <sup>-4</sup>                | 10 <sup>-5</sup>                | 10 <sup>-12</sup>               |

Inert gazlar ichida eng past suyuqlikka aylanish va qotish harorati geliyda kuzatiladi. Hajmiy jihatdan argon havoda 0,93 % ni tashkil etadi. Qolgan inert gazlar bir muncha kam tarqalgan.

## 27.1. Geliy, neon va argon

**Geliy (Helium).** 1868-yilda astronomlar P.Janson va D.Loker tomonidan quyosh spektrini o'rganish jarayonida ochilgan. Spektrlardagi yangi chiziqliq (to'q sariq) yangi kimyoviy element deb qabul qilingan. Keyinchalik Ramzay shunday spektrga ega bo'lgan moddani yerda borligini topdi va u geliy deb ataldi ( grekcha «geluos» — quyosh).

Xossalari jihatidan molekular vodorodga o'xshab ketadi. Geliy gaz modda (suyuqlanish harorati  $-269^{\circ}\text{C}$ , qaynash harorati  $272^{\circ}\text{C} - 2,5 \cdot 10^3 \text{ kPa}$ ). Bir l suvda 10 ml atrofida geliy eriydi.

Odatdagi sharoitda inert gaz, lekin kuchli qo'zg'atilsa molekular geliy ionini ( $\text{He}^{2+}$ ) hosil qiladi.

Yulduzlarda, quyoshda, kometalarda geliy borligi aniqlangan. Quyosh va yulduzlarda vodorodning geliyga aylanish termoyadro reaksiyasi sodir bo'ladi:



Suyuq geliy fizikada juda past haroratli muhit hosil qilish uchun ishlatiladi. Gazsimon geliy metallarni payvand qilishda inert muhit sifatida, oziq ovqat sanoatida konservant sifatida ishlatiladi.

**Neon va argon(neonum, argonum).** Neon ham juda past suyuqlanish haroratiga ( $-248,6^{\circ}\text{C}$ ) va qaynash haroratiga  $-245,9^{\circ}\text{C}$  ega bo'lgan element. Neonning eruvchanligi ancha yuqori.

Neon ham molekular neon ionini ( $\text{Ne}^{2+}$ ) kuchli qo'zg'atilganda hosil qiladi. Neon fotoelementlar tayyorlashda, yoritgichlar yasashda ishlatiladi.

Tabiatda neonning uchta barqaror izotopi mavjud:  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^{21}\text{Ne}$  va  $^{22}\text{Ne}$ .

Oddiy modda holatida argonning suyuqlanish harorati ( $-189,3^{\circ}\text{C}$ ) va qaynash harorati ( $-185,9^{\circ}\text{C}$ ) ancha yuqori. Argonning adsorbsiya qilish xossasi ham kuchliroq.

Argon ba'zi moddalarning mag'ziga singib ketib, birikmalar hosil qiladi. Suv, fenol, toluol tarkibida ana shunday birikmalar hosil bo'lishi kuzatilgan.  $-42,8^{\circ}\text{C}$  da parchalanadigan  $\text{Ar} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  tarkibli argon gidrati ma'lum.



Argon metallurgiya va kimyoviy jarayonlarda ishlatiladi. Argonli payvandlash ayniqsa aluminiy qotishmalarini ulashda, elektrotexnikada, yadro energetikasida keng qo'llaniladi.

Argonning ham uchta barqaror izotoplari:  $^{40}_{18}\text{Ar}$  (99,600%),  $^{38}_{18}\text{Ar}$  (0,063%) va  $^{36}_{18}\text{Ar}$  (0,037%) ma'lum.

**Olinishi.** Nodir gazlarni olish uchun suyuq havo fraksion haydaladi. Qaynash haroratiga qarab havo haydalganda uch qismga bo'linadi:

- geliy ( $-269^{\circ}\text{C}$ ), neon ( $-246^{\circ}\text{C}$ ) va azot ( $-196^{\circ}\text{C}$ );
- argon ( $-186^{\circ}\text{C}$ ), kislorod ( $-183^{\circ}\text{C}$ );
- kislorod, kripton ( $-153^{\circ}\text{C}$ ) va ksenon ( $-108,1^{\circ}\text{C}$ ).

Geliy va neon ko'mirda adsorbsiya va desorbsiya qilish usulida bir-biridan ajratiladi.

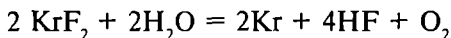
Argon ikkinchi fraksiyadan rektifikatsiya yo'li bilan ajratiladi. Kripton va ksenon uchinchi fraksiyadan ajratiladi.

## 27.2. Kripton guruhchasi elementlari

Kripton rangsiz, hisdsiz gaz. Bir litr suvda 110 ml ( $0^{\circ}\text{C}$ ) kripton eriydi. Argonga o'xshash suvda, fenol, toluol, atsetonda singish (klatrat) birikmalari hosil qiladi.

Bunday birikmalarga  $\text{Kr} \cdot 5,75\text{H}_2\text{O}$ ;  $2,14\text{Kr} \cdot 12 \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_3$ ;  $2,14\text{Kr} \cdot 12\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  kiradi.

Kripton va atomar fluor elektr razryadi ta'sirida kripton (II) ftorid hosil qiladi. Bu modda o'tkir hidli rangsiz kristall,  $-30^{\circ}\text{C}$  da sublimatsiyalanadi.  $\text{KrF}_2$  suvda eriganida parchalanadi:

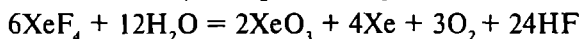
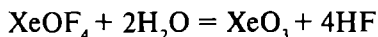
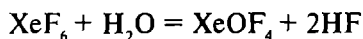


Erkin holda kripton elektr lampalarni to'ldirish uchun ishlatiladi. Kripton (II) ftorid esa fluorlovchi agent sifatida amaliyotda qo'llaniladi.

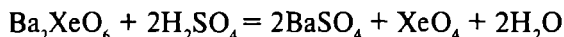
**Ksenon.** Ksenon molekulasining qutblanuvchanligi geliyga nisbatan 20 marta yuqori. Ksenon  $-112^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanuvchi gaz modda. Ksenonning eruvchanligi, adsorbsiya qilish xususiyati ancha yuqori. Ksenon ftoridlari ksenonga fluor ta'sir qilib olinadi.

Ksenon (II) florid ( $\text{XeF}_2$ ) kristall modda (suyuqlanish harorati  $140^\circ\text{C}$ ),  $\text{XeF}_4$  (suyuqlanish harorati  $114^\circ\text{C}$ ),  $\text{XeF}_6$  (suyuqlanish harorati  $46^\circ\text{C}$ ).

Ksenon (VI) oksidi ( $\text{XeO}_3$ ) — oq qattiq modda, oson portlaydi.  $\text{XeF}_6$  gidrolizlanishida hosil bo'ladi:



Ksenon (VIII) oksidi —  $\text{XeO}_4$ , odatdagi sharoitda gaz modda. Suvsiz sulfat kislotaga bariy ksenat ta'sir ettirib olinadi:



$\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}_2\text{XeO}_6 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  tuzlari barqaror, lekin suvda erimaydi.

Ksenon oksidlari qattiq qoldiq qoldirmaydigan portlovchi moddalar tayyorlashda, atom texnikasida, shuningdek fluorlovchi va oksidlovchi agentlar sifatida keng qo'llanilmoqda.

---

## KIMYO FANI VA SANOATNING ISTIQBOLLARI

O'zbekistonda kimyo fani jadal suratlar bilan rivojlanmoqda. Mamlakatimizda O'zbekiston fanlar akademiyasi tasarrufida bo'lgan kimyo sohasiga tegishli 6 ta ilmiy tekshirish institutlari faoliyat ko'rsatmoqda. Bularga umumiy va noorganik kimyo, o'simlik moddalari kimyosi, bioorganik kimyo, polimerlar fizikasi va kimyosi, O'zbekiston farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti va boshqalarni olish mumkin. Bundan tashqari, universitetlarning kimyo fakultetlarida, kimyo texnologiya instituti, shuningdek Toshkent farmatsevtika institutining qator kafedralarida kimyo faniga tegishli eng dolzarb masalalarni hal etish yo'lida katta ilmiy izlanishlar olib boriladi.

Mamlakatimiz kimyo sanoati uchun zarur bo'lgan xomashyolar — tabiiy gaz, neft, toshko'mir, mineral rudalar ko'pligi ilmiy izlanishlar olib borish uchun yangidan yangi kimyoviy moddalarni yaratishga va kerakli mahalliy xomashyolar zaxirasidan foydalanish imkoniyatlarini beradi. Kimyogar olimlar o'simliklar va hayvonot dunyosining zaxiralaridan ekologik toza, yuqori samarali va kerakli kimyoviy moddalar va dori-darmonlar yaratish ustida izlanishlar olib bormoqdalar.

Kelajakda kimyo fani va sanoati oldida olamshumul yangiliklar yaratish turibdi. Yangi ustivor yo'nalishlardan biri nanotexnologiya usullaridan foydalanish orqali yangi materiallar yaratishdir. Bu jarayonda alohida atomlar bilan ishlash texnologiyalari nazarda tutiladi. Nanometr (nm) metrning milliarddan bir bo'lagi hisoblanadi. Atomlarning o'lchami bir necha nanometrni taskil etadi. Polimer oqsillar esa 50—900 nm, ribosomalar va ba'zi tranzistorlar 20 nm o'lchamga ega. Nanotexnologiyalar davri 1981-yilda boshlanib, shveysariyalik ikkita muhandis Gerd Binig va Geynrix Porer nuxsa oluvchi tunel mikroskopini yaratganlaridan so'ng avj olib ketdi. Bu mikroskop juda oddiy tuzilgan bo'lib, u haddan tashqari kichik igna va unga kichik kuchlanish berilsa, tekshiralayotgan material sirtida igna harakatlanadi. Igna uchidan sirtga elektronlar o'tib, modda sirtida tokni tozalashi orqali alohida atomlarni «ko'rish» mumkin. Keyinchalik tunel mikroskopini atomlarni nafaqat ko'rish, balki ularni kerakli joyga qo'yish mumkinligini ko'rsatdi.

Atomlarni alohida «g'ishtlar» deb qarab, nanotexnologiya usullari yordamida oldindan xossalari ma'lum bo'lgan har qanday materiallarni yasash mumkin bo'ladi. Hozirgi paytda nanotexnologiya usullari bilan

yaratilgan materiallar ishlab chiqilmoqda. O'simlik xomashyolaridan biofaol moddalarni ajratib olishda ham bu texnologiya ishlatilayotganligi va samarali dori turlari olinganligi to'g'risida ma'lumotlar bor. Tibbiyot va farmatsiyaga ham shunday ustivor texnologiyalardan foydalanish qarilikning oldini olish, xafli o'smalarni boshlang'ich davrida davolash, toqimalardagi hujayralarning faoliyatini boshqarish, yangi dori-darmonlar yaratish va boshqa yangiliklarni yuzaga keltiradi.

Keyingi yillarda O'zbekistonda kimyo sanoati jadal rivojlanayotganligi kimyo korxonalari chiqindisiz texnologiyalardan foydalanayotganligi juda ahamiyatlidir. Hozirgi paytda respublikamizda quyidagi korxonalar faoliyat ko'rsatmoqda:

— **Chirchiq elektrokimyo kombinati.** Qishloq xo'jaligi uchun muhim bo'lgan ammiak, selitra, karbamid, yuqori konsentratsiyali nitrat kislota, vodorod, karbonat angidrid, natriy, kaliy metallari, mis-rux-aluminiy katalizatorlari va boshqalar ishlab chiqaradi. Kombinatning asosiy xomashyosi havodan (azot va kislorod) olinadi. Metanni parchalash orqali atsetilen va vodorod olinib ulardan juda ko'p mahsulotlar tayyorlanadi. Xuddi shunday mineral o'g'itlar **Navoiy azot** va **Farg'ona azot** birlashmalarida ham amalga oshiriladi.

— **Olmalik «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi,** Samarqand kimyo zavodi, Navoiy azot ishlab chiqarish birlashmasi, Qo'qon superfosfat zavodi ham asosan fosforli, azotli va boshqa o'g'itlar ishlab chiqarishga moslashtirilgan.

— **Sho'rtan neft-kimyo sanoati birlashmasi** zavodlarida ham kimyo sanoatining qator muhim mahsulotlari ishlab chiqariladi. Bu korxonalarda neftning yo'ldosh gazlari qayta ishlanib, yuqori bosimli polietilen olinadi.

— **Kaustik soda zavodi** O'zbekistonda amalga oshirilgan katta ishlardan biridir. Mamlakatimizda yuqori sifatli soda olishni solvey usuli asosida amalga oshirilmoqda. Bu usulda eng asosiy xomashyo osh tuzi, karbonat angidrid, ammiak va suv hisoblanadi. Bu xomashyolarning zaxiralari mamlakatimizda yetarli miqdorda mavjud.

— **Neftni qayta ishlash korxonalari.** O'zbekistonda yirik 5 ta neftni qayta ishlash zavodlari (Farg'ona, Buxoro, Muborak, G'uzor, Oltiariq) bor. Ularda kimyo va dori-darmon sanoati uchun zarur bo'lgan qator xomashyo mahsulotlari ishlab chiqariladi.

Yuqoridagilardan boshqa respublikada qator qurilish materiallari korxonalari, yog'-moy zavodlari, oziq-ovqat va yengil sanoati korxonalari borki ularda ham kimyo sanoati uchun zaruriy mahsulotlar yetarli miqdorda olinadi.

Ayniqsa Qoraqumda katta fosforitlar konining ochilganligi fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishni kengaytirishga imkon beradi.

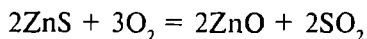
**Inson va biosfera, kimyodagi ekologik muammolar.** Biosfera faqat muhitgina bo'lmagan inson yashaydigan makondir. Inson shu makonda yashar ekan u sayyoramizdagi ekosistemalarning biri hisoblanadi.

Hayot faoliyati davomida elementlarning aylanishi sodir bo'ladigan haqiqiy biologik chegara ekosistema deyiladi.

Inson o'z hayot faoliyati davomida anorganik moddalardan organik moddalar yarata olmaydi u tabiatdan organik moddalarni faqat tayyor holda o'simlik yoki hayvonlardan oladi. Inson uchun kerak bo'ladigan havo toza bo'lishi kerak.

Inson o'zi hayot faoliyati davrida tabiatning biogen aylanishiga putur yetkazishi mumkin. Atrof-muhitni sanoat, kimyo korxonalari, insonning hayot faoliyatida hosil bo'ladigan chiqindilar buzadi. Odatda, havoda juda kichik qattiq zarrachalar va zaharli gazlar bor.

Havoga metall oksidlarini kuydirishdagi chiqindilar, masalan sulfidlar yongandagi gazlar chiqadi:



Havoga tarqalgan gazlar tarkibida  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  va boshqa gazlar bo'lib, ularning suv bilan ta'sirida kislotalar hosil qiladi va yerga yana kislotali yomg'irlar kabi qaytib keladi. Odatda, yomg'ir suvida pH 5,6 ga teng bo'lishi kerak. Lekin ba'zan atmosferaga chiqindi gazlarning otilishi oqibatida sanoat korxonalari yaqinida yomg'ir suvining pH qiymati 4,3 va hatto 1,5 gacha kamayganligi kuzatilgan. Bunday kislotali yomg'irlar o'simliklar hayoti va o'rmonlar uchun zararli. Kislotali yomg'irlar hovuzlar va suv havzalarini to'ldirganligi uchun ular baliqlar va suv hayvonlariga ancha zarar keltiradi.

Ayniqsa ichki yonuv dvigatellaridan chiqadigan  $\text{CO}$ , azot oksidlari, ozon atmosferani ifloslantiradi. Ayniqsa yoqilg'iga qo'shiladigan qo'rg'oshinning organik birikmalari (tetraetil qo'rg'oshin) atmosferaga qo'rg'oshin galogenidlari holatida tarqaladi. Katta shaharlarda qo'rg'oshin miqdori ruxsat etilgan holatdan minglab marta oshib ketadi.

Sanoat miqyosida simob va kadmiy kabi zaharli metallarning ishlatilishi va ulardan oqava suv orqali atmosferaning buzilishi ko'p sodir bo'ladi.

Atmosfera va atrof-muhitning zararlanishidan turli kasalliklar kelib chiqishidan tashqari u yoki bu geografik joylanishga bog'liq kasalliklar ham mavjuddir. Ana shu kasalliklar endemik kasalliklar deyiladi.

Kimyoviy elementlarning turli hududlarda konsentratsiyasi har xiligi shu tumanlarda o'ziga xos biokimyoviy reaksiyalar ketishini ko'rsatadi. Masalan, Boshqirdistonda mis ko'p tarqalgan, Armanistonda molibden, O'rta Osiyoda yod yetishmasligi, O'zbekistonning janubiy viloyatlarida atrof-muhitni ftor bilan zararlanishi turli o'ziga xos endemik kasalliklarni ko'payishga olib keladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *H.C. Ахметов*. Общая и неорганическая химия «Высшая школа». М., 2002.
2. *K.M.Ahmerov, A.Jalilov, R.S.Sayfitdinov*. Umumiy va anorganik kimyo, T., «O'zbekiston», 2006.
3. *N.A.Parpiev, H.Rahimov, A.G.Muftaxov*. Anorganik kimyoning nazariy asoslari. T., «O'zbekiston», 2002.
4. *N.A.Parpiev, A.G.Muftaxov, H.R.Rahimov*. Anorganik kimyo. T., «O'zbekiston», 2003.
5. *H.R. Raximov*. Anorganik ximoya. Oliy o'quv yurt. Ximiya ixtisosligi bo'yicha ta'lim oluvchi stud. uchun darslik. Qayta ishlangan to'ldirilgan 2-nashri. T. «O'qituvchi», 1984.
6. *A.И. Горбунов*. Теоретические основы общей химии. М., 2001.
7. *Д.А.Князев*. Неорганическая химия: учеб. для ВУЗов /Д.А.Князев, С.Н.Смарыгин. — 3-изд. испр. — М.: Дрофа, 2005.
8. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для ВУЗов/ Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С. Берлянд и др.; под ред. Ю.А.Ершова — 4 изд., — М.: Высшая школа, 2003.
9. *Э.Т.Оганесян*. Неорганическая химия. — М., Высшая школа, 1984.
10. *Е.Я.Левитин, А.Н.Бризицкая, Р.И.Клюева*. Общая и неорганическая химия: Учебник для студентов фармац. ВУЗов и фармац. Фак. медВУЗов. Х.: Изд-во НФАУ: Золотые страницы. 2002.
11. *Н.А. Глинка*. Задачи и упражнения по общей химии.- Ленинград, химия, 1985.
12. *З.Б. Васильева, А.А. Грановская, А.А. Танерова*. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. — Ленинград, Химия, 1986.
13. Anorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar: Farmatsevtika instituti talabalari uchun o'quv qo'llanmasi (Mualliflar: S.N. Amoniv, E.T.To'y-chiyev, R.Ristanbekov va boshq. S.N.Aminov tahriri ostida). — T.: Abu Ali ibn Sino nomidagi tibbiyot nashr., 1998.

---

## MUNDARIJA

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| Soʻz boshi.....                                             | 3 |
| Zamonaviy muammolarni hal etishda kimyo fanining oʻrni..... | 6 |

### I QISM. UMUMIY KIMYO

#### *1-bob. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI. KIMYONING TARIXI*

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1.1. Kimyoning asosiy qonunlari.....               | 13 |
| 1.2. Gazlar qonunlari.....                         | 18 |
| 1.3. Asosiy tushunchalar.....                      | 20 |
| 1.4. Gazlarning molekulyar massasini aniqlash..... | 22 |
| 1.5. Atom massani aniqlash usullari.....           | 22 |

#### *2-bob. MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI*

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.1. Moddalarning qattiq holati.....           | 28 |
| 2.2. Suyuqliklar tuzilishi.....                | 31 |
| 2.3. Moddalarning gaz va boshqa holatlari..... | 33 |

#### *3-bob. ANORGANIK MODDALARNING SINFLARI*

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1. Oksidlar.....   | 35 |
| 3.2. Asoslar.....    | 40 |
| 3.3. Kislotalar..... | 42 |
| 3.4. Tuzlar.....     | 47 |

#### *4-bob. KIMYOViy REAKSIYALARNING ENERGETIKASI VA YOʻNALISHI*

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 4.1. Kimyoviy reaksiyalarning energetikasi..... | 55 |
| 4.2. Termokimyoviy hisoblashlar.....            | 58 |
| 4.3. Kimyoviy reaksiyalarning yoʻnalishi.....   | 62 |

#### *5-bob. KIMYOViy REAKSIYALARNING TEZLIGI*

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 5.1. Reaksiyalar tezligi.....                             | 73 |
| 5.2. Reaksiya tezligiga taʼsir etuvchi omillar.....       | 74 |
| 5.3. Reaksiya tezligiga haroratning taʼsiri.....          | 75 |
| 5.4. Reaksiyalarning molekulyarligi va tartibi.....       | 78 |
| 5.5. Murakkab reaksiyalar.....                            | 80 |
| 5.6. Kataliz. Katalitik reaksiyalar.....                  | 82 |
| 5.7. Kimyoviy muvozanat.....                              | 85 |
| 5.8. Kimyoviy reaksiyalarning mexanizmi.....              | 87 |
| 5.9. Kimyoviy jarayonlarning sodir boʻlish shartlari..... | 89 |

## **6-bob. ERITMALAR**

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1. Eritmalar konsentratsiyasi.....                              | 96  |
| 6.2. Eruvchanlik. Erish mexanizmi.....                            | 99  |
| 6.3. Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari.....                  | 101 |
| 6.4. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi.....                  | 106 |
| 6.5. Dissotsilanish darajasi.....                                 | 107 |
| 6.6. Eruvchanlik ko'paytmasi.....                                 | 110 |
| 6.7. Ionli reaksiyalar va ionlar muvozanatining siljishi.....     | 111 |
| 6.8. Suvning ion ko'paytmasi.....                                 | 113 |
| 6.9. Indikatorlar haqida tushuncha.....                           | 114 |
| 6.10. Kislota va asoslar to'grisidagi zamonaviy tassavurlar.....  | 116 |
| 6.11. Aktivlik, aktivlik koeffitsienti. Eritmaning ion kuchi..... | 119 |

## **7-bob. TUZLAR ERITMALARINING GIDROLIZI**

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 7.1. Gidroliz turlari.....        | 129 |
| 7.2. Gidroliz konstantasi.....    | 133 |
| 7.3. Gidrolizlanish darajasi..... | 134 |

## **8-bob. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI**

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining nazariyasi.....   | 142 |
| 8.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglashtirish..... | 143 |
| 8.3. Oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarining turlari.....     | 144 |
| 8.4. Oksidlovchi va qaytaruvchining ekvivalenti.....            | 150 |
| 8.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari potentsiallari.....   | 151 |
| 8.6. Elektroliz.....                                            | 153 |
| 8.7. Metallar korroziyasi.....                                  | 158 |

## **9-bob. D.I.MENDELEYVNING DAVRIY QONUNI VA ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI**

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1. Davriy sistemaning tuzilishi.....                                | 166 |
| 9.2. Elementlar va ularning birikmalari xossalariidagi davriylik..... | 168 |
| 9.3. Davriy jadvaldagi qonuniyatlar.....                              | 170 |

## **10-bob. ATOM TUZILISHI**

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Atomning yadroviy tuzilishi.....           | 172 |
| 10.2. Izotoplar, izobarlar va izotonlar.....     | 175 |
| 10.3. Yadro reaksiyalari.....                    | 176 |
| 10.4. Atomlar spektri.....                       | 179 |
| 10.5. Nurning kvant nazariyasi.....              | 180 |
| 10.6. Kvant mexanikasining nazariy asoslari..... | 181 |
| 10.7. Elektron bulut.....                        | 182 |
| 10.8. Shredinger tenglamasi.....                 | 183 |



|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| 10.9. Kvant sonlar.....                           | 184 |
| 10.10. Atom elektron qavatlarining tuzilishi..... | 185 |

### **11-bob. KIMYOVIY BOG'LANISH VA MOLEKULA TUZILISHI**

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 11.1. Kimyoviy bog'lanishning tabiati.....               | 194 |
| 11.2. Kovalent bog' hosil qilish usullari.....           | 196 |
| 11.3. Gibridlanish nazariyasi.....                       | 202 |
| 11.4. Kimyoviy bog'ning asosiy tavsiflari.....           | 206 |
| 11.5. Molekulyar orbitalar usuli.....                    | 208 |
| 11.6. Ion bog'lanish.....                                | 216 |
| 11.7. Ionlarning qutblanishi va qutblanish darajasi..... | 218 |
| 11.8. Vodorod bog'lanish.....                            | 220 |
| 11.9. Metall bog'lanish.....                             | 221 |
| 11.10. Molekulalararo ta'sirlar.....                     | 222 |

### **12-bob. KOMPLEKS BIRIKMALAR**

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1. Verner nazariyasi.....                                         | 228 |
| 12.2. Kompleks birikmalarning nomlanishi.....                       | 230 |
| 12.3. Kompleks birikmalarning molekulyar tuzilishini aniqlash.....  | 232 |
| 12.4. Kompleks birikmalarning turlari.....                          | 234 |
| 12.5. Kompleks birikmalarning eritmadagi barqarorligi.....          | 237 |
| 12.6. Kompleks birikmalarning fazoviy tuzilishi va izomeriyasi..... | 240 |
| 12.7. Kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanishning tabiati.....    | 241 |

## **II QISM. ANORGANIK KIMYO**

### **13-bob. BIOGEN ELEMENTLAR KIMYOSI**

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 13.1. Tabiatda biogen elementlarning tarqalishi.....           | 252 |
| 13.2. Odam organizmida makro- va mikroelementlar.....          | 255 |
| 13.3. Odam organizmida biogen elementlarning joylanishi.....   | 257 |
| 13.4. Organizmdagi kimyoviy elementlarning biologik o'rni..... | 260 |

### **14-bob. METALLARNING UMUMIY XOSSALARI**

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 14.1. Metallarning kimyoviy xossalari.....                      | 263 |
| 14.2. Metallarning standart elektrod potentsiallari qatori..... | 265 |
| 14.3. Metallarning olinish usullari.....                        | 268 |

### **15-bob. S-ELEMENTLAR**

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 15.1. Vodorod.....                                     | 270 |
| 15.2. Suv va uning xossalari.....                      | 274 |
| 15.3. Vodorod peroksidi va uning xossalari.....        | 277 |
| 15.4. I A guruh elementlari.....                       | 280 |
| 15.5. II A guruh elementlari.....                      | 287 |
| 15.6. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullar..... | 295 |

### **16-bob. III-V B GURUH ELEMENTLARI VA ULARNING XOSSALARI**

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 16.1. Skandiy birikmalari.....         | 302 |
| 16.2. Lantanoidlar va aktinoidlar..... | 303 |
| 16.3. IV B guruh elementlari.....      | 305 |
| 16.4. V B guruh elementlari.....       | 307 |

### **17-bob. VI B GURUH ELEMENTLARI**

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 17.1. VI B guruh elementlarining umumiy tavsifi..... | 309 |
| 17.2. Xrom va uning birikmalari.....                 | 311 |

### **18-bob. VII B GURUH ELEMENTLARI**

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 18.1. VII B guruh elementlarining umumiy tavsifi.....       | 319 |
| 18.2. Marganes birikmalari.....                             | 320 |
| 18.3. Texnetsiy va reniy to'g'risida qisqacha ma'lumot..... | 327 |

### **19-bob. VIII B GURUH ELEMENTLARI**

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 19.1. VIII B guruh elementlarining umumiy tavsifi..... | 330 |
| 19.2. Temir birikmalari.....                           | 331 |
| 19.3. Kobalt va uning birikmalari.....                 | 339 |
| 19.4. Nikel va uning birikmalari.....                  | 340 |

### **20-bob. I B GURUH ELEMENTLARI**

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 20.1. IB guruh elementlari, ularning birikmalari va xossalari..... | 344 |
| 20.2. Mis.....                                                     | 345 |
| 20.3. Misning birikmalari.....                                     | 347 |
| 20.4. Kumush va uning birikmalari.....                             | 350 |
| 20.5. Oltin va uning birikmalari.....                              | 353 |

### **21-bob. II B GURUH ELEMENTLARI**

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 21.1. Rux birikmalari.....            | 358 |
| 21.2. Kadmiy.....                     | 361 |
| 21.3. Simob va uning birikmalari..... | 362 |

## **III.QISM. METALLMASLARNING UMUMIY XOSSALARI**

### **22-bob. III A GURUH ELEMENTLARI**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 22.1. Bor va uning xossalari.....        | 371 |
| 22.2. Aluminiy va uning birikmalari..... | 378 |
| 22.3. Galliy guruhchasi elementlari..... | 382 |

### **23-bob. IV A GURUH ELEMENTLARI**

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 23.1. Uglerod.....                        | 387 |
| 23.2. Kremniy.....                        | 399 |
| 23.3. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin..... | 405 |

### **24-bob. V A GURUH ELEMENTLARI**

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 24.1. Azot.....                                | 415 |
| 24.2. Azotning vodorodli birikmalari.....      | 417 |
| 24.3. Azotning kislorodli birikmalari.....     | 424 |
| 24.4. Nitrat kislota va uning tuzlari.....     | 430 |
| 24.5. Fosfor.....                              | 433 |
| 24.6. Fosforning oksidlari va kislotalari..... | 437 |
| 24.7. Mishyak.....                             | 443 |
| 24.8. Surma.....                               | 447 |
| 24.9. Vismut.....                              | 448 |

### **25-bob. VI A GURUH ELEMENTLARI**

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 25.1. Kislorod va uning xossalari.....                       | 456 |
| 25.2. Oltingugurt.....                                       | 460 |
| 25.3. Sulfat kislota va uning xossalari.....                 | 468 |
| 25.4. Oltingugurtning murakkab kislotalari.....              | 471 |
| 25.5. Selen, tellur va polloniy.....                         | 474 |
| 25.6. VI A guruh elementlarining tibbiyotdagi ahamiyati..... | 477 |

### **26-bob. VII A GURUH ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI**

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 26.1. Ftor.....                                              | 484 |
| 26.2. Xlor va uning birikmalari.....                         | 487 |
| 26.3. Xlorning kislorodli birikmalari.....                   | 490 |
| 26.4. Brom.....                                              | 495 |
| 26.5. Yod.....                                               | 497 |
| 26.6. Astat.....                                             | 501 |
| 26.7. Galogenlarning o'zaro hosil qilgan birikmalari.....    | 501 |
| 26.8. Galogenlar birikmalarining tibbiyotdagi ahamiyati..... | 502 |

### **27-bob. VIII A GURUH ELEMENTLARI TAVSIFI**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 27.1. Geliy, neon va argon.....          | 508 |
| 27.2. Kripton guruhchasi elementlar..... | 509 |

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>KIMYO FANI VA SANOATINING ISTIQBOLLARI.....</b> | <b>511</b> |
| <b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....</b>              | <b>514</b> |

УДК: 547(075)

ББК 24.2я73

**Hakim Rahmonovich TO'XTAYEV**  
**Raxim ARISTANBEKOV**  
**Komiljon Aminjonovich CHO'LPONOV**  
**Sobirjon Nigmatovich AMINOV**

# **ANORGANIK KIMYO**

*Oliy o'quv yurtlari uchun darslik*

*Toshkent — «Noshir» — 2011*

***Muharrir X. Po'latxo'jayev***  
***Badiiy muharrir Sh. Odilov***  
***Musahhah B. Tuyogov***  
***Texnik muharrir D. Xamidullayev***

Litsenziya AI №096. 23.11.2007-y.

Bosishga ruhsat etildi 05. 08. 2011. Bichimi 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

«Times TAD» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog' 33,0. Nashr b.t. 32,5. Adadi 500 nusxa.

Buyurtma № 33

MChJ «NOSHIR» nashriyoti.  
Toshkent sh., Langar ko'chasi 78-uy.

MChJ «NOSHIR» O'zbekiston-Germaniya qo'shma  
korxonasining bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent sh., Langar ko'chasi 78-uy