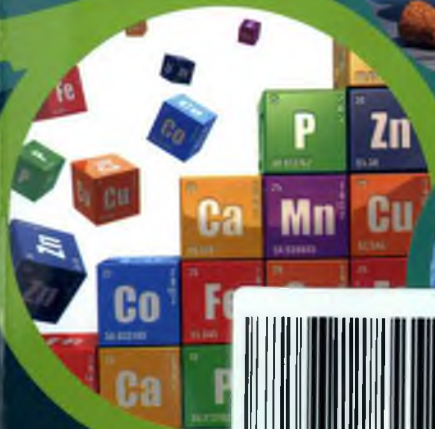
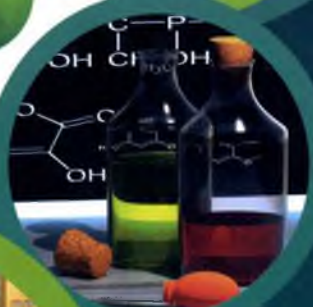


3.44  
A.12

**ABDULKAYEVA M.M.**



CH0000034590

# **KIMYO**

**OLIV O'QUV YURTIGA KIRUVCHILAR  
UCHUN QO'LLANMA**

24 yo 72  
A 12

M.M.ABDULXAYEVA

# KIMYO

*Oliy o'quv yurtiga kiruvchilar, akademik litsey va  
kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma*

**(To'ldirilgan va qayta ishlangan to'rtinchi nashri)**



Nizomiy nomli

T D P U

katubxonasi

928142

“Navro‘z” nashryoti  
Toshkent 2018

UO'K: 187 (72+30)42

KBK: 78.10 (50'zb)

A: 30

Taqrizchilar: - kimyo fanlari doktori, professor

A.A. Yo'lchiboyev

- kimyo fanlari nomzodi

G. Mavlonov

**Kimyo:** Oliy o'quv yurtiga kiruvchilar uchun o'quv qo'llanma /  
tuzuvchi: ABDULXAYEVA M.M.

Toshkent: "Navro'z" nashryoti, 2018. - 650 b.

Mazkur qo'llanma Kimyo fanidan akademik litseylar (AL) va kasb-hunar kollejlari (KHK) uchun o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, u umumiy o'rta ta'lim maktablarida olingan bilimlarni chuqurlashtirish uchun xizmat qiladi.

Qo'llanmada kimyoning asosiy tushunchalari va qonunlari, kimyoviy elementlar davriy jadvali, uning mohiyati, eritmalar, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, koordinatsion birikmalar to'g'risida, shuningdek, anorganik moddalar, ularning olinishi, xossalari, ishlatilishi, kimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi, respublikamizda kimyo sanoati erishgan yutuqlar, kimyoviy ishlab chiqarishning ekologiyaga ta'siri haqida ma'lumotlar bayon etilgan.

Jumladan, kimyo sanoatida ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan ko'pchilik moddalarning olinish texnologiyasi, respublikamizda mavjud bo'lgan xomashyo turlari va manbalari to'g'risidagi ma'lumotlar, xomashyo va qazilma boyliklarni qayta ishlash va boyitish jarayonlari, ishlab chiqarish qonuniyatlari haqidagi keng ma'lumotlar berilgan.

Qo'llanmada har bir mavzuni yoritishda yangiliklar, O'zbekiston kimyo sanoatini rivojlantirish muammolari, o'zbek kimyogar olimlari erishgan yutuqlar to'g'risida ma'lumotlar berilgan. Yuqori molekulyar birikmalar — polimerlar, sun'iy va sintetik tolalar mavzularini yoritishda, fanning so'nggi yutuqlari va shu sohada o'zbek kimyogarlari olib borayotgan ilmiy izlanishlar haqidagi ma'lumotlar o'z aksini topgan. Shu bilan birga, o'z hayotini fanga bag'ishlagan o'zbek kimyogar olimlari haqida qisqacha ma'lumotlar berilgan.

Qo'llanmadan asosan AL va KHK talabalari, oliy o'quv yurtlariga kirish uchun tayyorlanayotgan abituriyentlar, shuningdek, o'qituvchilar foydalanishlari va o'zlarini qiziqtirgan ma'lumotlarni olishlari mumkin.

UO'K: 187 (72+30)42

KBK: 78.10 (50'zb)

ISBN: 978-9943-3819-9-5

© "Navro'z" nashryoti, 2018

© Abdulkhayeva M.M. 2018

Aziz ustozim, ilmiy rahbarim  
kimyo fanlari doktori, professor  
Shamsiddin Najmiddinovga bag'ishlayman

## SO'Z BOSHI

E'tiboringizga havola etilayotgan mazkur o'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlariga o'qishga kirish uchun tayyorgarlik ko'rayotgan abituriyentlar, akademik litseylar (AL) va kasb-hunar kollejlari (KHK) talabalari, maktab o'quvchilari uchun mo'ljallangan. Qo'llanma umumiy o'rta ta'lim maktablarining 9- va 11-sinfini tugatgan, kimyoning boshlang'ich tushunchalari bo'yicha ma'lum darajada bilimga ega bo'lgan o'quvchilarga umumiy, anorganik va organik kimyodan bilim olishlariga yordam beradi.

Qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan AL va KHK lari uchun "Kimyo" fanidan darslik (M.Abdulxayeva, O'.Mardonov) asosida yozilgan bo'lib, uni qayta ishlash, yangi ma'lumotlar bilan to'ldirish, test va masalalar yechish bo'yicha ko'proq yo'nalishlar berish orqali yanada mukammallashtirilgan.

Bu abituriyentlarning olingan nazariy bilimlarni masalalar yechishga qo'llashlarida, testlar javobini to'g'ri topishga o'rgatishlarida muhimdir.

Qo'llanmada mavzular bo'yicha mustaqil tayyorlanish uchun savollar, masalalar va ularni yechish yo'llari batafsil berilgan.

Muallif qo'llanmaning yaratilishida o'zining qimmatli maslahatlari bilan yaqindan yordam bergan kimyo fanlari doktori, professor A. A. Yo'lchiboyevga chuqur minnatdorchilik bildiradi.

## Ibob

### KIMYO FANI VA UNING PREDMETI

Tabiatda inson paydo bo'lishi bilan unda tabiatni, atrof muhitni o'rganish va undan foydalanish ko'nikmalari paydo bo'lgan. Hayotning rivojlanishi, insonning o'zi va atrof muhitni o'rab turgan borliqni o'rganishga intilishi natijasida tabiat va jamiyat to'g'risidagi fanlar kelib chiqqan.

Shunday tabiiy fanlar qatoriga *kimyo fani* ham kiradi.

Kimyo fani atrofda barcha borliqni, uni tashkil etgan tarkibiy qismlarni moddalardan iborat deb qaraydi. Moddalarni o'rganish bilan borliqni o'rganadi.

Shu sababli kimyo — moddalarning tarkibi, tuzilishi, xossalari va ularning bir turdan boshqa turga aylanishi sababi va qonuniyatlarini o'rganadigan fan. *Kimyo fanining predmeti (o'rganadigan ob'ekti) — moddadir.*

#### *Kimyo sanoat to'g'risidagi fandir*

Kimyo fani boshqa fanlardan shunisi bilan farq qiladiki, bu fanning natijalari aniq ishlab chiqarish (kimyo sanoati) sohalarida qo'llaniladi, fanning bu sohasi kimyoviy texnologiya deb nomlanadi. Kimyoviy texnologiya kimyo fanining chuqur ilmiy tekshirishlar natijasida ishlab chiqilgan uslub, qonuniyatlar va iqtisodiy hisoblashlarga tayangan holda xalq xo'jaligida foydalaniladigan kimyoviy moddalar ishlab chiqarish va ularning muammolari bilan shug'ullanadigan bo'limidir.

Mavjud kimyoviy texnologik jarayonlar kimyo fanining sanoat fani ekanligini ko'rsatadi va oziq-ovqat, yengil va to'qimachilik, kimyoviy o'g'itlar, sintetik polimerlar, sintetik yuvish vositalari, metallurgiya, neft va gazni qayta ishlash sanoati va dori-darmonlar ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi.

#### *Kimyo fanini o'rganishdagi ilmiy uslublar*

Kimyo fanini o'rganishda quyidagi bilishning ilmiy uslublaridan foydalaniladi.

Biror kimyoviy muammoni o'rganish va uning yechimini topishda, avvalo muammoga taalluqli kuzatish va tadqiqotlar olib borilib, ma'lumotlar yig'iladi. Dalillar asosida u yoki bu hodisa (o'zgarish)lar orasida o'zaro bog'lanish va qonuniyatlar borligi aniqlanib, oxirida yagona xulosaga kelinadi, ya'ni umumlashtiriladi. Moddalar massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, Avogadro qonuni, Gund qonuni, Faradey qonunlari shular qatoriga kiradi. Bunga dunyoni (borliqni) bilishning *induktiv bilish usuli*

deyiladi. Misol sifatida moddalar massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, Avogadro qonuni, Faradey qonunini keltirish mumkin.

Muammoni o'rganish va uning yechimidan amalda foydalanish uchun avval umumiy xulosa aytilib, so'ngra bu xulosaning qanchalik hayotiyligini tasdiqlash uchun zarur tajribalar olib boriladi. Bu *deduktiv bilish usuli* bo'lib, kimyo fanida bunday usullardan ko'p foydalaniladi. Masalan, avval davriy qonun kashf qilinib, hozirga qadar bu qonun qanchalik hayotiy ekanligi ko'p sonli tajriba va yangi elementlar kashf etilishi bilan isbotlab kelinmoqda.

Kimyoni o'rganishda ilmiy uslublar — qonun, gipoteza (faraz), nazariya, ta'limotlardan foydalaniladi.

*Kimyoviy qonunlar* — kimyoviy jarayonlar ro'y berganda dalillar asosida topilgan (yoki aytilgan) ilmiy xulosadir. Kimyoviy qonunlar — biror kimyoviy o'zgarishlarni amalga oshirish uchun kerak bo'lgan talab emas, aksincha, shu o'zgarishga olib kelgan yoki o'zgarishning mohiyatini ochib beruvchi haqiqatdir.

Kimyoviy qonunlarning mohiyatini tushunish, ya'ni qonun qanday va nima sababdan amal qiladi, degan savollarga javob berish kerak. Buning uchun, avvalo biror fikr (taxmin) aytilib, so'ngra aniq tajribalar asosida tekshiriladi. Bunday ilmiy uslub — *gipoteza* deyiladi. Agar bu aytilgan fikr tajribalar asosida tasdiqlansa, *nazariyaga* aylanadi. Buning isboti sifatida modda (materiya)ning asosiy tarkibini atomlar tashkil etishi to'g'risida atomistik nazariya yaratildi. Bu nazariya M.V. Lomonosov tomonidan tajriba va yangi natijalar bilan modda tuzilishi to'g'risida *atom-molekulyar ta'limot* darajasiga yetkazildi.

#### *Kimyo fanining hozirgi zamon muammolarini hal etishdagi o'rni*

Barcha fanlar qatori kimyo fani o'z taraqqiyoti davomida insoniyatga yirik muammolarni hal etib berishda asosiy ilmiy, tajribaviy va amaliy yordam berib keldi, ya'ni katta tarixiy yo'lni bosib o'tdi.

Yildan-yilga fan va texnika taraqqiyoti rivojlanib borishi bilan qator muammolar yuzaga keladi, ularning ichida hozirgi zamonda insoniyat hal etishi lozim bo'lgan yirik muammolarni yechishda kimyo fani ham o'z hissasini qo'shmoqda. Yechimini topishda kimyo fani bevosita o'z hissasini qo'shadigan zamonaviy dolzarb muammolar, jumladan, quyidagilar:

— *Yer yuzida insonlarning ko'payishi ularni oziq-ovqat bilan ta'minlash muammosini keltirib chiqarmoqda.* Bu muammoni yechishda

qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash sanoati va fan salmoqli o'rin tutadi. Shu bilan birgalikda kimyo fani qishloq xo'jaligi ekinlari zararkunandalariga qarshi kurash vositalari, o'g'itlar, ekinlarning o'sishini tezlashtiruvchi stimulyatorlar, toza, sifatli, tabiiy va sun'iy oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish usullarini yo'lga qo'yadi.

*Toza ichimlik suvi ishlab chiqarish va suv osti dunyosidan to'g'ri va oqilona foydalanib, oziq-ovqat mahsulotlari, o'g'itlar, mineral moddalar, osh tuzi, metallar, brom va yod olish muammolarini yechish, ichimlik suvi tanqisligi kuchayib borayotgan bir vaqtda okean, dengiz, daryo va ko'l suvlaridan chuchuk suv olish masalalarini hal etish.*

*Ilmiy tadqiqotlar.* Kimyo fani sohasida hal etilishi lozim bo'lgan fundamental muammolar: kimyoviy reaksiyalar (fotosintez natijasida glyukozaning kraxmal yoki sellulozaga aylanishi) ayrim katalitik reaksiyalarning mexanizmi, kristallarning o'sishi, quyosh sistemasi va koinotdagi jarayonlar, mikro-zarrachalar, yadro reaksiyalari va yadro tarkibining o'zgarishi bilan bog'liq muammolarni hal etish, biokimyoviy jarayonlarni o'rganishda yangi kimyoviy usullar va moddalarni qo'llab, modda almashinuvi mexanizmini, fikrlash, irsiyat, dorivor moddalarning organizmga ta'sirining kimyoviy talqinini to'laqonli ochib berish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib boriladi.

— *Yangi energiya manbalarini yaratish.* Neft va gaz mahsulotlarini qayta ishlash sanoatini takomillashtirish, yangi texnologiyalarni o'zlashtirish va yaratish, toshko'mir asosida olinadigan mahsulotlar turini ko'paytirish, tugab borayotgan neft va gaz zahiralari o'rnini bosa oladigan yadro energiyasidan foydalanish, quyosh energiyasi va suvdan energiya manbai sifatida foydalanish muammolarini hal etish.

— *Yangi kimyoviy moddalar va materiallarni yaratish.* Odamlar turmush darajasini oshirish va ular ehtiyojini to'laroq qondirish maqsadida turli yangi bezarar kompozitsion polimer, yarimo'tkazgich, o'ta yuqori o'tkazuvchan va keramika materiallari ishlab chiqarish, yangi dorivor moddalarni ularning tabiiy manbalari (o'simlik va hayvonot dunyosi) dan ajratib olish, sintez qilish va hayotda qo'llash.

— *Atrof muhit muhofazasi bilan bog'liq ekologik muammolar:* atmosfera, gidrosfera, yer va yer yuzasi turli zaharli moddalar bilan ifloslanishining oldini olish, chiqindisiz texnologiya yaratish, ozon qatlamining buzilishi, radioaktiv moddalar bilan zaharlanishning oldini olish choralari izlab topish.

O'zbekistonda kimyo sanoatining istiqbollari kattadir. O'zbekiston Respublikasining birinchi Prezidenti I. A. Karimov o'zining "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida"<sup>1</sup> asarida zararsiz va chiqindisiz yangi texnologiyalarni yaratish, xalqning turmush darajasini oshirish va xalq xo'jaligi ehtiyojlarini qondirish maqsadida sanoatni rivojlantirish muammolariga ahamiyat berdi. Polimer mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha respublikamiz tutgan muhim o'rinni ta'kidlab o'tdi. Respublika o'zining katta istiqbollarini gaz qazib chiqarish sanoati, tabiiy gaz va gaz kondensatini ishlab chiqarish, qayta ishlash bilan bog'lashini aytib o'tdi. Masalan, Sho'rtangaz kimyo kompleksida olinuvchi etilen akrilonitril nitron tolasi olish uchun ishlatilishi mumkin. I. A. Karimov, shuningdek, kompozitsion polimer materiallar, shu jumladan, polimer kaprolaktam, yuqori sifatli paxta sellyulozasi, atsetat tolalar ishlab chiqarish va qayta ishlashning ekologik jihatdan xavfsiz texnologiyalarini yaratish masalasining muhimligiga alohida e'tibor berib o'tdi.

Yuqoridagi muammolarni hal etish O'zbekistonda iqtisodiy jihatdan to'la mustaqillikka erishish, xalq xo'jaligida kimyo sanoati mahsulotlariga bo'lgan talab va ehtiyojni to'la qondirish uchun xizmat qiladi.

## II bob

### KIMYONING ASOSIY TUSHUNCHALARI

*O'rganiladigan asosiy tushunchalar* : **modda, oddiy va murakkab moddalar, aralashmalar, identifikatsiyalash, ajratish, anorganik moddalarning sinflari, oksidlar, asoslar, kislotalar, tuzlar.**

#### II.1. Modda haqida tushuncha

Modda — kimyo fani o'rganadigan asosiy ob'yekt bo'lib, unga dunyoviy bilimlar nuqtai nazaridan qaralsa, modda fazoni (bo'shliqni) to'ldirib turuvchi, massaga ega bo'lgan materiyadir.

Kimyoviy nuqtai nazardan qaraganda, modda bir turdagi molekula yoki kristallar to'plami bo'lib, o'zining aniq tarkibi, tuzilishi va xossasi bilan bir-biridan farq qiladigan turli ko'rinishdagi materiyadir. Modda to'g'risida to'liq tushunchaga ega bo'lish uchun modda to'g'risidagi atom-molekulyar ta'limotni, tarkibiy qismlarini, tuzilishini va fizik-kimyoviy xossalarini bilish kerak. Moddaning tarkibiy qismlari: **molekula** — moddaning tarkibini, tuzilishini va xossalarini o'zida mujassamlashtirgan eng kichik zarrachadir. Har qanday molekula bir

<sup>1</sup> I.A. Karimov. "Xavfsizlik va barqaror taraqqiyot yo'lida", "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida". 6-tom. "O'zbekiston", 1998 y.



yoki undan ortiq **atomlardan** tarkib topib, atomlar bir yoki bir necha turdagi elementlarga tegishli bo'ladi.

**Atom** — kimyoviy elementning xossalarini o'zida namoyon etadigan eng kichik zarrachadir. Atomlar proton, neytron va elektronlardan tashkil topgan.

**Kimyoviy element** — bir turdagi atomlar majmuidir. Boshqacharoq aytadigan bo'lsak, **kimyoviy element** — yadro zaryadi bir xil bo'lgan zarrachalar to'plamidir. Kimyoviy element tushunchasi kimyoning bosh tushunchasi bo'lib, elementlarni va ular hosil qilgan birikmalarni o'rganish yo'li bilan kimyoni o'rganamiz. Tabiatda materiyaning turli zarracha ko'rinishlari mavjud bo'lsa-da, ularning hammasini ham kimyoviy element sifatida qabul qilib bo'lmaydi. Kimyoviy elementlarni bir-biridan farq qilib turgan asosiy tavsiflari ularning atom yadro zaryadi (tartib raqami), kimyoviy belgisi (simvoli) va nomlanishidir. Shunday shartlarni to'liq bajara olgan 119 xil rasman tan olingan zarracha, ya'ni kimyoviy elementlar hozirgi kungacha elementlar davriy jadvaliga kiritilgan. Yuqorida aytilganlarga asoslanib kislorod elementi bilan tanishaylik:

$^{16}\text{O}$  ← atom massasi

$^8\text{O}$  — kislorod (Oxygenium) ← nomlanishi

kimyoviy belgisi, uning o'qilishi — "O"

(8) tartib raqami (yadro zaryadining qiymati)

*Moddaning tuzilishi* — tuzilish formulalari orqali ifodalanib, uning molekulasidagi (yoki kristall panjarasidagi) zarrachalar o'zaro qanday tartibda, qanday bog'lanishlar orqali bog'langanini ko'rsatuvchi yozuv usuli.

Moddalar fizikaviy va kimyoviy xossalarga ega bo'ladi.

*Fizikaviy xossalarga* agregat (gaz, suyuq, qattiq) holatiga xos bo'lgan xossalari, rangi, suyuqlanish, qaynash, muzlash (qotish, kristallanish) temperaturalari, eruvchanligi, zichligi, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi, qutbliligi kabi xossalari kiradi. Moddaning fizikaviy xossalarini aniqlash vaqtida uning tarkibi o'zgaradi.

*Kimyoviy xossalarga* metall yoki metallmasligi, oksidlovchi yoki qaytaruvchiligi, asosli yoki kislotaliligi, yonish-yonmasligi va qanday moddalar bilan reaksiyaga kirishishi kabilar kirib, bu xususiyatlarni aniqlash mobaynida moddaning tarkibi o'zgaradi.

Moddalar toza modda yoki aralashma holda mavjud bo'ladi

*Toza modda* — bitta modda bo'lib, yuqoridagi xossalari bilan tavsiflanadi.

*Aralashmalar* — bir-biri bilan oʻzaro reaksiyaga kirishmaydigan ikki yoki undan ortiq moddalardan iborat boʻlib, aniq yagona tarkibga ega boʻlmay, bir-biridan osonlik bilan ajratilishi mumkin boʻlgan tarkibiy qism (komponent) lardan iborat boʻladi. Aralashmalar bir jinsli (agregat holatlari bir xil moddalar aralashmasi) yoki gomogen aralashma va turli jinsli (turli agregat holatdagi moddalar) aralashmasi, yaʼni geterogen aralashmalarga boʻlinadi.

Masalan: a) Havo ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  va boshqa) gazzimon moddalarning (gomogen) aralashmasi boʻlib, ularni suyuqlanish temperaturalari orqali ajratish mumkin.

b) Oltinugurt kukuni temir kukuni bilan aralashtirilganda (geterogen) aralashma hosil qiladi. Ular tashqi tomondan bir-biridan farqlanib turadi. Magnitni aralashmaga yaqinlashtirsak temir magnitga tortilib, oltinugurt ajralib qoladi.

c) Toshkoʻmir (C va boshqa moddalar aralashmasi, geterogen).

d) Tabiiy gaz ( $CH_4$  — metan,  $C_2H_6$  — etan,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $N_2$ ) larning gomogen aralashmasidir.

e) Mexanik qoʻshimchalardan tozalangan neft (turli uglevodorodlarning gomogen aralashmasi).

### *Aralashmalarni ajratish*

Har qanday aralashma tarkibiy qismlardan iborat boʻlib, ularni bir-biridan ajratishning turli usullari mavjud.

*Haydash (distillash) usuli* suyuq aralashmalarni va eritmalarini ajratishda qoʻllaniladi. Aralashmani tashkil etgan moddalarning qaynash temperaturalariga asosanib har bir komponent ajratib olinadi.

Masalan: neftni shu usul bilan bir necha moddalarga ajratish mumkin. Bunda har bir ajratib olinadigan modda past qaynash temperaturasidan yuqori qaynash temperaturasiga qarab boradi. Bu **fraksion haydash usuli** deyiladi.

Agar ajralayotgan komponent qisman ikkinchi modda bilan aralashib qolsa, moddalarni toza holda ajratish uchun **qayta haydash usulidan** foydalaniladi. Masalan: suv bilan spirt aralashmasini  $78^\circ C$  da spirt va suvga ajratish mumkin. Lekin “spirt-suv” tarkibli oz miqdordagi aralashma ham spirtga oʻtib ketgani uchun spirt suv bilan “iflos”lanadi. Shu aralashmani toza holda ajratish uchun u yana qayta haydaladi.

Baʼzi mexanik aralashmalar magnit xossalariga koʻra suvda yoki boshqa moddalarda eruvchanligiga, aktiv sirtga yutilishi

(adsorbsiyalanishi)ga qarab ajratiladi. Moddalarning boshqa modda sirtiga yutilish xossasidan foydalanib havoni zaharli gazlardan tozalash mumkin (protivogazning ishlashi). Bunda havodagi boshqa gazlar bilan aralashgan zaharli gazlar molekulari g'ovak sirtga yutiladi va havo tozalanadi. Shu usuldan foydalanib, moddalarni bir-biridan ajratish va konsentrlash usullari "*xromatografiya*" va "*ekstraksiya*" usullari ishlab chiqilgan.

Ajratib olingan yoki yangi sintez qilingan moddalarni alohida (individual, ya'ni toza) modda ekanligini aniqlash kerak. Moddalarning individual ekanligini aniqlash va tasdiqlash "*identifikatsiya*"lash deyiladi. Moddalarni identifikatsiyalash turli usullar yordamida quyidagicha amalga oshiriladi.

1. **Moddalarning rangi va agregat holati o'rganiladi.** Agar modda qattiq bo'lsa, uning suyuqlanish temperaturasi ( $t_{\text{suyuq}}$ ) aniqlanadi (bu kattalik har bir modda uchun asosiy foydalanish tavsifi hisoblanadi). **Suyuqlanish temperaturasi** deb, qattiq holdagi modda qizdirilganda uning suyuq holga o'tish temperaturasiga aytiladi. Masalan, muz  $0^{\circ}\text{C}$  dan yuqorida suyuq holga o'tadi, kumush  $960^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadi, saxaroza (shakar) uchun  $t_{\text{suyuq}}^{\circ} = 185^{\circ}\text{C}$ .

Ba'zi moddalar qizdirilganda suyuqlanishga "ulgurmasdan" bug'ga aylanib ketadi. Ko'pchilik organik moddalar parchalanish (ko'mirlanish) temperaturasiga ega. Ayrim qattiq moddalar qizdirilganda suyuq holga o'tmasdan bug' holatiga o'tib ketadi. Masalan:  $\text{J}_2$  (kristall) qizdirilsa  $184,5^{\circ}\text{C}$  da to'g'ridan-to'g'ri bug' holiga o'tadi, bu hodisaga "*sublimatsiya*" deyiladi. Suyuq moddalar uchun qaynash temperaturasi ( $t_{\text{qay}}$ ) aniqlanadi. Masalan: spirt  $78^{\circ}\text{C}$  da, metil spirti  $53^{\circ}\text{C}$  da, atseton  $59^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi.

2. **Modda tarkibini sifat va miqdoriy analiz (tahlil) qilish.** Bunda har bir modda tarkibiga kiruvchi elementlarning turi va ularning foiz miqdorlari aniqlanadi. Shu natijalar asosida moddaning empirik formulasi (modda molekulasini tarkibiga qanday element necha atomdan kirganligi) aniqlanadi. Masalan,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — bir molekula sulfat kislota ikki atom vodorod, bir atom oltingugurt va to'rt atom kisloroddan iborat. Bunda fizikaviy va kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Moddalarning tarkibini analiz qilish usullari va ular bilan bog'liq qonun-qoidalarni o'rgatuvchi kimyo fani bo'limiga *analitik kimyo* deyiladi. Hozirgi vaqtda moddalarni identifikatsiyalashda turli maxsus asbob (qurilma)lar ishlatiladi. Ko'pchilik rangli va rangsiz moddalar yorug'lik nurining ko'rinish sohasi ( $400\text{--}800\text{ nm}$  — nanometr) va

ultrabinafsha (180—300 nm) nurlarni yutadi. Moddalarning nur yutish xossasini aniqlab beruvchi maxsus qurilma **spektrofotometr** deyiladi. Bu qurilma yutilgan nurning to'liq uzunligi  $\lambda$  (nm, mkm — mikrometr) yoki chastota  $\nu$  ( $\text{sek}^{-1}$ ) bilan nur intensivligi (%) bog'lanishi ko'rinishidagi spektrni chizib beradi. Shu spektrdagi yutilish sohalariga ko'ra moddaning tuzilishi va tarkibi haqida to'g'ri xulosa qilinadi.

Moddalar infraqizil nurni yutish xossasiga ega. Infraqizil spektroskopiya (IQS) usuli bilan ham moddalar identifikatsiyalanadi. IQ-spektrda ( $400\text{—}3700\text{ sm}^{-1}$ ) molekuladagi atomlar o'rtasida hosil bo'lgan turli bog'lanishlarga mos keluvchi tebranishlar to'liq sonlari sohalari aniqlanib, shular asosida moddaning tuzilishi to'g'risida xulosa qilinadi.

## II.2. Atom va molekulyar massa

Kimyoviy hodisalar sodir bo'lganda moddalar ma'lum miqdoriy nisbatlarda o'zaro ta'sirlashadilar. Moddalarning miqdorlari va ular bilan bog'liq bo'lgan hisoblashlarni amalga oshirish uchun "atom massasi", "molekulyar massa", "mol" tushunchalarini bilish zarur. Bu tushunchalarni o'rganishdan oldin atom-molekulyar ta'limot nuqtai nazaridan qisqacha ta'riflarni eslab o'tamiz.

M. V. Lomonosov o'zining "Matematik kimyo elementlari" asarida atom-molekulyar ta'limotning asosiy qoidalarini quyidagicha keltiradi:

1. Barcha moddalar korpuskula (molekula) lardan iborat va bu korpuskulalar orasida oraliqlar bor.
2. Molekulalar to'xtovsiz harakatda bo'ladilar.
3. Molekulalar "element" (atom)lardan iborat. Atomlar ham molekulalar kabi to'xtovsiz harakatda bo'ladilar.
4. Atomlarning muayyan massa va o'lchami bor.
5. Oddiy moddalarning molekulalari bir xil atomlardan, murakkab moddalarning molekulalari esa har xil atomlardan tuzilgan.

Atom-molekulyar ta'limot kimyoda XIX asrning o'rtalarida to'la tasdiqlandi. 1860 yilda Karlsrueda bo'lgan kimyogarlarning xalqaro s'yezdida atom va molekulaga ta'rif berildi. Bunga asosan:

*Molekula — muayyan moddaning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xossalarini o'zida mujassamlashtirgan eng kichik zarracha.* Molekulaning kimyoviy xossalari uning tarkibi va kimyoviy tuzilishi bilan aniqlanadi.

*Atom — kimyoviy elementning barcha xossalari o'zida namoyon etuvchi oddiy va murakkab moddalar molekulasini tarkibiga kiruvchi eng kichik zarracha.* Atomning kimyoviy xossalari uning tuzilishiga bog'liq.

Hozirgi kunda atomga quyidagicha ta'rif beriladi:

*Atom — musbat zaryadlangan yadro bilan uning atrofida harakatlanuvchi manfiy zaryadli bir yoki bir necha elektronlardan tarkib topgan elektroneytral zarracha.*

Kimyoviy moddalar *molekulyar* va *nomolekulyar* tuzilishga ega bo'ladi. Molekulyar tuzilishga ega bo'lgan moddalar molekullardan iborat, masalan: uglerod (IV)-oksid va suv. Nomolekulyar tuzilishga ega bo'lgan moddalar esa bir-biri bilan kimyoviy bog'langan zarrachalar (atom, ion) lardan tarkib topgan bo'ladi. Masalan, olmos, kremniy, oksidlar, tuzlar.

Molekulyar tuzilishli moddalarda molekullar orasidagi bog'lanish (o'zaro ta'sir) atomlar va ionlar orasidagiga nisbatan ancha bo'shroq bo'ladi. Shu sababli, bunday moddalarning suyuqlanish va qaynash temperaturalari pastroq bo'ladi. Nomolekulyar tuzilishli moddalarda esa zarrachalar orasidagi kimyoviy bog'lanish kuchli bo'ladi. Shuning uchun bu moddalarning suyuqlanish va qaynash temperaturalari nisbatan yuqoriroq bo'ladi.

*Kimyoviy element — yadrosining musbat zaryadlari soni bir xil bo'lgan atomlar turi.* Atomlar yadrosidagi musbat zaryad elementning D. I. Mendeleyev davriy jadvalidagi tartib raqamiga tengdir. Har xil elementlarda atom yadrosining musbat zaryadi har xil bo'ladi.

Kimyoviy elementlar yer qobig'ida juda notekis tarqalgan. Yer qobig'ining yuqori qismida elementlar taxminan quyidagicha tarqalgan: yer qobig'i massasining 47% ini kislorod, 29,5% ini kremniy, 8,05% ini alyuminiy, 4,65% ini temir, 3,3% ini kalsiy, 2,5% ini natriy, 2,5% ini kaliy, 1,87% ini magniy, 0,15% ini vodorod tashkil etadi. Yer qobig'ida elementlarning tarqalishini o'rganuvchi fan geokimyo yoki yer kimyosi deb ataladi. Yuqorida keltirilgan elementlar yer qobig'ining 99,52% ini, va qolgan barcha elementlar 0,48% ni tashkil etadi. D. I. Mendeleyev aniqlashicha, tabiatda atom og'irligi kichik bo'lgan elementlar ko'p tarqalgan, organizmlarda ham yengil elementlar (vodorod, uglerod, azot, kislorod) ko'p miqdorda bo'ladi.

*Atom massasi.* Atomlarning haqiqiy massalari  $10^{-24}$  dan  $10^{-22}$  grammgacha bo'ladi. Bu qiymatlar juda kichik bo'lib, amalda ulardan foydalanib bo'lmaydi. Shu sababli atomlarning real massalari

o'rniga "nisbiy atom massa"si tushunchasi ishlatilib ( $A_r$ ), uning o'lchov birligi sifatida "uglerod birligi" (u. b) tushunchasi qabul qilingan.

*Atomning uglerod birligiga nisbatan aniqlangan massasi atom massasi deyiladi.*

*"Uglerod birligi" deb, uglerod atomining massasi 12 bo'lgan izotopi massasining 1/12 qismiga teng bo'lgan massa miqdoriga aytiladi. Bu tushunchaga asosan:*

$$\text{Nisbiy atom massa (A)} = \frac{\text{Element bitta atomining massasi}}{^{12}\text{C atom massasining } 1/12 \text{ qismi}}$$

"Uglerod birligi" bo'yicha vodorod ( $^1_1\text{H}$ ) atomining massasi 1,0078 u. b. ga teng bo'lib, bu qiymatning ma'nosi 1 ta H atomining massasi uglerod atomi massasining 1/12 qismiga nisbatan 1,0078 marta katta demakdir. Shuningdek, kislorod ( $^{16}\text{O}$ ) atomining massasi 15,994 = 16 marta og'ir, degan ma'noni anglatadi.

$^{12}\text{C}$  atomi og'irligining 1/12 qismi massaning atom birligi ham deyiladi va  $m_{\text{m.a.b.}}$  ko'rinishida belgilanadi. Uning haqiqiy son qiymati  $1_{\text{m.a.b.}} = (1,6605655 \pm 0,0000086)10^{-27}$  g.

Masalan, temir atomi massasi 56 u.b.ga teng deganda, bu temir atomi  $^{12}\text{C}$  atomi massasining 1/12 qismidan 56 marta og'irligini bildiradi.

*Har qanday elementning nisbiy atom massasi deb, son jihatdan uning atom massasiga teng bo'lib, uglerod birliklarida ifodalangan og'irligiga aytiladi.* Elementlarning nisbiy atom massalari qiymati davriy jadvalda berilgan bo'lib, bu qiymatlardan barcha kimyoviy hisoblashlarda foydalaniladi. Masalan:  $A_r(\text{Fe}) = 55,847$  m.a.b.;  $A_r(\text{Cl}) = 35,453$  m.a.b. va hokazo. **Nisbiy atom massa - element atomi massasini  $^{12}\text{C}$  (uglerod-12) atomi massasining 1/12 qismidan necha marta og'irligini ko'rsatuvchi kattalik.**

Hozirgi vaqtda elementlarning nisbiy atom massalarini aniqlashda mass-spektroskopiya usuli qo'llanilib, "standart" sifatida  $^{12}\text{C}$  atomining massasidan foydalaniladi.

*Atomning absolut massasi - element atomining haqiqiy massasi bo'lib, juda kichik massa birligiga teng.* Absolut massani topish uchun elementning davriy jadvalda berilgan nisbiy atom massasini Avogadro soniga, ya'ni  $6,02 \cdot 10^{23}$  ga bo'linadi.

*Molyar massa. Moddaning nisbiy molyar massasi deb, son jihatdan har qanday modda molekulasining massasiga teng bo'lib, uglerod birliklarida ifodalangan og'irligiga aytiladi.* Molyar massa ham  $^{12}\text{C}$  — atomining 1/12 qismiga nisbatan o'lchangani uchun "nisbiy molyar

massa" deyiladi va  $M_r$  — holdida belgilanadi. Masalan:  $M_r(O_2) = 32$  u.b. yoki

32 g/mol,  $M_r(H_2SO_4) = 98$  u. b. yoki 98 g/mol va hokazo.

Molekula tarkibiga kirgan atomlar soni bitta bo'lsa (Fe, Au, Ar, Cu, Si), molyar massa atom massasiga teng bo'ladi:  $M_{r(Fe)} = A_{r(Fe)} = 55,847$  u. b. yoki 55,847 g/mol.

Agar ikki yoki undan ortiq atomdan iborat molekular bo'lsa, ularning massalari quyidagicha hisoblanadi.

$$M_{(H_2O)} = 2A_{(H)} + A_{(O)} = (2 \cdot 1) + 16 = 18 \text{ u. b. yoki } 18 \text{ g/mol}$$

$$\begin{aligned} M_{(H_3PO_4)} &= 3A_{(H)} + A_{(P)} + 4A_{(O)} = \\ &= (3 \cdot 1) + 31 + (4 \cdot 16) = 98 \text{ u. b. yoki } 98 \text{ g/mol.} \end{aligned}$$

Ayrim murakkab molekular:  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  ning molyar massasini hisoblashda ham shu qoidaga amal qilinadi.

$$\begin{aligned} M &= A_{(K)} + A_{(Al)} + 2A_{(S)} + 8A_{(O)} + 12M_{(H_2O)} = 39 + 27 + \\ &+ (2 \cdot 32) + (8 \cdot 16) + (12 \cdot 18) = 474 \text{ u. b. yoki } 474 \text{ g/mol.} \end{aligned}$$

Kimyoda moddalar miqdorining o'lchov birligi sifatida "mol" qabul qilingan.

$$N_A = \frac{0,012 \text{ kg/mol}}{1,993 \cdot 10^{-26}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ g/mol}$$

**"Mol" deb, moddaning  $^{12}C$  izotopining  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta C — atomlari soniga teng zarracha (molekula, atom, ion) saqlagan miqdoriga aytiladi.** Masalan, suvning molyar og'irligi  $\approx 18$  u. b. ga teng. Suvning 1 moli 18 grammga teng bo'ladi va  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta suv molekulasidan iborat.

Mol -bu moddalarning 0,012 kg uglerod izotopi  $^{12}C$  da nechta atom bo'lsa, tarkibida shuncha struktura birliklar (molekula, atom, ion, elektron) bo'ladigan miqdoridir.

Bitta uglerod atomi massasi  $1,993 \cdot 10^{-26}$  kg, 0,012 kg atomlar soni  $N_A$  quyidagicha topiladi:

$$N_A = \frac{0,012 \text{ kg/mol}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 6,0210^{23} \text{ g/mol}$$

$6,0210^{23}$  -Avogadro soni deyiladi va barcha moddalar uchun bir xilda qo'llanadi.

Shu bilan bir qatorda, kimyoviy hisoblashlarda kilo-molekula (k-mol), milligramm-molekula (mg-mol) ham ishlatiladi. 1 k-mol 1000 molga teng, 1 mg-mol 0,001 molga teng bo'ladi.

Moddaning "mol"lar sonini  $n$ , massasini  $m$  va molekulyar massasini  $M$  bilan belgilasak, bu uchala kattalik orasidagi o'zaro bog'liqlik:

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{gramm})}{M(\text{gramm/mol})} \text{ bo'ladi}$$

Bu formuladan moddalarning miqdorini hisoblashda juda keng foydalaniladi. Masalan: 20 gramm NaOH da necha "mol" modda borligini hisoblaylik. Demak,  $m_{\text{NaOH}} = 20 \text{ g}$ ,  $M_{(\text{NaOH})} = 40 \text{ g/mol}$  bo'lsa, yuqoridagi formulaga binoan:

$$n(\text{mol}) = \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol NaOH.}$$

### II.3. Kimyoviy formula va kimyoviy tenglamalar

Har qanday kimyoviy modda o'z tarkibiga ega bo'lib, shu tarkibni oddiy so'zlar yoki nomlar bilan ifodalab bo'lmaydi. Shu maqsadda kimyo fanidagi eng asosiy tushunchalardan biri "kimyoviy formula" tushunchasi kiritilgan.

Masalan, kundalik turmushda ishlatiladigan osh tuzi moddasi natriy va xlordan iboratligini bilamiz. Lekin yozuvda va hisoblashlarda "osh tuzi" yoki "natriy va xlor" ko'rinishida yozib bo'lmaydi. Shu singari suvni vodorod va kislorod, shakarni uglerod, vodorod va kislorod yoki sulfat kislotani vodorod, oltingugurt va kislorod deb yozib bo'lmaydi.

Demak, kimyoni o'rganishda adabiy so'z va iboralardan tashqari yana qo'shimcha "maxsus yozuv va belgilar" bo'lishi kerakki, u yuqoridagi "noqulaylik"larni bartaraf etsin. Bular kimyoviy formula va kimyoviy belgilardir.

**Kimyoviy belgilar** — kimyoviy element lotincha nomining bosh harfi va keyingi harflaridan biri bilan ifodalanadigan shartli belgi. Masalan, vodorodning lotincha nomi — Hydrogenium, belgisi — H, kislorodning lotincha nomi — Oxygenium, belgisi — O, ruxning lotincha nomi — Zincum, belgisi — Zn, temirning lotincha nomi — Ferrum, belgisi — Fe va hokazo.



Kimyoviy belgilar: elementning nomini, bir atomini, 1 ta atom massasini, 1 molini ko'rsatadi. Elementlarning kimyoviy belgilari D. I. Mendeleevning elementlar davriy sistemasida keltirilgan.

**Kimyoviy formula** deb, moddaning sifat va miqdor tarkibini kimyoviy belgi, indeks va koeffitsiyentlar yordamida ifodalashning shartli yozuv usuliga aytiladi. Kimyoviy formulalar modda molekulasini tarkibiga qaysi elementlar atomlari va ularning qancha miqdorda kirishini ko'rsatadi. Masalan: osh tuzi — NaCl, suv — H<sub>2</sub>O, sulfat kislota — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, shakar — C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> formulalarga ega bo'ladi. Shu singari hozirgacha ma'lum bo'lgan barcha moddalarning kimyoviy formulasi mavjud.

**Kimyoviy formula yordamida:**

— moddaning bitta molekulasini tarkibini bilamiz va ifodalaymiz;

— uning "1 mol" miqdorining massasini hisoblay olamiz va bilamiz;

— uning xususiyatlari to'g'risida xulosa qilamiz va qanday maqsadda ishlatilishi to'g'risida dastlabki tushunchalarga ega bo'lamiz.

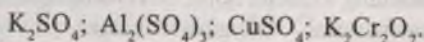
Kimyoviy formula turlaridan biri empirik formuladir:

**Empirik formula** — kimyoviy analiz natijalari asosida aniqlangan modda bitta molekulasining tarkibini sifat va miqdoriy jihatdan tavsiflagan yozuv usuli. Masalan: NaOH, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Al(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O·CaO·6SiO<sub>2</sub> (oddiy shisha) va hokazo.

Ko'rinib turibdiki, moddaning empirik formulasini yozish uchun kimyoviy elementlar belgilari (simvol)ni, indeks, koeffitsiyent va valentlik tushunchalarini bilish zarur.

**Indeks** — moddaning bir molekulasini tarkibiga kirgan ayni element atomi (atomlar gruppasi) sonini ko'rsatuvchi kattalikdir.

Agar molekula tarkibida ayni element atomidan bitta bo'lsa, buni ko'rsatuvchi 1 raqami indeks holida formulada yozilmaydi. Masalan, NaOH molekulasini (Na, O, H) da "1" indekslari yozilmagan. Shu qoidaga asosan formulada agar element belgisining o'ng tomonidan pastda hech qanday raqam yozilmasa, uning indeksi "1" deb hisoblanadi. Boshqa hollarda (2 va undan ortiq) indekslar albatta formulalarda yoziladi:



Yuqoridagi yozuvlarga asosan, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> molekulasini ko'rib chiqsak: 1 molekula alyuminiy sulfat tuzi tarkibida 2 atom Al, 3

atom S, 12 atom O elementlari bor. Bu formulada  $(SO_4)_3$  gruppasida 2 xil indeks ishlatilgan.

Ulardan birinchisi "4" raqami faqat O (kislorod) atomlariga tegishli bo'lib, bitta sulfat ionida 4 ta kislorod atomi borligini bildirsa, qavsdan tashqaridagi umumiy indeks — "3" raqami  $SO_4$  gruppasidan 3 ta borligini anglatib, bir yo'la ham S, ham O (kislorod) atomlariga tegishlidir.

Moddalar va ularning xossalarini o'rganishda yana modda molekulasining elektron formulasi va tuzilish (grafik) formulasi keng qo'llaniladi. Bu haqda keyingi mavzularda tanishamiz.

## II.4. Valentlik

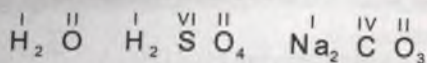
*Valentlik element atomi (ion)ga xos tushunchadir. Valentlik — bir element atomining ayni molekula tarkibidagi boshqa element (yoki elementlar) bilan hosil qilgan bog'lanishlar sonidir.*

Agar atom tuzilishi nuqtai nazaridan qarasaq, elementning valentligi kimyoviy bog' hosil bo'lishida element atomi tashqi elektron qavatini to'ldirish uchun qabul qilib oladigan yoki beradigan elektronlar sonidir. Shu sababli, ko'pchilik hollarda elementning valentligi davriy jadvalda shu element joylashgan grupp raqamiga qarab aniqlanadi. Masalan, I grupp elementlari bir valentli (Li—, Na—, K—, ...), II grupp elementlari ikki valentli (—Be—, —Mg—, —Ca— ...) va hokazo.

Demak, bu tushunchalarga ko'ra, biror moddaning ham empirik, ham tuzilish formulasini yozadigan bo'lsak, modda tarkibiga kiradigan elementlar va ularning davriy jadvalda joylashgan grupp raqamini bilish zarur.

Shuni unutmaslik kerakki, molekula tarkibidagi barcha atomlarning valentliklari yig'indisi o'zaro teng bo'lishi, ya'ni molekula tarkibidagi har bir elementning valentligi to'yingan bo'lishi shart. Shu qoidaga binoan, agar bir element atomi valentligi bilan ikkinchi element valentligi o'zaro teng bo'lmasa, formulani yozishda "indeks" dan foydalaniladi. Buni suv molekulasidagi vodorod va kislorod atomlari misolida ko'rsak, 1 ta kislorod atomining ikkita valentligi (—O—)ni 1 ta vodorod atomi valentligi (—H—)to'yintira olmaydi. Buning uchun 2 ta vodorod atomi bo'lishi kerak. Vodorod atomlarini 2 marta takror yozmasdan, shu element belgisining o'ng tomonidan pastga "2" raqami ( $H_2O$ ) yoziladi. Valentlik, odatda, element belgisining yuqoridagi o'ng tomonida rim raqami bilan ko'rsatiladi. Buni quyidagi moddalar tarkibidagi elementlar misolida ko'radigan bo'lsak, elementlarning valentliklari

928142



Elementlarning valentligi doimiy va o'zgaruvchan bo'ladi. Quyida valentliklari doimiy va o'zgaruvchan bo'lgan elementlar keltirilgan:

A. Valentliklari doimiy elementlar:  $H^I$ ,  $Na^I$ ,  $Li^I$ ,  $K^I$ ,  $Rb^I$ ,  $Cs^I$ ,  $F^I$ ,  $O^{II}$ ,  $Ca^{II}$ ,  $Mg^{II}$ ,  $Be^{II}$ ,  $Va^{II}$ ,  $Sr^{II}$ ,  $Zn^{II}$ ,  $Cd^{II}$ ,  $Al^{III}$ ,  $B^{III}$ ,  $Si^{IV}$  va boshqalar.

B. O'zgaruvchan valentli elementlar:  $Cu^I$ ,  $Cu^{II}$ ,  $Fe^{II}$ ,  $Fe^{III}$ ,  $C^{II}$ ,  $C^{IV}$ ,  $S^{II}$ ,  $S^{IV}$ ,  $S^{VI}$ ,  $N^I$ ,  $N^{II}$ ,  $N^{III}$ ,  $N^{IV}$ ,  $P^{III}$ ,  $P^V$ ,  $Cl^I$ ,  $Cl^{III}$ ,  $Cl^{IV}$ ,  $Cl^{VII}$ ,  $Mn^{II}$ ,  $Mn^{IV}$ ,  $Mn^{VI}$ ,  $Mn^{VII}$ ,  $Cr^{III}$ ,  $Cr^{VI}$ ,  $Pb^{II}$ ,  $Pb^{IV}$ ,  $Sn^{II}$ ,  $Sn^{IV}$ ,  $Au^I$ ,  $Au^{III}$  va hokazolar.

Keltirilgan formulalardan  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  da indekslardan tashqari suv molekulasida "5" raqami yozilgan bo'lib, u **koefitsiyent** deyiladi. Koefitsiyentning vazifasi ayni modda molekulasida tarkibida 5 ta suv (yoki boshqa modda) molekulari borligini anglatadi. *Koefitsiyent bir yo'la shu modda molekulasida tarkibidagi barcha elementlarga tegishli bo'ladi.*

*Tuzilish formulalari* (struktura formulalari). Barcha moddalar molekularidagi atomlar kimyoviy bog'lar yordamida bog'langan. Molekuladagi atomlarning *bir-birlariga nisbatan biror tartib (ketma-ketlik) asosida joylashuvini ifodalovchi shartli yozuv modda molekulasining tuzilish formulasi* deyiladi.

Tuzilish formulalari aslida kristall moddalarni rentgen nurlari bilan tekshirish (rentgen tuzilishi analizi usuli) asosida aniqlanadi. Aniq parametrlar (bog'ning uzunligi, bog'lar orasidagi burchak, moddaning kristall tuzilishi) asosida modda molekulasining tuzilishi "namoyish" etiladi.

Aksariyat hollarda modda tuzilishini bunday darajada "namoyish" etib bo'lmagani uchun ularning shartli grafik tuzilish formulalari bilan kifoyalaniladi. Masalan,  $NaCl$  ni  $Na-Cl$ ,  $H_2O$  ni  $H-O-H$ , ko'rinishda yoziladi. Bu formulalar molekulaning haqiqiy tuzilishini ifodalamasda (chunki, yuqorida aytganimizdek, ayrim moddalarga molekula tushunchasini tatbiq qilish mumkin emas), bizda har bir element molekula tarkibida valentliklariga muvofiq birikishi, ular orasida birlamchi, ikkilamchi (uchlamchi) bog'lar hosil bo'lishi kabi modda tuzilishi to'g'risidagi dastlabki tasavvurlarni uyg'otadi.

## II.5. Kimyoviy reaksiyalar va ularning turlari

Kundalik hayotimizda turli hodisalar sodir bo'layotganligining guvohi bo'lamiz va ularni kuzatamiz. Masalan, idishda turgan suv hajmi (miqdori)ning kamayishi, shisha buyumning tushib sinishi, gazning, yog'ochning va ko'mirning yonishi, muzning suyuqlanishi, temir buyumning zanglashi, kishilarning nafas olishi va hokazo.

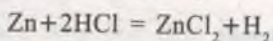
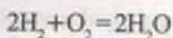
Bu hodisalarni ikki turga bo'lishimiz mumkin: 1) fizikaviy hodisalar, 2) kimyoviy hodisalar.

**Fizikaviy hodisalar** deb, moddaning tarkibi o'zgarishidan ro'y beradigan hodisalarga aytiladi. Bu hodisalar tufayli moddaning agregat holati o'zgarishi (qattiq  $\rightarrow$  suyuq, suyuq  $\rightarrow$  gaz; gaz  $\rightarrow$  qattiq), shakli o'zgarishi (bir bo'lak qattiq moddani maydalab ezish, yaxlit bo'lakni mayda bo'lakchalarga bo'lish) mumkin, lekin uni tashkil etgan moddaning tarkibi o'zgarmay qoladi. Yuqoridagi misollarimizdan suv hajmining kamayishi (bug'lanishi) natijasida suv moddasi "suvligicha" qoladi, lekin suyuq holatidan gaz holatiga o'tadi, ya'ni  $(H_2O)_n \rightarrow nH_2O$ ; shishaning sinishida uning shakli (butunligi) o'zgaradi (tarkibi o'zgarmaydi) qog'ozning yirtilishida qog'oz qog'ozligicha qoladi, faqat uning yaxlitligi buziladi. Bularning hammasi fizikaviy hodisalar.

**Kimyoviy hodisalar** deb, moddalar (kimyoviy) tarkibining o'zgarishi bilan boradigan hodisalarga aytiladi. Bunda modda ichki o'zgarishlar (dastlabki mavjud kimyoviy bog'larning uzilib, yangilarining hosil bo'lishi) natijasida molekular yoki kristallar tarkibidagi atomlar soni, o'zaro joylashuvi — tuzilishi o'zgaradi. Bu ular xususiyatlarining tubdan o'zgarishiga olib keladi. Boshqacha aytganda, dastlabki modda yangi moddaga aylanadi. Har qanday kimyoviy hodisaga **kimyoviy reaksiya** deyiladi. Masalan, yuqorida sanab o'tilgan hodisalardan gaz, yog'och, ko'mirning yonishi, temirning zanglashi, odamlarning nafas olishi va shu kabi hodisalar kimyoviy hodisalar (reaksiyalar) deyiladi.

*Sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarning asl mohiyatini tushunib yetish uchun har bir reaksiyani "kimyoviy til" da bayon yetish usuli sifatida kimyoviy tenglamalardan foydalaniladi.*

Masalan, "ikki molekula vodorod bir molekula kislorod bilan birikib suv hosil qiladi" yoki rux bo'lakchasi xlorid kislota bilan reaksiyaga kirishib, rux xlorid tuzi va vodorod gazini hosil qiladi" deyiladi. Bu ifodani kimyoviy tenglama shaklida yozsak:



ko'rinishiga ega bo'ladi. Bu yuqorida aytilgan hodisalar (reaksiyalar)ning kimyoviy tenglamasidir.

*Kimyoviy tenglama — kimyoviy hodisalarni, kimyoviy formula va koeffitsiyentlar yordamida ifodalashning shartli yozish usulidir.*

Kimyoviy tenglama:

— ro'y berayotgan hodisaning kechishini, kimyoviy ma'nosini bilishga;

— ayni reaksiyalarda moddalarning o'zaro miqdoriy munosabatlarini tushunib yetishga;

— tegishli hisoblashlarni amalga oshirishga yordam beradi;

— kimyoviy tenglamalarni tuzganda uning ikkala tomonidagi reaksiyada ishtirok etuvchi elementlar atomlari soni o'zaro teng bo'lishi shart. Agar shu qoidaga amal qilinmasa, bunday yozuv tenglama bo'lmaydi, reaksiya qanday borishini tushuntiruvchi ( $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ) yozuv bo'lib qoladi.

Kimyoviy reaksiyalar borganda moddalarning tashqi belgilari ham o'zgarishi mumkin, ya'ni fizikaviy hodisalar ham ro'y beradi. Bu reaksiyaning tashqi belgisi (effekti) deyiladi. Masalan: ko'mirning yonishi  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  da bir vaqtda ikkita tashqi belgi kuzaatiladi. Birinchisi — issiqlik ajraladi (atrof isiy boshlaydi), ikkinchisi — yorug'lik chiqadi. Qattiq ko'mir  $\text{CO}_2$  gaziga aylanib ketadi.

Agar  $\text{NaCl}$  eritmasiga ozgina  $\text{AgNO}_3$  eritmasidan qo'shilsa:  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ , oq rangli cho'kma (tashqi belgi) hosil bo'ladi va shu sababli bunday hollarda modda formulasi yoniga cho'kmaga tushish belgisi ( $\downarrow$ ) qo'yiladi.

Reaksiyaning tashqi belgilariga:

— issiqlik chiqishi yoki yutilishi (sovishi);

— yorug'lik (alanga) chiqishi;

— rang o'zgarishi yoki paydo bo'lishi;

— cho'kma hosil bo'lishi yoki erib ketishi;

— gaz ajralib chiqishi (yoki yutilishi) kabilar kiradi.

Lekin shunday hodisalar ham borki, ularni aniq bir hodisalar qatoriga kiritib bo'lmaydi. Masalan: g'ovak sirt yuzasiga gazsimon yoki suyuq modda molekularining yutilishi, gazlama yoki silikat buyumlar sirtiga

ranglarning qoplanib qolishi kabilardir. Bu jarayonlarda bir vaqtda ham fizik, ham kimyoviy hodisalar ro'y beradi. Shu boisdan bular fizik-kimyoviy jarayonlar qatoriga kiritiladi.

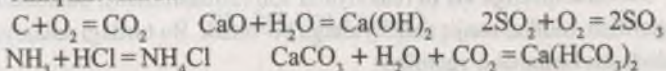
Kimyoviy reaksiyalar moddalarning dastlabki va oxirgi holatlari hamda miqdorlariga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

- birikish reaksiyasi;
- parchalanish reaksiyasi;
- almashinish reaksiyasi;
- o'rin olish reaksiyasi.

*Birikish reaksiyasi* deb, ikki yoki undan ortiq oddiy va murakkab moddalarning o'zaro birikib yangi bitta murakkab modda hosil qilish reaksiyasiga aytiladi.

Umumiy holda:  $A + B + C \dots \rightarrow D$

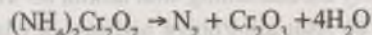
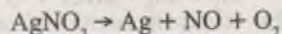
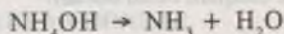
Aniq misollarda:



*Parchalanish reaksiyasi* deb, bitta murakkab moddaning boshqa moddalarga aylanishi (parchalanishi)ga aytiladi.

Umumiy holda:  $D \rightarrow A + B + C + \dots$  ko'rinib turibdiki, ajralish reaksiyalari birikish reaksiyalariga teskari jarayondir.

misollar:  $Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O$

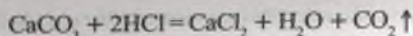


*Almashinish reaksiyasi* deb, ikki murakkab modda tarkibiy qismlarining o'zaro almashinuvi natijasida yangi murakkab moddalar hosil bo'lish jarayoniga aytiladi.

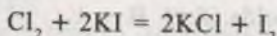
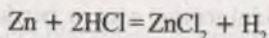
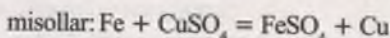
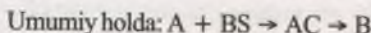
Bu turdagi reaksiyalar o'rin olish reaksiyasiga o'xshab ketadi, faqat ulardan farqi shundaki, reaksiyada murakkab moddalar ishtirok etadi va ular o'z tarkibiy qismlari bilan almashinadilar.

Umumiy holda:  $AB + CD \rightarrow AC + BD$

misollar:  $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$

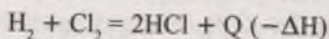


*O'rin olish reaksiyasi* deb, oddiy modda atomlarining murakkab modda molekulasini tarkibidagi biror element atomini o'rnini olib, yangi oddiy va murakkab modda hosil bo'lish jarayonlariga aytiladi.



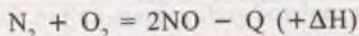
Mexanizmlariga ko'ra reaksiyalar ion (almashinish), oksidlanish-qaytarilish, radikal zanjir reaksiyalarga bo'linadi. Bu turdagi reaksiyalar alohida mavzularda o'rganiladi.

Ko'pgina kimyoviy jarayonlar issiqlik chiqishi yoki yutilishi bilan boradi. Kimyoning bunday jarayonlarni o'rganuvchi sohasi *termokimyo* deyiladi. Issiqlik effektiga asosan reaksiyalar **ekzotermik** va **endotermik** reaksiyalarga bo'linadi. Issiqlik ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalar *ekzotermik* reaksiyalar deyiladi. Masalan, vodorod va xlor gazlaridan vodorod xlorid hosil bo'lish reaksiyasi issiqlik chiqishi bilan boradi:



Oddiy moddalarning sifat tarkibi bir xil, tuzilishi va xossalarning har xil bo'lishi allotropiya hodisasi deyiladi. Har bir holatga to'g'ri keluvchi moddalar allotropik shakllar deyiladi. Masalan, uglerod elementi uch xil allotropik shaklda: C (olmos), C (grafit), C (karbin); kislorod ikki xil: O<sub>2</sub> (kislorod) va O<sub>3</sub> (ozon) holatlarida mavjud bo'ladi. Allotropik shakl o'zgarishining kelib chiqishiga sabab - molekulada ayni element atomlari soni va ularning o'zaro birikish tartibi har xilligidir. Qattiq moddalarda esa ayni element atomlarining bir-biriga nisbatan joylashish tartibi - kristall panjarasi har xil bo'ladi. Olmosda uglerod atomlari tetraedr hosil qilib, kubsimon kristall panjara vujudga keladi, grafitda olti yoqli prizma hosil bo'lib, ular qavat-qavat joylashadi.

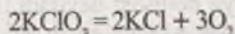
Issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar *endotermik reaksiyalar* deyiladi. Masalan, azot va kisloroddan yuqori temperaturada azot (II)-oksidning hosil bo'lish reaksiyasi:



Ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdori kimyoviy jarayonning *issiqlik effekti* deyiladi. Issiqlik effekti keltirilgan tenglamalar *termokimyoviy tenglamalar* deyiladi.

Kimyoviy reaksiyalar qaytar va qaytmas turlarga bo'linadi.

*Oxirigacha boradigan, ya'ni boshlang'ich moddalar molekularining hammasi reaksiya mahsulotlariga aylanadigan reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi.* Bu reaksiyalarga misol qilib Bertole tuzining parchalanishini keltirish mumkin (katalizator  $\text{MnO}_2$ ):



Bu reaksiya Bertole tuzining barcha molekulari kaliy xlorid va kislorodga aylanib bo'lganidan keyin tugallanadi.

Ammo ko'pchilik reaksiyalar qaytar jarayonlardir.

*Bir vaqtning o'zida qarama-qarshi yo'nalishlarda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi.*

### III bob

#### ODDIY MODDALAR

Bir xil element atomlaridan iborat moddalar **oddiy moddalar** deyiladi. Masalan:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_3$ , C (grafit), C (olmos), Au, Fe va hokazo.

Oddiy moddalar gazsimon ( $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ , He, Ne), suyuq ( $\text{Br}_2$ , Hg), qattiq (Fe, Mg, Ca, S, P,  $\text{I}_2$  ...) holatlarda bo'ladi. Oddiy moddalar bir atomli (Fe, Ag, Al, Na, K ...) va ko'p atomli ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{P}_4$  ...) bo'ladi. Shu sababli ular qattiq holda atomar va molekulyar kristall panjarali bo'ladilar.

Oddiy moddalardan  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{S}_8$ , He, Ne, Ar, Kr, Xe, C (grafit), S (olmos),  $\text{Cl}_2$ , Hg, Au, Ag, Fe, Cu lar tabiatda erkin holda mavjud bo'ladi. Ko'pchilik elementlar birikmalar tarkibida uchraydi. Ularni turli usullar bilan ajratilib, sof holda olinadi.



Mavjud 118 ta kimyoviy elementlarning har biri oddiy modda sifatida qabul qilinishi mumkin. Ularning har biri bir nechtdan oddiy moddalarni - allotropik shakl o'zgarishlarini hosil qilishi mumkin. Bunda oddiy modda tarkibidagi atomlar soni yoki atomlarning bir-biri bilan bog'lanish tartibi o'zgaradi. Masalan, uglerod grafit, olmos, karbin, fulleren kabi oddiy moddalarni hosil qiladi, oltingugurtning esa rombik, plastik, kristall va amorf shakllari mavjud. Fosfor oq, qizil va qora fosforni hosil qiladi, kislorod esa  $O_2$  (kislorod) va  $O_3$  (ozon) kabi oddiy moddalarni hosil qiladi.

Allotropiya hodisasi oddiy modda va element orasidagi farqni ko'rsatadi. Masalan, uglerod element, ya'ni bir turdagi atomlar uyushmasidir. Lekin oddiy qora qalam - grafit va qimmatbaho tosh hisoblanadigan olmos orasidagi farq katta.

Oddiy moddalarning sifat tarkibi bir xil, tuzilishi va xossalari har xil bo'lishi allotropiya hodisasi deyiladi. Har bir holatga to'g'ri keluvchi moddalar allotropik shakllar deyiladi.

Allotropik shakl o'zgarishining kelib chiqishiga sabab - molekulada ayni element atomlari soni va ularning o'zaro birikish tartibi har xilligidir. Qattiq moddalarda esa ayni element atomlarining bir-biriga nisbatan joylashish tartibi - kristall panjarasi har xil bo'ladi. Olmosda uglerod atomlari tetraedr hosil qilib, kubsimon kristall panjara vujudga keladi, grafitda olti yoqli prizma hosil bo'lib, ular qavat-qavat joylashadi.

Grafit va olmos uglerod elementining allotropik shakllari bo'lib, ularni birini ikkinchisiga aylantirish mumkin, bunda ularning xossalari keskin o'zgaradi. Grafit va olmosning tarkibida faqat uglerod atomlari mavjud ekanligi sababli ularning ikkisi ham kislorodda yonib, bitta moddani - karbonat angidridni hosil qiladi.

*Modda tarkibini aniqlash uchun o'tkaziladigan parchalash jarayoni **analiz** deyiladi. Birikma tarkibida qanday qismlar borligini aniqlash **sifat analizi** deyiladi.*

*Birikma tarkibiy qismlari qanchadan iborat ekanligini aniqlash **miqdoriy analiz** deyiladi.*

*Moddani hosil qilish jarayoni esa **sintez** deyiladi.*

## Oddiy moddalarni olish usullari

Usul	Birikma holati	Oddiy moddalar
A. Qaytarish usuli		
Vodorodli	Oksidlar, galogenidlar va tuzlardan	Ga, In, Si, Ge, Mo, W, Re, B
Karbotermiya	Oksidlar va tuzlardan	Fe, Co, Ni, Si, Pb, Sn, Zn, Cd, Cu, P, As, Mo, W, Sb, Bi..
Alyuminotermiya	Oksidlardan	Cr, Fe, Co, Ni, Mn..
Ruxtermiya	Galogenidlardan	Si, Ag, Au
Magniytermiya	Oksidlar va galogenidlardan	Be, Ti, Zr (Si), B, Hf
Kalsiytermiya		U, V, Nb, Ta, Sc, La (lantanoidlar)
Elektroliz (katod)	Galogenidlar, tuzlar va suvdan	Ishqoriy va ishqoriy yer metallari Al, Ga, In, Tl, Be, Mg, Zn, Mn, Cu, H <sub>2</sub>
B. Oksidlash usullari		
Xlorning ta'siri, elektroliz (anod)	Bromid, yodid, fluorid, xloridlarning suyuqlanmasi, eritmasi, suv	Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>

Gazsimon moddalardan azot, kislorod, vodorod, suyuq holdagi moddalardan suv, spirt, kislotalar, qattiq holdagi moddalardan esa uglerod, grafit, muz, temir, alyuminiy bizga tanish.

Suyuq va qattiq moddalarda atom va molekularlar orasidagi masofa gazlardagiga nisbatan ancha yaqin bo'ladi. *Gaz, suyuq va qattiq holatlar moddaning agregat holatlaridir.*

Modda holati temperatura va bosimga bog'liq. Masalan, suv 101,325 kPa bosimda va 100°C dan yuqorida gaz (bug') holatida, 0°C va 100°C orasida suyuq holatda, 0°C dan past haroratda qattiq (muz) holatida boladi.

*Moddalar agregat holatining o'zgarishi fizik jarayon hisoblanadi va bunda modda tarkibi o'zgarmaydi.*

## IV bob

### MURAKKAB MODDALAR

Murakkab moddalar yoki kimyoviy birikmalarda molekularlar bir necha elementlar atomlaridan tarkib topgan bo'ladi. Masalan, osh tuzi molekulari natriy va xlor atomlaridan tarkib topgan. Mis (II)-oksid mis va kislorod atomlaridan, suv esa bir atom kislorod va ikki atom vodoroddan tarkib topgan. Murakkab moddalar: anorganik moddalar va organik moddalarga bo'linadi.

Anorganik moddalar oksidlar, asoslar, kislotalar va tuzlardan iborat.

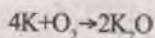
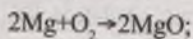
#### IV.1. Oksidlar

**Elementlarning kislorodli birikmalari oksidlardir.** Ularning umumiy formulasi  $E_x O_y$  ( $E$  — kisloroddan boshqa kimyoviy element). Oksidlarni nomlashda avval kimyoviy element nomi, keyin shu elementning ayni oksid tarkibidagi valentligi qavs ichida beriladi va chiziqcha qo'yilib, oksid so'zi qo'shiladi. Masalan,  $FeO$  — temir (II)-oksid,  $Fe_2O_3$  — temir (III)-oksid va hokazo.

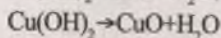
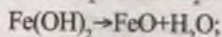
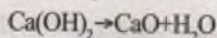
Davriy jadvaldagi He, Ne, Ar — oksidlarining mavjudligi aniqlanmagan. Boshqa elementlarning oksidlari suv bilan ta'sirlashib tegishli birikmalar hosil qilish xossalariga ko'ra befarq ( $CO$ ,  $N_2O$ ,  $NO$ ) va tuz hosil qiluvchi oksidlarga bo'linadi. Tuz hosil qiluvchi oksidlar suv bilan ta'sirlashib hosil qilgan birikmalarining xossalariga ko'ra yana uchga; asosli, kislotali, amfoter oksidlarga bo'linadi.

**Asosli oksidlar** deb, suv bilan birikib tegishli asoslarni hosil qiluvchi oksidlarga aytiladi. Masalan:  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $FeO$ ,  $CuO$ ,  $BaO$ . Asosli oksidlar, asosan metallarning oksidlari bo'lib, metall atomlari musbat (+1, +2, +3 ...) oksidlanish darajasiga ega bo'lib, kislorod atomlari (-2) oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Kislorod atomi II valentli, metall atomlari I, II, ba'zan III valentli bo'ladi.

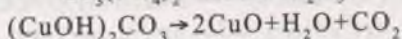
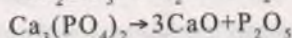
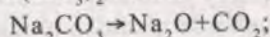
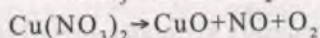
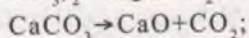
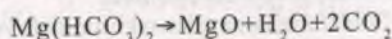
**Olinishi.** 1. Oksidlar metallarning bevosita kislorod bilan ta'sirlashuvi natijasida olinadi:



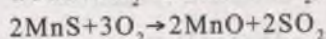
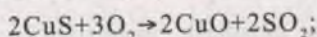
2. Hidroksidlarni parchalash yo'li bilan olinadi;



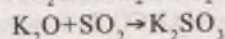
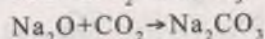
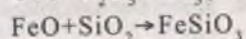
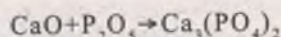
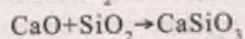
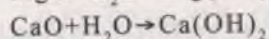
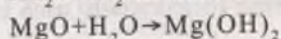
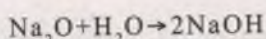
3. Tuzlarni parchalash usuli bilan olinadi:



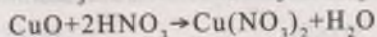
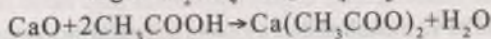
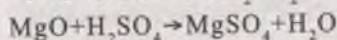
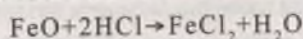
4. Metall sulfidlarini kuydirish usuli bilan olinadi:



**Kimyoviy xossalari.** Asosli oksidlar suv ta'sirida tegishli asos (ishqor)larni hosil qiladilar:



kislotalar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladilar:



**Fizikaviy xossalari.** Asosli oksidlarning barchasi qattiq moddalar bo'lib, kristall va amorf tuzilishga, o'ziga xos rangga ega: FeO (qoramtir) Ag<sub>2</sub>O, CuO — qora, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO, MnO — oq rangli, CoO — ko'kimtir yashil, NiO — yashil.

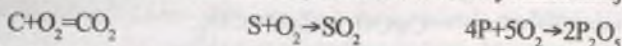
Ishqoriy metallarning oksidlari suvda yaxshi eriydi, ishqoriy-yer metallari oksidlari qisman, boshqa asosli oksidlar suvda yomon eriydigan moddalar. Yuqori temperaturalarda suyuqlanuvchan, elektr tokini o'tkazmaydigan birikmalardir.

**Kislotali oksidlar.** Suv bilan ta'sirlashib kislotalarni hosil qiluvchi oksidlarga **kislotali oksidlar** deyiladi.

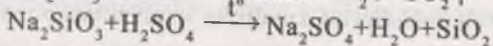
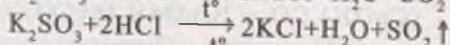
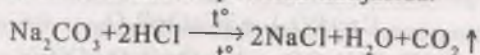
Ular qatoriga: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, oksidlari va Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, MnO<sub>3</sub>, CrO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MoO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub> kabi metallarning yuqori oksidlanish

(+5, +6 va +7) darajalaridagi oksidlari kiradi. Ularni "angidrid"lar (suv-sizlantirilgan kislotalar) nomi bilan yuritiladi.

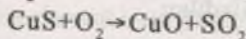
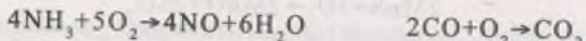
**Olinishi:** 1. Metallmaslarning havo kislorodida yonishi natijasida:



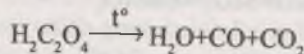
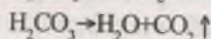
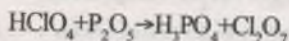
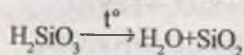
2. Kuchsiz (beqaror) kislotalar tuzlariga kuchli kislotalar ta'sir ettirib, ba'zi hollarda qizdirish natijasida:



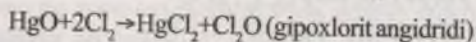
3. Birikmalarni oksidlash (yondirish) usuli bilan:



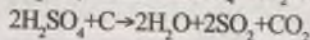
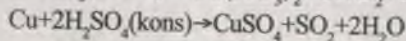
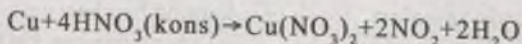
4. Kislotalar tarkibidan suvni ajratish (degidratlash) usuli bilan:



5. Metall oksidiga metallmaslarning ta'siri natijasida:

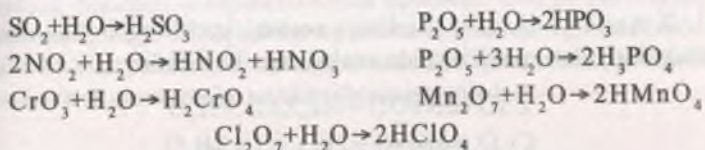


6. Metallar va metallmaslarga kislota eritmalarini ta'sir ettirish bilan hosil qilinadi:

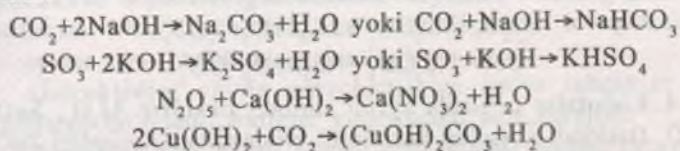


**Fizikaviy xossalari.** Kislotali oksidlar gazsimon ( $CO_2$ ,  $SO_2$ ) suyuq ( $SO_3$ ,  $Cl_2O_5$ ), qattiq ( $P_2O_5$ ,  $CrO_3$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $N_2O_5$ ) holatlarda bo'ladi. Ayrimlari suvda kam eriydi ( $SiO_2$ ), gazsimon oksidlarning bosimi ortishi bilan suvda eruvchanligi ortadi. Suvli eritmalari nordon ta'mli bo'ladi. Ular  $CrO_3$  — qizg'ish-sariq,  $P_2O_5$ ,  $N_2O_5$ ,  $SiO_2$  oq rangli,  $V_2O_5$  — sariq,  $Mn_2O_7$  — qoramtir-binafsha ranglarda bo'ladi.

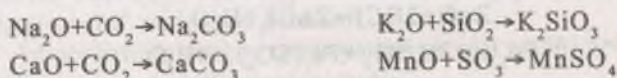
**Kimyoviy xossalari.** 1. Suv ta'sirida tegishli kislotalarni hosil qiladi:



2. Asos (ishqor)lar bilan reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qiladi:



3. Asosli oksidlar bilan birikib tuzlarni hosil qiladi:



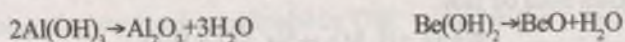
**Amfoter oksidlar.** Ham kislotaga, ham asos xossasiga ega bo'lgan oksidlar amfoter oksidlar deyiladi.

Amfoter ("ikki yuzlamachi") oksidlar qatoriga BeO, ZnO, SnO, PbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, PbO<sub>2</sub> larni kiritish mumkin.

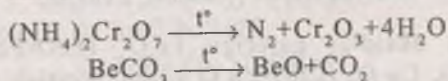
**Olinishi:** 1. Ko'pchilik boshqa oksidlar qatori bu oksidlar ham kislorod bilan ayni elementlarning o'zaro bevosita ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'ladi.



2. Gidroksidlarni termik parchalab olinadi:

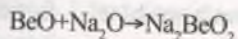
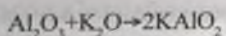


3. Ayrim tuzlarni termik parchalab olinadi:

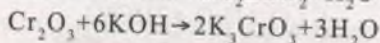
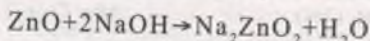


**Fizikaviy xossalari.** Amfoter oksidlar qattiq, amorf, ba'zan kristall tuzilishli, o'ziga xos rangli, yuqori temperaturaga chidamli moddalar bo'lib, suvda erimaydi.

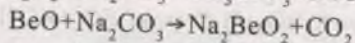
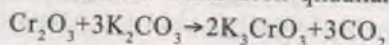
**Kimyoviy xossalari.** 1. Amfoter oksidlarning asosiy xossalardan biri ularning asosli oksidlar bilan qizdirilganda birikib tuzlar hosil qilishidir:



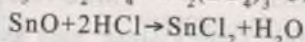
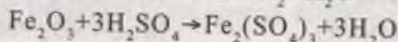
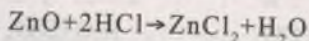
2. Amfoter oksidlar (kislotali xossasi kuchliroq bo'lganlari) ishqorlar bilan qizdirilganda reaksiyaga kirishadi:



3. Amfoter oksidlar  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  tuzlari bilan qo'shib qizdirilganda tuz va kislotali oksid hosil qiladilar:



4. Kislotalar ta'sirida ayrim amfoter oksidlar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (kislotali xossalari kuchliroq) erimaydilar. Ayrimlari  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SnO}$  lar kislotalarda yaxshi eriydi, tuz va suv hosil bo'ladi:



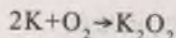
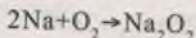
Bulardan tashqari oksidlarning boshqa turlari ham mavjud. Ular peroksidlar va aralash oksidlardir.

*Peroksidlar deb*, tarkibida -O-O- gruppalari va boshqa kimyoviy elementlarni tutgan oksidlarga aytiladi.

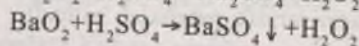
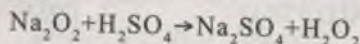
Masalan:  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$  shular qatoriga kiradilar.

Peroksidlar quyidagi reaksiyalar bo'yicha olinadi:

Metallarning havoda yonishi:



Metallarning peroksidlariga kislotalar ta'sir ettirilsa, vodorod peroksidi hosil bo'ladi:



Aralash oksidlar qatoriga  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ),  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  ( $\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$ ),  $\text{Co}_3\text{O}_4$  ( $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$ ) larni kiritish mumkin. Bu birikmalarni bir elementning turli oksidlanish darajalaridagi oksidlari  $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  yoki tegishli kislotalarning ayni metall bilan hosil qilgan tuzi  $\text{Fe}(\text{FeO})_2$  sifatida qarash mumkin.

Ba'zan  $M_2O \cdot M_2O_3$  — tarkibli ikki xil metallning II va III valentli aralash oksidlari — *shpinellar* ham uchraydi. Ularga  $FeO \cdot Al_2O_3$ ;  $ZnO \cdot Al_2O_3$ ;  $MgO \cdot Al_2O_3$  kabilar tegishli bo'lib, juda qattiq, kristall moddalardir. Ular paramagnit va rangli kristallar bo'lgani uchun radioelektromagnitda va qimmatbaho toshlar sifatida ishlatiladi.

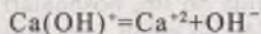
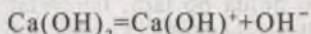
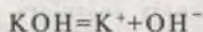
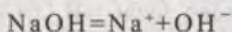
## IV.2. Asoslar (gidroksidlar)

**Tarkibida metall atomi va gidroksil gruppalari tutgan murakkab moddalar gidroksidlar deyiladi.** Ularning umumiy formulasi  $Me(OH)_n$  bo'lib, Me — metall atomi, n — gidroksil gruppalar soni (metallning valentligi).

Gidroksidlar suvda eruvchanligiga ko'ra ishqorlar va asoslarga bo'linadi. Amfoter gidroksidlar ham mavjud.

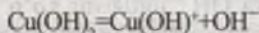
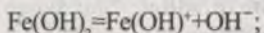
**Ishqorlar** deb, suvda yaxshi erib, kuchli dissotsilanuvchi gidroksidlarga aytiladi. Ularga: NaOH, LiOH, KOH, RbOH, CsOH,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  lar kiradi. Ishqor — "o'yuvchi", "yemiruvchi" ma'nosini bildiradi.

Ishqorlarning asosiy xususiyatlari suvda yaxshi erib, suvli eritmada deyarli to'liq ionlanishidir:



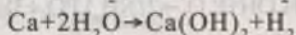
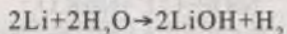
**Asoslar** — suvda kam eriydigan va juda kam dissotsilanuvchi gidroksidlardir. Asoslarga:  $Mg(OH)_2$ ;  $Fe(OH)_2$ ;  $Mn(OH)_2$ ;  $Cu(OH)_2$ ;  $Hg(OH)_2$  misol bo'ladi.  $NH_4OH$  — ammoniy gidroksidi, metall atomi bo'lmagan yagona gidroksid ham asoslar qatoriga kiradi.

Asoslar suvda oz eriydi, juda oz ionlanadi:

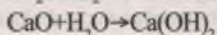
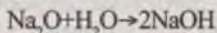


Ishqorlar va asoslar eritmalarida  $OH^-$  — ionlari ko'p bo'lgani uchun lakmus — ko'k rangli, fenolftalein — binafsha rangli bo'ladi.

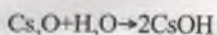
**Olinishi.** I. Ishqorlar ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining suvda erishi natijasida hosil bo'ladi:



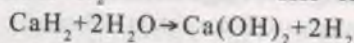
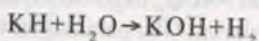
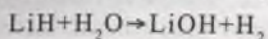
II. Metall oksidlarining suvda erishi natijasida hosil bo'ladi:



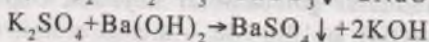
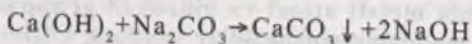




III. Metall gidridlarining suvda erishi natijasida hosil bo'ladi:

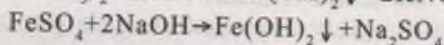
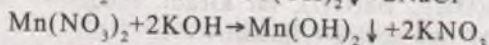
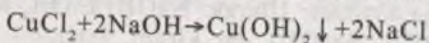


IV. Ayrim hollarda almashinish reaksiyalari yordamida ishqorlar olinadi:



V. Asoslarni olish uchun ular oksidlarining suvda qisman erishidan foydalanish mumkin:  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$ .

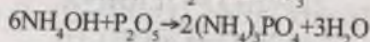
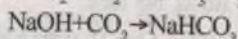
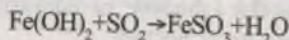
VI. Aksariyat hollarda asoslarni olish uchun metallarning tuzlari eritmalariga ishqor eritmaları ta'sir ettiriladi:



**Fizikaviy xossalari.** Gidroksidlardan faqat  $\text{NH}_4\text{OH}$  eritma holda bo'lib, boshqalari qattiq holda bo'ladi. Ishqorlar qattiq holda, oq rangli, juda gigroskopik moddalardir. Asoslar turli rangli bo'lib, amorf va kristall tuzilishli, suvda kam eruvchan moddalardir. Ishqorlarning suvli eritmaları kuchli va asoslarning eritmaları kam elektr o'tkazish xossalariga ega.

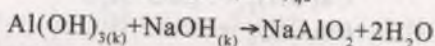
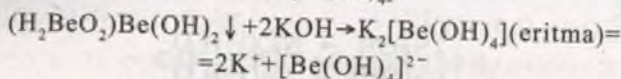
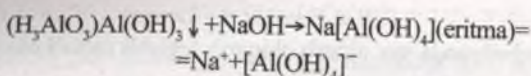
**Kimyoviy xossalari:** a) yuqorida aytilganidek, kimyoviy jihatdan ishqorlar asoslarga nisbatan faol moddalardir. Ular suyuqlanma yoki eritmada  $\text{Me(OH)}_n = \text{Me}^{n+} + n\text{OH}^-$  tenglamaga ko'ra  $\text{OH}^-$  ionlarini ko'p miqdorda hosil qiladilar. Shu sababli ular "o'yuvchi" xossalarini namoyon qiladilar.

b) gidroksidlar kislotali oksidlar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladilar:

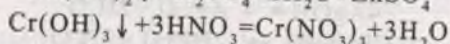
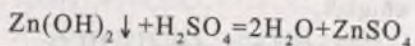


\* Umuman, gidroksid — "suvli oksid" ma'nosini bildirib, ikki xil metallar va metallmaslar oksidlarining suvli birikmalari sifatida qaralsa, metallarning gidroksidlari — asoslar, metallmaslarning gidroksidlari — kislotalar bo'ladi.

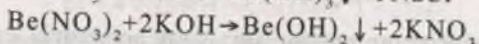
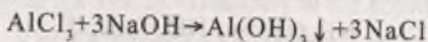




b) amfoter gidroksidlar asos xossasini namoyon qiladi:



Amfoter gidroksidlarni olish uchun metallga *ekvivalent miqdorda* ishqor ta'sir ettirish kerak:



### IV.3. Kislotalar

**Kislotalar** deb, tarkibida vodorod atomlari va kislota qoldig'i saqlagan murakkab moddalarga aytiladi.

Kislotalar tarkibiga ko'ra, kislorodsiz ( $H_nE$ ) va kislorodli ( $H_nEO_v$ ) bo'ladi.

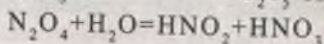
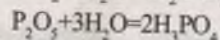
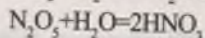
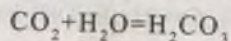
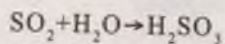
**Kislorodsiz kislotalarga:** HF, HCl, HBr, HI, H<sub>2</sub>S, HCN, HCNS kabilar kiradi.

**Kislorodli kislotalarga:** HClO, HClO<sub>2</sub>, HClO<sub>3</sub>, HBrO<sub>3</sub>, HIO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HPO<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>, HPO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, HMnO<sub>4</sub> kabilar kiradi.

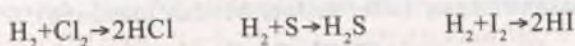
Kislotalar tarkibidagi vodorod atomlari soniga ko'ra: *bir asosli* (bir negizli) HF, HCl, HNO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>, HI, HBr, HClO — molekulasi tarkibida bitta vodorod atomi tutgan kislotalar;

*ikki asosli* kislotalar H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ikki negizli), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (uch negizli), H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (to'rt negizli) ga bo'linadi.

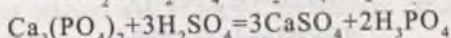
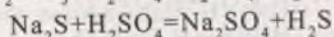
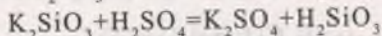
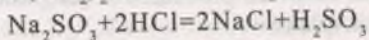
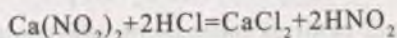
**Olinishi.** 1. Kislota oksidlarini (angidridlarni) suvda eritish:



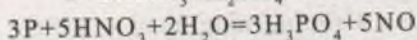
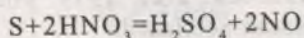
2. Metallmaslarning to'g'ridan-to'g'ri vodorod bilan ta'sirlashuvi natijasida:



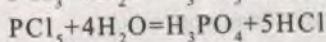
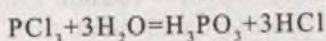
3. Kuchsiz kislota tuzlariga kuchli kislotalarni ta'sir ettirish:



4. Metallmaslarni kuchli kislotalar ta'sirida oksidlab olinadi:

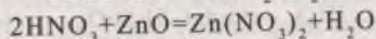
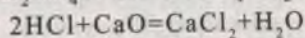
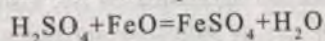


5. Ba'zi metallmaslarning birikmalarini gidrolizlash usullari bilan olinadi:

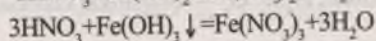
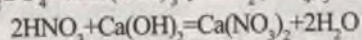
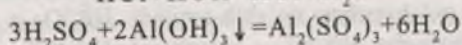
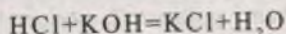


**Fizikaviy xossalari.** Kislordsiz kislotalar odatdagi sharoitda zaharli gazsimon moddalar bo'lib, ularning turli konsentratsiyali eritmalarini hosil qilishda suvda eruvchanligidan foydalaniladi. Ayrim kislordli kislotalar suyuq ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), ba'zilar qattiq ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) moddalardir.

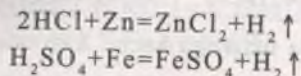
**Kimyoviy xossalari.** 1. Kislotalar asosli va amfoter oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qiladilar:



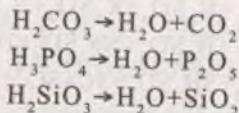
2. Kislotalar gidroksidlar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladi. Bu reaksiya *neytrallanish* reaksiyasi ham deyiladi:



3. Aktivlik qatorida vodoroddan oldin turgan metallar bilan ta'sirlashib tuz va vodorod gazini hosil qiladi (nitrat kislota va konsentrlangan sulfat kislota bundan mustasno):



4. Temperatura ta'sirida parchalanib (degidratlanib) tegishli oksid va suv hosil qiladi:



5. Kislotalar IYuPAK ning 1979 yilda qabul qilgan nomenklaturasiga asosan nomlanadi:

a) *kislorodsiz kislotalarning nomi* — kislota hosil qilgan element nomiga — “*id*” qo'shimchasi qo'shib aytiladi: HF — fluorid, HCl — xlorid, HBr — bromid, H<sub>2</sub>S — sulfid, H<sub>2</sub>Se — selenid, HCN — sianid, HCNS — rodanid kislotalar;

b) *kislorodli kislotalarda element turli valentlik (yoki oksidlanish darajalari) namoyon qilsa:*

— eng past oksidlanish darajasida bo'lsa “*gipo*” — old qo'shimchasi qo'shiladi; HClO — gipoxlorit, HBrO — gipobromit, HIO — gipoyodit kislota deyiladi;

— o'rtacha oksidlanish darajasida bo'lsa — “*it*” qo'shimchasi qo'shib aytiladi; HClO<sub>2</sub> — xlorit, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> — sulfit, HNO<sub>2</sub> — nitrit, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> — fosfit, H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> — arsenit, H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> — selenit kislotalar deyiladi;

— yuqori oksidlanish darajasida bo'lsa, kislota hosil qiluvchi element nomiga — “*at*” — qo'shimchasi qo'shib aytiladi; H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> — karbonat, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> — silikat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — sulfat, HClO<sub>3</sub> — xlorat, HBrO<sub>3</sub> — bromat, HIO<sub>3</sub> — yodat, H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> — selenat, HNO<sub>3</sub> — nitrat kislotalar;

— bir element bir xil oksidlanish darajasida turli tarkibli kislotalar hosil qilsa, vodorod atomlari (aniqrog'i suv molekullari) soni kami — “*meta*”, vodorod atomlari ko'piga — “*orto*” — old qo'shimchasi qo'shib aytiladi: HP<sup>+5</sup>O<sub>3</sub> — metafosfat; H<sub>3</sub>P<sup>+5</sup>O<sub>4</sub> — ortofosfat, HB<sup>+3</sup>O<sub>2</sub> — metaborat; H<sub>3</sub>B<sup>+3</sup>O<sub>3</sub> — ortoborat; H<sub>2</sub>Si<sup>+4</sup>O<sub>3</sub> — metasilikat; H<sub>4</sub>Si<sup>+4</sup>O<sub>4</sub> — ortosilikat kislotalari deyiladi;

— kislota hosil qiluvchi elementning juda yuqori oksidlanish darajasini ko'rsatish uchun "per" — old qo'shimchasi qo'shib kislota nomi aytiladi:  $\text{HCl}^{7}\text{O}_4$  — perxlorat,  $\text{HMn}^{7}\text{O}_4$  — permanganat,  $\text{HI}^{7}\text{O}_4$  — peryodat kislota;

— agar kislota bir xil tarkibli kislotaning ikkita molekulasini birikib, bir molekula suv chiqib ketishidan (qizdirish natijasida) hosil bo'lgan bo'lsa, uning nomiga "piro" — qo'shimchasi qo'shib aytiladi:  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  — pirofosfat kislota (yoki difosfat kislota).

Kislotalarning eritmalarida  $\text{H}^+(\text{H}_3\text{O}^+)$  — ionlari bo'lgani uchun ularda lakmus-qizil rangga, metiloranj qizg'ish-binafsha rangga kiradi. Fenolftalein rangsiz bo'ladi.

#### IV.4. Tuzlar

*Tuzlar deb, tarkibida metall atomlari va kislota qoldig'i bo'lgan anorganik birikmalarga aytiladi.* Umuman, tuzlar gidroksidlar va kislotalarning o'zaro ta'siri mahsuloti bo'lib, ular turli tarkibli bo'ladilar. Ularning har biri bilan tanishib chiqamiz.

**I. O'rta tuzlar** — tarkibi faqat metall atomi (yoki ammoniy gruppasi) va kislota qoldig'idan iborat bo'lib  $\text{M}_x\text{E}_y$  yoki  $\text{M}_x\text{E}_y\text{O}_z$  formulalarga mos keladi. Bunday tuzlarga:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{LiI}$ ,  $\text{Rb}_2\text{S}$ ,  $\text{CsNO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va boshqalarni kiritish mumkin.

**II. Nordon tuzlar** — tarkibida metall atomi, kislota qoldig'idan tashqari vodorod atomi saqlagan tuzlardir. Bu tuzlarga:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{LiHS}$ ,  $\text{Mg}(\text{HS})_2$ ,  $\text{KHSO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  va boshqalar misol bo'ladi.

**III. Asosli tuzlar** — tarkibida metall atomi kislota qoldig'i va  $\text{OH}$  — gidroksil gruppalari saqlagan tuzlar. Ularga:  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$  va boshqalar kiradi.

**IV. Qo'sh tuzlar** — tarkibida bir xil kislota qoldig'i va ikki xil metall atomlari saqlagan tuzlar.

Bu qator tuzlarga:  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  lar kiradi.

**V. Kompleks tuzlar** — tarkibida qattiq holda va eritmada mustaqil mavjud bo'la oladigan kompleks — ion saqlagan moddalar.

Bu tuzlar qatoriga:  $K_4[Fe(CN)_6]$ ;  $K_3[Fe(CN)_6]$ ;  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ;  $Na_2[PtCl_6]$ ;  $K_2[HgI_4]$ ;  $Na_2[Zn(OH)_4]$ ;  $Na_3[FeF_6]$ ;  $K_2[PtCl_4]$  kabi moddalar kiradi.

Tuzlarning nomlanishi:

— o'рта tuzlar metall nomiga (valentligi) kislota qoldig'ining nomini qo'shib aytish bilan nomlanadi:  $CuSO_4$  — mis sulfat,  $FeCl_2$  — temir (II)-xlorid,  $FeCl_3$  — temir (III)-xlorid;  $Sn(NO_3)_2$  — qalay (II)-nitrat;  $Cr_2(SO_4)_3$  — xrom (III)-sulfat;

— nordon tuzlar metall (valentligi) va kislota qoldig'i nomiga, agar tuz tarkibida vodorod atomi bitta bo'lsa "gidro" yoki ikkita bo'lsa "digidro" qo'shimchalari qo'shib aytiladi. Masalan:  $NaHCO_3$  — natriy gidrokarbonat (yoki natriy bikarbonat);  $KHSO_3$  — kaliy gidrosulfit (yoki kaliy bisulfit);  $CaHPO_4$  — kalsiy gidrofosfat;  $NH_4H_2PO_4$  — ammoniy digidrofosfat;  $Mg(H_2PO_4)_2$  — magniy digidrofosfat,  $KH_2BO_3$  — kaliy digidroborat;

— asosli tuzlar metall nomi (valentligi) va kislota qoldig'i nomiga "gidrokso" so'zi qo'shib nomlanadi. Masalan:  $Mg(OH)NO_3$  — magniy gidroksonitrat,  $Fe(OH)Cl$  — temir (II)-gidroksoxlorid,  $Fe(OH)_2Cl$  — temir (III)-digidroksoxlorid;  $Al(OH)_2CH_3COO$  — alyuminiy digidroksoatsetat;

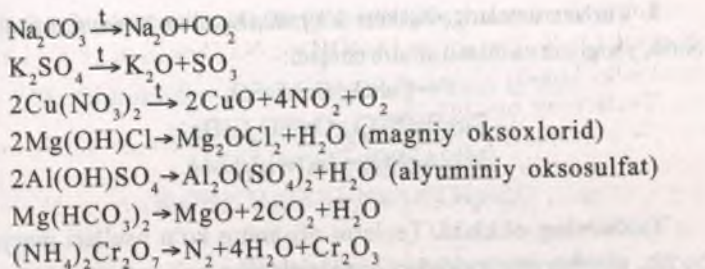
— qo'sh tuzlar avval valentligi (oksidlanish darajasi) katta metall, keyin valentligi kichigining nomi va oxirida kislota qoldig'ining nomi aytilishi bilan nomlanadi:  $KAl(SO_4)_2$  — alyuminiy kaliy sulfat,  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  — temir ammoniy sulfat. Bu tuzlar umumiy nom bilan "achchiqtosh"lar ham deb aytiladi. Shunga muvofiq, birinchisi — alyuminiy kaliyli achchiqtosh, ikkinchisi — temir ammoniyli achchiqtosh deb aytiladi;

— kompleks tuzlarni nomlashda, avval kislota qoldig'i (yoki neytral molekula)ning lotincha soni, keyin uning nomi, metallning nomi (valentligi) va tashqi sferadagi metall (yoki kislota qoldig'i) nomi aytiladi. Masalan:  $K_3[Fe(CN)_6]$  — geksatsianoferrat (III) kaliy;  $K_2[PtCl_4]$  — tetraxlorid platinat (II) kaliy;  $[CrCl_2(H_2O)_4]Cl$  — dixlorotetraakva xrom (III)-xlorid. Agar tashqi sferada boshqa ionlar bo'lmasa:  $[CrCl_3(H_2O)_3]$ -trixlorotriakva xrom (III) kabi nomlanadi.

**Fizikaviy xossalari:** barcha tuzlar qattiq moddalar bo'lib, turli rangda bo'ladilar. Ular suvda eruvchanligi bo'yicha yaxshi eriydigan ( $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $CaCl_2$  va hokazo), kam eruvchan ( $CaSO_4$ ,  $Ag_2SO_4$ ,  $PbCl_2$  va hokazo) va juda kam eruvchan ( $CaCO_3$ ,  $BaSO_4$ ,  $CaSiO_3$ ,  $Al_2(SiO_3)_3$  va hokazo)larga bo'linadi.

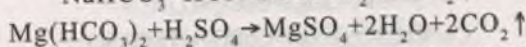
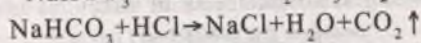
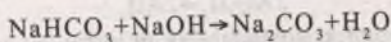
**Kimyoviy xossalari:**

1. Barcha tuzlar temperatura ta'sirida parchalanadi:

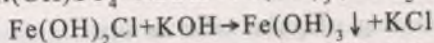
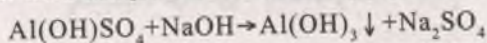


ko'rinib turibdiki, tuzlar parchalanganda ularning tarkibiga bog'liq holda turli anorganik moddalar hosil bo'ladi.

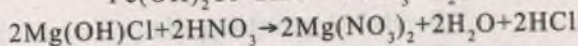
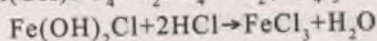
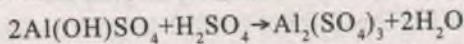
2. Nordon tuzlar ishqorlar va kislotalar bilan reaksiyaga kirishib yangi o'rta tuz va suv (kislota yoki oksidni) hosil qiladilar:



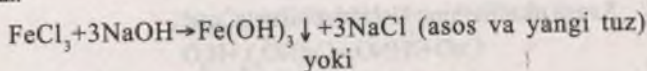
3. Asosli tuzlar ishqor ta'sirida asos va yangi tuz hosil qiladilar:



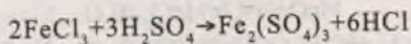
Kislota ta'sirida o'rta tuz, suv (tuz tarkibida kislota qoldig'idan farq qiluvchi kislota bo'lsa — yangi kislota) hosil qiladi.



4. O'rta tuzlar ishqorlar va kislotalar ta'sirida quyidagilarni hosil qiladi:

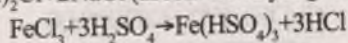
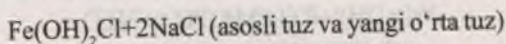


yoki



(yangi kislota va yangi tuz)

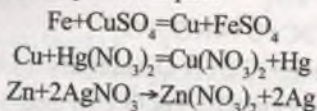
Agar bu reaksiyalarda tuz va ishqor (yoki tuz va kislota) noekvimolekulyar miqdorda olinsa, quyidagi moddalar hosil bo'ladi:



(yangi nordon tuz va yangi kislota).

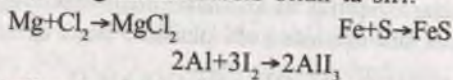


5. Tuzlar eritmalariga metallar ta'sir ettirilsa, almashinish reaksiyalari borib, yangi tuz va metall ajralib chiqadi:

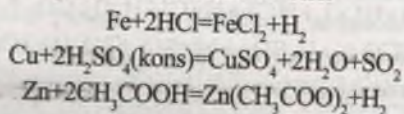


**Tuzlarning olinishi.** Tuzlarni olishning ko'p usullari mavjud bo'lib, ulardan eng asosiylari quyidagilardir.

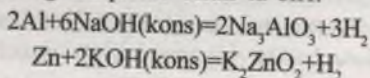
I. Metallarning metallmaslar bilan ta'siri:



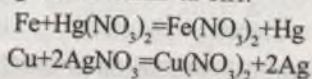
II. Metallarning kislotalar bilan ta'siri:



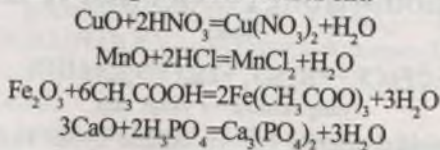
III. Metallarning ishqorlar bilan ta'siri:



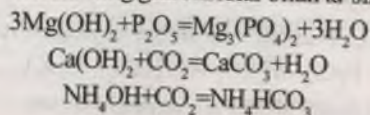
IV. Metallarning tuzlar bilan ta'siri:

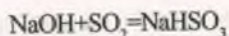


V. Asosli oksidlarning kislotalar bilan ta'siri:

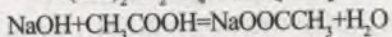
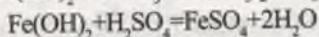
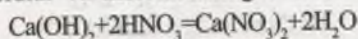


VI. Kislotali oksidlarning gidroksidlar bilan ta'siri:

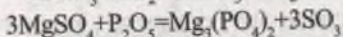
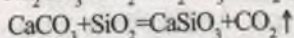
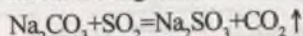




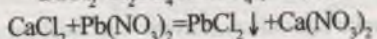
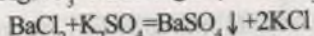
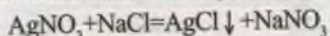
VII. Hidroksidlar va kislotalarning o'zaro ta'siri:



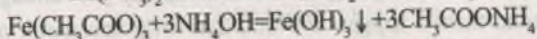
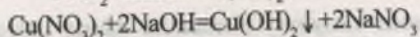
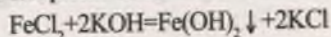
VIII. Kislotali oksidlarning tuzlar bilan ta'siri:



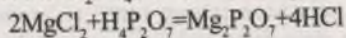
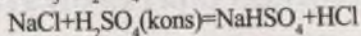
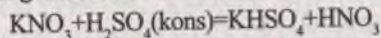
IX. Yaxshi eruvchan ikki tuzning o'zaro ta'siri:



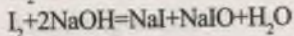
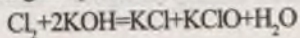
X. Tuzlarning ishqorlar bilan ta'siri:



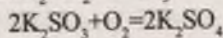
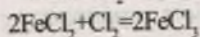
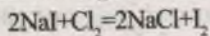
XI. Tuzlarning kislotalar bilan ta'siri:



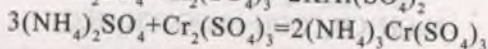
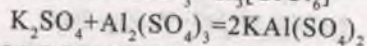
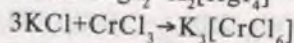
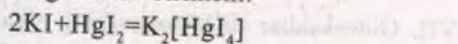
XII. Galogenlarning ishqorlarda erishi:



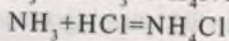
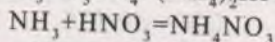
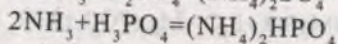
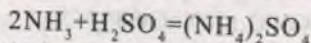
XIII. Ayrim metallmaslarning tuzlar bilan ta'siri:



XIV. Ayrim tuzlarning o'zaro birikishi:



XV. Ammiakning kislotalar bilan birikishi tufayli tuzlar hosil qilinadi.



Yuqorida bayon etilgan mavzulardagi (tushuncha, formula va reaksiya tenglamalari asosida) har bir sinf birikmalarining tarkibi va xossalarini o'rganish natijalarini yakunlab, barcha anorganik birikmalar sinflari o'rtasida uzviy bog'lanish bor, degan xulosaga kelish mumkin.

Bugungi kunda kimyoviy elementlar davriy jadvalidagi 118 ta elementlardan tashkil topgan 200 000 dan ortiq anorganik moddalar aniqlangan.

XVIII asr oxirida 30 tacha, XIX asrning 60-yillarida 63 ta kimyoviy elementlar aniqlangan edi.



1-

rasm. Anorganik moddalarning sinflari (turlari) orasidagi o'zaro (genetik) bog'lanish.

## V bob

### KIMYONING ASOSIY MIQDORIY (STEXIOMETRIK) QONUNLARI

Atom-molekulyar ta'limot nuqtai nazaridan kimyoning asosiy qonunlariga moddalar massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, ekvivalentlar qonuni, karrali nisbatlar qonuni, hajmiy nisbatlar qonuni, Avogadro qonuni kiradi. Ular **stexiometrik qonunlar** deyiladi.

**Stexiometriya** — kimyoning alohida bo'limi bo'lib, unda reaksiyaga kirishuvchi moddalar orasidagi massa va hajmiy nisbatlar ko'rib chiqiladi. Stexiometrik miqdorlar — moddaning reaksiya tenglamasiga ko'ra yoki formulaga muvofiq keladigan miqdorini bildiradi.

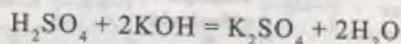
Asosiy miqdoriy qonunlarni alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

### V.1. Moddalar massasining saqlanish qonuni

Ma'lumki, kimyoviy jarayonlar moddalar molekullari, atomlari va ionlari o'rtasida ro'y berib, ular o'zaro ma'lum miqdor yoki og'irlik nisbatlarida ta'sirlashadilar. Reaksiya davomida moddalarning shakli, rangi, tarkibi o'zgarsa-da, ularning umumiy miqdori o'zgarmay qoladi. Shu og'irlik miqdori bilan bog'liq munosabatlarni o'rganuvchi asosiy qonun **moddalar massasining saqlanish qonunidir**.

*Ta'rif: Reaksiyaga kirishayotgan moddalar massalarining yig'indisi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massalari yig'indisiga tengdir.*

Ta'rifning qanchalik to'g'ri ekanligini quyidagi tenglama misolida tekshirib ko'raylik:



Ta'rifga ko'ra:

$$\Sigma m_{\text{dast.modda}} = \Sigma m_{\text{hosil bo'lgan modda}} \text{ bo'ladi.}$$

Tenglamada  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$  — dastlabki moddalar, hosil bo'lgan moddalar  $\text{K}_2\text{SO}_4$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ekanligini bilgan holda:

$$\Sigma m_{\text{dast.modda}} = M_{\text{H}_2\text{SO}_4} + 2M_{\text{KOH}} = 98 + (2 \cdot 56) = 210 \text{ g}$$

$$\Sigma m_{\text{hosil bo'lgan modda}} = M_{\text{K}_2\text{SO}_4} + 2M_{\text{H}_2\text{O}} = 174 + (2 \cdot 18) = 210 \text{ g}$$

bundan

$$\Sigma m_{\text{dast.modda}} = \Sigma m_{\text{hosil bo'lgan modda}}, \text{ ya'ni } 210 = 210 \text{ g ekanligi}$$

kelib chiqadi.

Bu qonun asosida har qanday kimyoviy reaksiyalar bilan bog'liq miqdoriy hisoblashlar amalga oshiriladi. Yirik ishlab chiqarish jarayonlari (kimyo sanoati) uchun qo'llanilganda esa, har bir texnologik jarayonning moddiy balansi (xomashyo sarfi, mahsulot ishlab chiqarish unumi)ni hisoblashni o'rgatadi.

*Yadro reaksiyalarida moddalar massasining saqlanish qonuni-ga amal qilmaydi.* Chunki bunday reaksiyalarda bir element yadrosidan boshqa elementlar yadrolari hosil bo'lishida massa o'zgarishi ro'y berib, dastlabki yadrolar massalari yig'indisi bilan hosil bo'lgan yadrolar massalari yig'indisi o'rtasida  $\Delta m$  — qiymatga teng farq yuzaga keladi. Bu massa farqi "**massa defekti**" deyiladi. Tinchlik massasi  $m_0$  quyidagi  $E = \Delta m_0 \cdot c^2$  formulasiga binoan  $E$  ga to'g'ri kelgan qiymatga proporsional ravishda o'zgaradi. Bu formula A.Eynshteyn tomonidan taklif etilgan

bo'lib, E-moddaning tinch holatdagi energiyasi, m-modda massasi, c-yorug'likning vakuum sharoitidagi tezligi bo'lib,  $3 \cdot 10^8$  m/sek ga teng.  $E=8,9 \cdot 10^{11}$  kJ/mol bo'ladi. Kimyoviy jarayonlarda ajralib chiquvchi energiya massaning  $10^{-7}\%$  iga proporsionaldir.

Yadro reaksiyalarida juda katta energiya ajralgani uchun massa kamayadi, shu sababli bu yerda massaning saqlanish qonuni amal qilmaydi.

Moddalar massasining saqlanish qonuni barcha kimyoviy hisoblashlarda qo'llaniladi. Uni qo'llash bilan bog'liq bo'lgan ayrim hisoblashlar bilan tanishib chiqamiz.

**1-masala.** Tarkibida 10% qo'shimchasi bo'lgan 10 g texnik temir namunasi bilan reaksiyaga kirishishi uchun necha gramm HCl moddasi kerak?

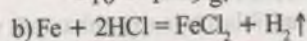
*Yechish:* a) 10 g texnik temir namunasidagi sof Fe moddasining og'irligini hisoblaymiz:

10 g namuna  $\rightarrow$  100 % bo'lsa,

$m_{\text{qo'shimcha}} \rightarrow$  10 % bo'ladi.

$$m_{\text{qo'shimcha}} = \frac{10 \cdot 10}{100} = 1 \text{ g.}$$

$$\text{Endi } m_{\text{Fe}} = m_{\text{namuna}} - m_{\text{qo'shimcha}} = 10 - 1 = 9 \text{ g.}$$



tenglamaga ko'ra:

kerak  $\frac{1}{\text{mol Fe}} = 56 \text{ g}$  uchun  $\rightarrow 2 \text{ mol} = 2 \cdot 36,5 = 73 \text{ g HCl}$

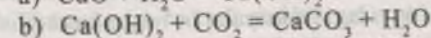
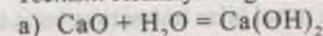
9 g uchun

$m_{\text{HCl}}$

$$m_{\text{HCl}} = \frac{9 \cdot 73}{56} = 11,73 \text{ g HCl kerak}$$

**2-masala.** 20 gramm  $\text{CaCO}_3$  ni hosil qilish uchun CaO ning qanday miqdorini suvda eritib, unga necha litr  $\text{CO}_2$  yutilishini hisoblang.

*Yechish:* Reaksiya tenglamasini tuzamiz:



(b) tenglamaga ko'ra 1 mol (100 g)  $\text{CaCO}_3$  hosil bo'lishi uchun 1 mol (74 g)  $\text{Ca(OH)}_2$  reaksiyaga kirishadi. 20 gramm  $\text{CaCO}_3$  ( $20/100 = 0,2$  mol) uchun  $m_{\text{Ca(OH)}_2}$  kerak. Buni proporsiya holda yozsak:

100 g  $\text{CaCO}_3$  uchun  $\rightarrow$  74 g  $\text{Ca(OH)}_2$  kerak.

20 g  $\text{CaCO}_3$  uchun  $\rightarrow$  m g kerak.

$$m_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{20 \cdot 74}{100} = 14,8 \text{ gramm}$$

(a) tenglamaga asosan 1 mol (74 g)  $\text{Ca(OH)}_2$  olish uchun 1 mol (56 g)  $\text{CaO}$  ni suvda eritish kerak. 14,8 g  $\text{Ca(OH)}_2$  uchun m g  $\text{CaO}$  kerak.

74 g  $\text{Ca(OH)}_2$  uchun  $\rightarrow$  56 g  $\text{CaO}$  kerak.

14,8 g  $\text{Ca(OH)}_2$  uchun  $\rightarrow$   $m_{\text{CaO}}$  kerak.

$$m_{\text{CaO}} = \frac{14,8 \cdot 56}{74} = 11,2 \text{ gramm}$$

(b) tenglamaga asosan 100 g  $\text{CaCO}_3$  hosil bo'lishi uchun 22,4 l (1 mol)  $\text{CO}_2$  sarflanadi. 20 g  $\text{CaCO}_3$  uchun esa:

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{20 \cdot 22,4}{100} = 4,48 \text{ litr}$$

Agar yuqoridagi ikkala reaksiya ketma-ket borib, oxirida bitta mahsulot —  $\text{CaCO}_3$  hosil bo'lishini e'tiborga olsak, (a) va (b) tenglamalardagi  $\text{Ca(OH)}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  lar hisoblashda ishtirok etmaydi:

$\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$  (v) tenglamaga kelinadi. Bu tenglamada ham moddalar massaning saqlanish qonuni amal qiladi va uning asosidagi hisoblash 1 taga qisqarib, natijalar yuqoridagidek bo'ladi.

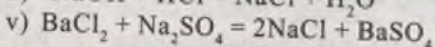
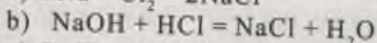
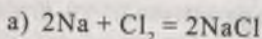
## V.2. Tarkibning doimiylik qonuni

Har qanday modda sifat va miqdor tarkiblari bilan ajralib turadi va ular moddalarni tavsiflovchi asosiy kattaliklar qatoriga kiradi. Shu sababli, kimyoning asosiy qonunlari qatorida modda tarkibining doimiylik qonuni ham turadi. Bu qonunning asoschilari J. Dalton, S. Prust va A. Lavuazyedir.

1808 yilda fransuz olimi J. Prust taklif qilgan qonun 1809 yilda tan olindi.

**Qonunning ta'rif:** Har qanday kimyoviy toza modda qanday moddalardan va qanday usulda olinishidan qat'i nazar doimo bir xil sifat va miqdor tarkibga ega bo'ladi.

Bu qonunning ma'nosini quyidagi misol bilan tushuntirsa bo'ladi. Osh tuzi —  $\text{NaCl}$  moddasini quyidagi reaksiyalar bo'yicha hosil qilish mumkin:



Tenglamalardan ko'rinib turibdiki, uchala reaksiya (uchta usul) bilan

hosil qilingan NaCl moddasi tarkibida 1 atom Na ga 1 atom Cl to'g'ri keladi.

Tarkibi doimiy bo'lgan moddalarni "daltonid"lar deyiladi. Ular qatoriga kislotalar, asoslar, tuzlar, gazlar kiradi.

Lekin shunday moddalar ham bor, ularni hosil qilishda reaksiya sharoiti (P, T, V, C) ozgina o'zgartirilsa, hosil bo'ladigan moddaning tarkibi ham o'zgaradi, ya'ni ular tarkibning doimiylik qonuniga bo'ysunmaydilar. Bunday moddalarni *bertollidlar* deyiladi. Ular qatoriga og'ir metallarning oksidlari  $Ti_xO_y$ ;  $TiO_{1,98}$ ;  $TiO_2$ ;  $Zr_xO_y$ ;  $Zr_{1,2}O_{2,1}$ ;  $Zr_{0,9}O_{2,0}$ ; sulfidlari  $Me_xS_y$ ;  $Zr_{0,7}O_{2,5}$ ;  $Ti_{1,8}O_{2,9}$  ko'pchilik qotishma va shishalar kiradi.

Modda tarkibidagi atomlarning miqdor o'zgarishlari sifat o'zgarishlariga olib keladi. Miqdor va sifat doimo o'zaro bog'liqdir.

1803 yilda J. Dalton **karrali nisbatlar qonunini** kashf qildi. *Agar ikki element bir-biri bilan bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, bu birikmalardagi bir element massasiga to'g'ri keluvchi boshqa element massalari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi.*

Masalan, CO da  $O(57,14\%) : C(42,86\%) = 1,33$

va  $CO_2$  da  $O(72,73\%) : C(27,27\%) = 2,66$

$2,66 : 1,33 = 2$

### V.3. Avogadro qonuni

Kimyoviy reaksiyalar gazsimon moddalar ishtirokida ham boradi. Gazsimon moddalar ishtirokida boradigan reaksiyalardagi miqdoriy nisbatlarni A. Avogadro o'rganib, quyidagi qonunni yaratgan:

*Bir xil sharoit (bir xil bosim va temperatura)da teng hajmdagi turli gazlar molekullar (atomlar) soni o'zaro teng bo'ladi.*

Avogadro qonunidan ikkita xulosa kelib chiqadi:

1. Normal sharoitda ( $T = 273^{\circ}K$ ,  $P = 101,325\text{ kPa}$ ) da har qanday gazsimon moddaning "1 mol" miqdori 22,4 litr hajmni egallaydi va bunga gazlarning **molyar hajmi** deyiladi.  $V_{molyar} = V_0 = 22,4\text{ l/mol}$  holida belgilanadi.

Bu xulosaga ko'ra: 1 mol  $N_2$  gazi n. sh. da 22,4 l hajmga ega. Uning 10 moli 224 l, 0,1 moli esa 22,4 l hajmni egallaydi.

2. Gazsimon moddaning hajmi va miqdori uning tarkibidagi zarracha (molekula, atom)lar soniga bevosita bog'liqdir. Shunga ko'ra ikkinchi xulosa kelib chiqadi:

*Har qanday moddaning "1 mol" miqdori tarkibida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta zarracha (molekula, atom, ion) bo'ladi. Bu Avogadro soni deyilib,*



$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  holida yoziladi.

Demak, 1 mol  $H_2$  tarkibida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta vodorod molekulari bor. Undagi H atomlari soni esa 2 marta ko'p —  $12,04 \cdot 10^{23}$  ta bo'ladi. Agar 1-xulosa bilan 2-xulosani  $H_2$  gazi uchun birgalikda qo'llasak:

1 mol  $H_2$  da  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula bo'lib, 22,4 l hajmni egallaydi.

10 mol  $H_2$  da  $6,02 \cdot 10^{24}$  ta molekula bo'lib, 224 l hajmni egallaydi.

0,5 mol  $O_2$  gazi 16 g bo'lib, unda  $3,01 \cdot 10^{23}$  ta molekula bor, ular 11,2 l hajmni egallaydi.

2,24 l  $Cl_2$  gazida  $6,02 \cdot 10^{22}$  ta molekula bo'lib, uning miqdori 0,1 mol va massasi 7,1 g bo'ladi.

### Gazlarning zichligi va nisbiy zichligi haqida tushuncha

Avogadro qonuni asosida gazlarning zichligi hisoblab topiladi. Har qanday gazsimon moddaning zichligi hajm birligidagi (1 litr) gazsimon moddaning massasi bo'lib,  $\rho$  — bilan belgilanadi.

#### Turli gazlarning (n.sh.da) vodorod va havoga nisbatan zichligi

Modda	M, g	V moyar, l	$\rho = M/V$ molyar g/litr	$D_{H_2} = \frac{M}{2}$	$D_{havo} = \frac{M}{29}$
$H_2$	2	22,4	0,089	1,0	0,068
$O_2$	32	22,4	1,428	16	1,103
$N_2$	28	22,4	1,25	14	0,964
$CO_2$	44	22,4	1,964	22	1,517
$CH_4$	16	22,4	0,714	8	0,552
$C_2H_6$	30	22,4	1,340	15	1,0345
$NH_3$	17	22,4	0,760	8,5	0,586
$Cl_2$	71	22,4	3,170	35,5	2,450

Gazlarning zichligiga asoslanib, ularning bir-biriga nisbatan zichligi (nisbiy zichligi —  $D$ ) hisoblanadi. Gazlarning nisbiy zichligi deb, bir xil sharoitda teng hajmdagi gazlar massalarining o'zaro nisbatiga aytiladi, gazlarning nisbiy zichligi gazlar molekulyar massalarining nisbatiga tengdir:

$$D_{(B)} = \frac{\rho(A)}{\rho(B)} = \frac{m(A)}{m(B)} = \frac{M(A)}{M(B)}$$

**Masalan.** Kislородning vodorodga nisbatan zichligi:

$$D_{(H_2)} = \frac{\rho(O_2)}{\rho(H_2)} = \frac{1,42857}{0,089285} = 16,00$$

yoki

$$D_{(H_2)} = \frac{M(O_2)}{M(H_2)} = \frac{32}{2} = 16,00$$

Demak, kislородning vodorodga nisbatan zichligi  $D_{H_2} = 16$  — kislород gazining 1 litri vodorod gazining 1 litriga nisbatan 16 marta og'ir (yoki kislородga nisbatan vodorod gazi 16 marta yengil) ekanligini bildiradi.

Ko'pchilik hollarda gazlarning nisbiy zichligi vodorodga nisbatan ( $D_{H_2}$ ), havoga nisbatan ( $D_{havo}$ ) yoki boshqa biror gazga nisbatan hisoblanadi. Gazlarning nisbiy zichligidan foydalanib, ularning molekulyar massalari hisoblanadi.

**Masalan.** Tarkibi uglerod va vodoroddan iborat gazsimon moddaning vodorodga nisbatan zichligi  $D_{H_2} = 15$  va havoga nisbatan zichligi 1,03448 ga teng bo'lsa, shu gazning molyar va bitta molekulyar massasini hisoblang.

A. Noma'lum gazning vodorodga nisbatan zichligi 15 ga teng deylik:

$$D_{H_2} = \frac{M(gaz)}{M_{H_2}} \text{ dan}$$

$$M_{gaz} = D_{H_2} \cdot M_{H_2} = 15 \cdot 2 = 30 \text{ g/mol}$$

B. Havoga nisbatan zichligini hisoblashda  $M_{(havo)} = 29 \text{ g/mol}$  deb qabul qilinadi:

$$D_{havo} = \frac{M_{gaz}}{M_{havo}} \text{ dan}$$

$$M_{gaz} = D_{havo} \cdot M_{havo} = 1,03448 \cdot 29 = 30 \text{ g/mol.}$$

V. Avogadro qonuniga asosan bitta molekulyar massasi:

$$m = \frac{1 \cdot 30}{6,02 \cdot 10^{23}} = 5 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

$6,02 \cdot 10^{23}$  ta molekula  $\rightarrow$  30 g bo'lsa, 1 ta molekula  $\rightarrow$  mg bo'ladi.

Gazsimon moddalarning "mol" miqdori —  $n$ , hajmi —  $V$ , massasi —  $m$ , molekulyar massasi —  $M$ , bosimi —  $P$ , temperaturasi —  $T$  o'rtasida o'zaro bog'lanish bor. Bu bog'lanish Mendeleyev — Klapeyron va gazlarning umumlashgan holat tenglamalari orqali ifodalanadi.

*Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi:* Har qanday sharoitda "1 mol" gaz uchun:  $PV = nRT$  bo'ladi. Bu formulada  $n = m/M$  bo'lib, qiymatlarni o'rniga qo'ysak:  $PV = m \cdot R \cdot T / M$  bo'ladi. Bundan gazsimon moddaning molekulyar og'irligi:  $M = mRT / PV$  kelib chiqadi.  $R$  — universal gaz doimiysi  $8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{grad}$  ga teng.

**Masala:**  $22 \text{ g CO}_2$  gazi  $10^\circ \text{ C}$  da  $100 \text{ kPa}$  bosimda qanday hajmni egallaydi?

Yechish:

Mendeleyev - Klapeyron tenglamasiga asosan gazning hajmi.

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot P} = \frac{22 \cdot 8,314 \cdot 283}{44 \cdot 100} = 9,765 \text{ litr}$$

PVT — mavjud sharoitdagi gazning bosimi, hajmi va temperaturasi.

Bu formuladan:  $V_0 = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T}$  gaz hajmini normal sharoitga keltirish formulasi kelib chiqadi.

Bu formulalar asosida hisoblashda quyidagi o'lchov birliklaridan foydalanish mumkin:

$$\begin{aligned} \text{Bosim uchun: } 1 \text{ atm} &= 1,01325 \cdot 10^5 = 1,01325 \cdot 10^5 \cdot \text{Pa} = \\ &= 101,325 \text{ kPa} = 760 \text{ mm. sim. ust.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hajm uchun: } 1 \text{ m}^3 &= 1000 \text{ l} = 1000 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^6 \text{ sm}^3 \\ 1 \text{ l} &= 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ sm}^3 \end{aligned}$$

Temperatura uchun:  $t^\circ \text{C}$  — Selsiy shkalasi.  $T$  — absolyut (mutlaq) temperatura,  $\text{K}$  (Kelvin shkalasi). Absolyut temperaturani hisoblash:

$$T = T_0 + t^\circ = 273 + t^\circ$$

#### V.4. Ekvivalentlar qonuni

Agar reaksiya tenglamalariga e'tibor berilsa, ularda moddalar aniq miqdoriy nisbatlarda birikib, hosil bo'lgan moddalar tarkibida har bir elementning atomlar soni shu miqdoriy nisbatga to'g'ri kelishini ko'ramiz.

Suv hosil bo'lishini qarasak:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  2 mol vodorod 1 mol kislorod bilan ta'sirlashib, tarkibida 2 atom vodorod va bir atom kislorod saqlagan  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasini hosil qiladi. Boshqacha qaralsa, har 2 g H va 16 g O elementlari birikib 18 g  $\text{H}_2\text{O}$  ni hosil qiladi. Buni yana ham kichikroq miqdoriy nisbatlarda qaralsa, 1 g H va 8 g O elementlari o'zaro qoldiqsiz birikib 9 g  $\text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi. Bundan shunday xulosaga kelish mumkin: har qanday holatda suv hosil bo'lish jarayonida 1 g H elementi ( $6,02 \cdot 10^{23}$  ta H atomlari) 8 g O elementi ( $3,0 \cdot 10^{23}$  ta O atomlari)ga kimyoviy jihatdan ekvivalent (teng kuchli) miqdordir. Agar bu reaksiyada ikkala moddadan birortasi ko'p miqdorda, masalan, 16 g O elementi olinsa aynan yuqoridagi 1 g H : 8 g O miqdoriy nisbatda reaksiya boradi va  $16 - 8 = 8$  g kislorod ortib qoladi. Shunga asosan moddalarning kimyoviy jihatdan teng kuchli miqdoriy nisbatlarini ifodalash uchun *ekvivalent tushunchasi* kiritilgan bo'lib, E — harfi bilan belgilanadi, "g/ekv" birlikda o'lchanadi.

Moddalarning ekvivalentlarini ifodalashda nisbiy ekvivalent birlik (bir ekvivalent og'irlik) sifatida 1 mol H atomi og'irligi (1 g) yoki 1 mol O — atomi og'irligining yarmi (8 g) qabul qilingan.

*Har qanday moddaning ekvivalenti deb, uning 1 g (og'irlik qism — o. q) vodorod yoki 8 g (o. q) kislorod bilan birikadigan (yoki o'rnini oladigan) og'irlik miqdoriga aytiladi.*

Shunga ko'ra:

$$E_{\text{H}} = 1 \text{ g/mol}; E_{\text{O}} = 8 \text{ g/mol}; E_{\text{Mg}} = 12 \text{ g/ekv},$$

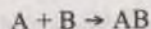
$$E_{\text{Al}} = 9 \text{ g/ekv}; E_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g/ekv bo'ladi.}$$

Demak, Mg ning ekvivalenti 12 g/mol deyilgani, uning 12 grammi kislotalar tarkibidan 1 g H ni siqib chiqaradi yoki 8 g kislorod bilan birikishini anglatadi.

Yuqoridagi tushunchalar asosida asosiy qonunlardan biri — **ekvivalentlar qonuni** kelib chiqqan.

**Ta'rif:** *Har qanday modda massa yoki hajm bo'yicha o'z ekvivalentiga proporsional holda reaksiyaga kirishadi.*

Bu qonunni quyidagi umumiy tenglama uchun matematik ko'rinishda yozsak:



$$\frac{m_a}{m_b} = \frac{E_a}{E_b} \text{ bo'ladi}$$

Oddiy moddalarning ekvivalentlarini hisoblash uchun elementning atom og'irligini uning valentligiga bo'lish kerak:

$$E = A/V$$

Masalan:  $E_{Na} = A_{Na}/B = 23/1 = 23 \text{ g/ekv}$ ,

$$E_{Ca} = 40/2 = 20 \text{ g/ekv}$$

Agar element biror modda tarkibida berilsa:  $Fe^{II}Cl_2$  va  $Fe^{III}Cl_3$  larda temirning ekvivalentligi mos ravishda  $E_{Fe} = 56/2 = 28 \text{ g/ekv}$  va

$$E_{Fe} = 56/3 = 18,66 \text{ g/ekv bo'ladi.}$$

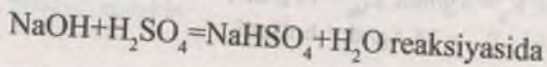
Murakkab moddalarning ekvivalentlarini hisoblash quyida keltirilgan.

**A. Oksidlar uchun.**  $E_{\text{oksid}} = M_{\text{(oksid)}}/V$  — oksid tarkibidagi metall atomlarining (summar) umumiy valentligi:

Masalan:  $E_{Al_2O_3} = M_{Al_2O_3} / 3 \cdot 2 = 1/6 M_{Al_2O_3}$

**B. Kislotalar uchun:**  $E_{\text{kisl}} = M_{\text{kisl}}/n_{(H)}$   
 $n_{(H)}$  — 1 molekula kislota tarkibidagi H-atamlari soni. Agar reaksiya tenglamasida berilsa, 1 molekula kislota tarkibida reaksiyada ishtirok etgan H-atomi soni.

Masalan:  $E_{\text{sulfat k-ta}} = M/2 = 98/2 = 49 \text{ g/ekv}$



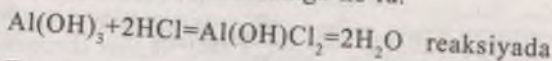
$$E_{\text{sulfat k-ta}} = M/1 = 98/1 = 98 \text{ g/ekv}$$

**V. Asos (gidroksid)lar uchun:**  $E_{\text{gidr}} = M_{\text{gidr}}/n_{(OH)}$

$n(OH)$ - gidroksid tarkibidagi OH lar soni.

Masalan:  $E_{Al(OH)_3} = M_{Al(OH)_3} / 3 = 78/3 = 26 \text{ g/mol}$

Agar reaksiya tenglamasi berilsa, 1 mol gidroksid tarkibida reaksiyada ishtirok etgan OH lar soniga ko'ra:



$$E_{Al(OH)_3} = M_{Al(OH)_3} / 2 = 78/2 = 39 \text{ g/mol}$$

### G. Tuzlar uchun:

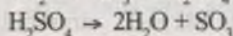
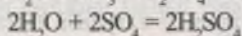
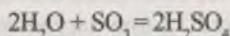
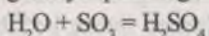
$$E_{\text{tuz}} = M_{\text{tuz}} / \text{umumiy valentlik} \quad E_{\text{FeSO}_4} = M_{\text{tuz}} / 2 = \\ = 142 / 2 = 71 \text{ g/ekv}$$

$$E_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = M_{\text{tuz}} / 2 \cdot 3 = 1/6 M_{\text{tuz}} = 400 / 6 = 66,66 \text{ g/ekv}$$

Ko'rinib turibdiki, moddalarning ekvivalent massalari bir element yoki bir modda uchun turli qiymatga egadir. Shu jihati bilan u atom va molekulyar massadan farq qiladi.

### Savollar

1. Atom — molekulyar ta'limotning asosiy qoidalari nimadan iborat?
2. Modda, molekula va atom tushunchalari ta'rifini tushuntiring.
3. "Modda miqdori", "modda massasi" tushunchalari va ularning o'lchov birligi ma'nosini tushuntiring.
4. Moddaning sifat va miqdor tarkibi deganda nimani tushunasiz?
5. Gazlarning molyar hajmi va Avogadro sonining ma'nosini tushuntiring.
6. "Valentlik" deganda nimani tushunasiz, uni aniqlash uchun qanday tushunchalarni bilish zarur?
7. Oddiy moddalarning evivalenti qanday hisoblanadi?
8. Qaysi reaksiya tenglamalarida moddalar massasining saqlanish qonuniga rioya qilinmagan?



9. 16, 1,5 mol  $\text{CH}_4$  gazining hajmi,  $\text{CH}_4$  — molekulari, C va H-atamlari soni hisoblansin.
10.  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta va bitta  $\text{O}_3$  molekulasining og'irligini hisoblang. Ular n.sh.da qanday hajmni egallashi mumkin?

11. D. I. Mendeleevning ayrim qo'lyozmalarida\* shunday yozuvlarni:  $\text{AlH}^+\text{O}^+$ ;  $\text{PH}^+\text{O}^+$ ;  $\text{AlH}^+\text{O}^3$ ;  $\text{Mg}(\text{H}^+\text{O}^2)$ ;  $\text{Si}(\text{OH})^+\text{S}^+\text{O}^6$ ;  $\text{SH}^+\text{O}^+$  uchratish mumkin. Bu yozuvlar tarkibning doimiylik qonuniga to'g'ri keladimi? Hozirda bu moddalar qanday nomlanadi va ularning fomulalari qanday yoziladi?

## Vibob

### ATOMTUZILISHI

**Mavzuga doir asosiy tushunchalar:** atom yadrosi, izotop, izobara, elektron qavat, elektron qavatcha, Bor postulatları, kvant sonları, Gund qoidasi, Pauli prinsipi, ionlanish energiyasi, elektronga moyillik, elektro-manfiylik. s-, p-, d-, f-elementlar, davriy qonun, elementlar davriy jadvali.

#### VI.1. Atomning tarkibi

1895 yili ingliz olimi Kruks gazlarda elektr razryadini o'rganib (Kruks naychasi), manfiy qutb (katod) dan nur chiqishini va uning oddiy nurdan farqlanib, magnit maydoni ta'sirida "og'ishi"ni aniqladi. Bu manfiy zaryadli zarrachalar oqimini Kruks "katod nurlari" deb atadi. J. Tomson bu zarrachalar tabiatini o'rganib, uning zaryadini massasiga nisbati ( $e/m = -1,76 \cdot 10^{-11} \text{ Kl/kg}$ ) turli gazlarda bir xil ekanligini aniqladi. Bu zarrachani *elektron* — qahrabo, ishqalanganda zaryadlanuvchi modda nomi bilan atadi. Bu hodisa va fotoeffekt (yorug'lik nuri ta'sirida metallardan manfiy zaryadli zarrachalarning chiqishi) hodisalarining kashf etilishi atom tarkibida elektronlar mavjudligini ko'rsatdi. A. Bekkerel tomonidan 1896 yilda uran o'rganilib, radioaktivlik hodisasining ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -nurlari) kashf etilishi atomda elektrondan boshqa yana kichik zarrachalar (musbat zaryadli zarracha) borligini ko'rsatdi.

1895 yilda nemis fizigi Rentgen katod nurlarining sirtga urilib, yangi nur (X-nur) hosil qilishini va u  $\lambda = 10^{-10} \text{ m}$  to'liq uzunligi bilan tavsiflanishini aniqladi. 1898 yili barcha ma'lumotlarni umumlashtirib, Tomson atomining tarkibi to'g'risidagi dastlabki fikrni ilgari surdi. Atom zaryadlangan zarrachalardan iborat bo'lib, unda musbat zaryadli zarrachalar orasida manfiy zaryadli zarrachalar joylashgan, deb aytdi.

1909 yilda E. Rezerford va uning shogirdlari G. Geyger va Marsden yupqa metall folga (plastinka)ni  $\alpha$ -zarrachalar bilan ta'sirini o'rganib, bu zarrachalarning asosiy qismi plastinkadan o'tishini, juda kam qismi (8000 tadan bittasi) o'z yo'nalishini o'zgartirishi, hatto orqaga qaytishini aniqladilar (4-rasm).

Shundan so'ng "atom — bo'linuvchan murakkab zarracha", degan tushuncha paydo bo'ldi va bu murakkab zarrachani o'rganish muammolari yuzaga keldi. Bu muammolarni o'rganish bilan shug'ullangan Rezerford o'zining olib borgan aniq tajribalari asosida quyidagi xulosalarga keldi:

— atomning deyarli barcha massasi va musbat zaryadli materiyasi (zarrachasi) uning kichik hajmli markazida to'planadi, bunga yadro deyiladi;

— atom yadrosining musbat zaryadi uning atrofida aylanib yuruvchi va son jihatidan yadro zaryadiga teng bo'lgan manfiy zaryadli zarrachalar — elek-tronlar bilan neytrallanadi.

Eng oddiy atom — vodorod atomidir. Eng oddiy yadro ham vodorod atomi yadrosidir. Uning zaryadi son jihatidan elektron zaryadiga teng, ishorasi esa teskari bo'ladi. Bu yadroning massasi boshqa barcha atomlar yadro mas-salaridan eng kichigidir ( $m = 1,679 \cdot 10^{-29}$  kg).

Vodorod yadrosi 1920 yilda Rezerford tomonidan elementar zarracha deb tan olindi va unga "proton" — "birinchi" degan nom berildi. Protonning shartli belgisi —  ${}^1_1\text{P}$ .

Vodoroddan boshqa elementlarning yadro zaryadi qiymati ular atomlari massasidan farq qilishi aniqlandi va yadroda protondan boshqa yana zaryadsiz, lekin aniq massaga ega bo'lgan zarracha borligi to'g'risida taxmin paydo bo'ldi. 1932 yilda Chedvik Be atomini  $\alpha$ -zarrachalar bilan ta'sirini o'rganib chiqib, bunday zarrachaning mavjudligini isbotladi va unga "neytron" ( ${}^1_0\text{n}$ ) nomini berdi.

1932 yilda D. I. Ivanenko va Geyzenberg atom yadrosining proton-neytron nazariyasini yaratdilar, ya'ni yadroning tarkibi proton va neytrondan iboratligi tan olindi.

Proton va neytron birga-likda "nuklonlar" deyiladi. "Nuklon" lar yadro tarkibini tashkil etuvchi zarrachalar ma'nosini anglatadi.

#### Atom tarkibini tashkil etgan elementlar zarrachalarining asosiy tavsifnomalari

Elementar zarracha	Belgisi	Zaryadi, kl	Nisbiy zaryadi	Massasi, kg	Massaning atom birligic
Proton	${}^1_1\text{P}$	$+1,60212 \cdot 10^{-19}$	+1	$+1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,0073
Neytron	${}^1_0\text{n}$	0	0	$+1,6750 \cdot 10^{-27}$	1,0087
Elektron	e	$+1,60212 \cdot 10^{-19}$	-1	$+9,1075 \cdot 10^{-31}$	$5,4858 \cdot 10^{-4}$

1913 yilda Mozli yadroning zaryadi atomning raqamiga tengligini va bu elementning tartib raqami ekanligini aniqladi hamda tartib raqamini Z harfi bilan belgilashni taklif etdi.



Biror element atomi yadrosidagi protonlar (musbat zaryadlar) soni  $N_{(p)}$  elementning tartib raqamiga tengdir:  $N_{(p)} = Z = N$ . Atomining massasi atom yadrosidagi protonlar soni va neytronlar soni yig'indisiga teng:  $A = N_{(p)} + N_{(n)}$ .

Bu formuladagi ( $N_{(p)}$ ) o'rniga  $Z$  ni qo'ysak,  $A = Z + N_{(n)}$  kelib chiqadi. Bu formula kimyoviy elementning tartib raqami bilan atom og'irligining o'zaro bog'liqligi isbotidir.

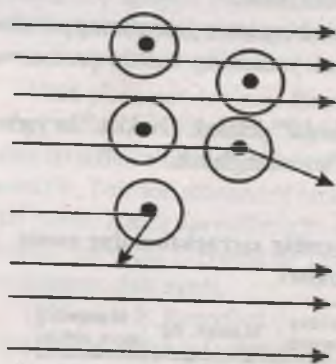
Bu xulosalarning to'g'riligini Na- elementi atomining tarkibini tahlil etish bilan tekshirib ko'raylik. Na- elementining tartib raqami  $Z = 11$ . Uning yadrosida  $N_{(p)} = 11$  ta va  $N_{(n)} = A - Z = 23 - 11 = 12$  ta. Jami — 23 ta nuklon bor. Atomdagi elektronlar soni  $N_{(p)} = N_{(e)} = 11$  ta.

Bu ilmiy tajribalar va ular asosida yig'ilgan dalillar atomning tarkibi to'g'risida quyidagi xulosalarga olib keladi:

— atom musbat zaryadli yadro va manfiy zaryadli elektronlardan iborat;

— yadro atomning markazida joylashgan bo'lib, proton va neytronlardan tashkil topgan. Yadroda atomning barcha massasi yig'ilgan.

## VI.2. Izotop va izobaralar



Atomlar bir kimyoviy elementga tegishli bo'lsa-da, ular yadrolarining tarkibi har xil bo'lishi mumkin. Bu farqlanish, asosan, yadroda elementar zarrachalar (nuklonlar) soni har xil bo'lishi sababli yuzaga kelishi aniqlanib, buning oqibatida "izotop" va "izobara" tushunchalari yuzaga kelgan.

**Izotop.** Yadrosining zaryadi (protonlar soni) bir xil bo'lib, og'irliklari har xil bo'lgan bir xil

2-rasm.  $\alpha$ -zarrachalarning metall element atomlari izotop deyiladi. Izotoplar deyarli barcha kimyoviy elementlarda mavjuddir. Masalan, vodorodning uch xil  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$  (deyteriy),  $^3_1\text{H}$  (tritiy) izotoplari mavjud; kislorodning  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ ,  $^{18}_8\text{O}$  izotoplari mavjud. Izotoplar kelib chiqishining sababi atom yadrosida **neytronlar sonining har xil bo'lishidir**. Vodorod izotoplari tarkibi bu fikrni yaqqol isbotlaydi.

Izotop	Nomi	Z=N(p)	N <sub>(p)</sub>	N <sub>(n)</sub>	A, u.b.
${}^1_1\text{H}$	Vodorod	1	1	0	1
${}^2_1\text{H}$	Deyteriy	1	1	1	2
${}^3_1\text{H}$	Tritiy	1	1	2	3

**Izobara.** Shunday atomlar turi mavjudki, ular turli elementlarga tegishli bo'lsalar-da, atom og'irliklari bir xil bo'ladi. *Yadro zaryadi turlicha bo'lib, atom og'irliklari bir xil bo'lgan elementlar atomlari izobara-lar deyiladi.* Masalan, kaliy elementining  ${}^{39}_{19}\text{K}$  va  ${}^{40}_{19}\text{K}$  izotoplari ham, kalsiy elementining  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  va  ${}^{42}_{20}\text{Ca}$  izotoplari ham mavjud bo'lib, ulardan  ${}^{40}_{19}\text{K}$  va  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  atomlari o'zaro izobaralardir. Bu atomlarda **nuklonlar soni o'zaro har xil bo'lsa-da, umumiy soni (yig'indisi) bir xil:**

Izotoplar	Nomi	Z=N(p)	N <sub>(p)</sub>	N <sub>(n)</sub>	A, u.b.
${}^{40}_{20}\text{K}$	Kaliy	19	19	21	40
${}^{40}_{20}\text{Ca}$	Kalsiy	20	20	20	40

**Izotonlar.** Bulardan tashqari, izoton va izoelektron tushunchalari ham mavjud. Tarkibidagi neytronlari soni bir xil bo'lgan zarrachalar izotonlar deyiladi. Masalan,  ${}^{25}_{13}\text{Al}$  va  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  larda  $n_{\text{Al}}=25-13=12$  ta,  $n_{\text{Mg}}=24-12=12$  ta neytron bor.

**Izoelektronlar.** Tarkibidagi elektronlar soni bir xil bo'lgan zarrachalar izoelektronlar deyiladi. Masalan,  $\text{K}^+$  va  $\text{Cl}^-$ .  $\text{K}^+=19-1e=18$  ta,  $\text{Cl}^-=17+1e=18$  ta elektron bor.

### VI.3. Yadro reaksiyalari

Atomlarning yadrolari tarkibi o'zgarishi bilan borib, yangi element yadrolari hosil bo'lishiga olib keluvchi jarayonlar **yadro reaksiyalari** deyiladi. Yadro reaksiyalari tabiatda va sun'iy usulda ro'y beradi.

Tabiiy radioaktiv elementlar.

${}^{84}\text{Po}$ ,  ${}^{86}\text{Rn}$ ,  ${}^{87}\text{Fr}$ ,  ${}^{88}\text{Ra}$ ,  ${}^{89}\text{Ac}$ ,  ${}^{90}\text{Th}$ ,  ${}^{91}\text{Pa}$ ,  ${}^{92}\text{U}$ ,  ${}^{93}\text{Np}$ .

Sun'iy radioaktiv elementlar.

$^{43}\text{Tc}$ (1937 yil),  $^{61}\text{Pm}$ (1940 yil),  $^{85}\text{At}$ (1940 yil), tartib raqami 94-109 bo'lgan elementlar.

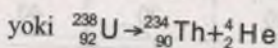
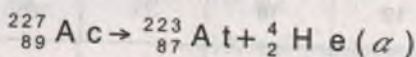
Tabiiy yadro reaksiyalari radioaktiv elementlarning parchalanishi (*radioaktivlik*) tufayli sodir bo'ladi. Radioaktiv elementlar o'zidan uch xil  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -nurlar chiqarib, boshqa element yadrolarini hosil qiladi (3-rasm).

A.  $\alpha$ -nurlanish ( $\alpha$ -zarracha) musbat zaryadli zarrachalar bo'lib, geliy yadrosiga to'g'ri keladi. Kuchli ionlash xossasiga ega bo'lib, 0,01 mm qalinlikdagi to'siqlardan o'tadi.

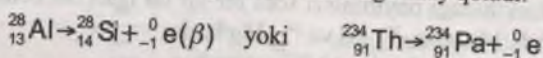
B.  $\beta$ -nurlanish ( $\beta$ -zarracha) manfiy zaryadli ( $-1$ ) bo'lib, elektronlar oqimidan iborat, 0,01 m qalinlikdagi to'siqdan o'ta oladi.

V.  $\gamma$ -nurlanish rentgen nurlariga o'xshash bo'lib, kuchli o'tish (singish) xossasiga ega; 0,1 m qalinlikdagi to'siqdan o'ta oladi.

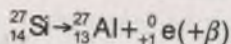
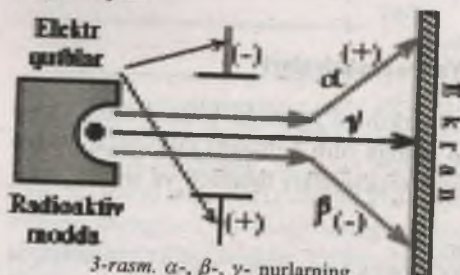
Yadro reaksiyalari  $\alpha$ -parchalanish,  $\beta$ -parchalanish kabi asosiy turlarga bo'linadi.  $\alpha$ -parchalanishda yangi hosil bo'lgan elementning yadro zaryadi 2 birlikka kamaysa, massasi 4 birlikka kamayadi:



$\beta$ -parchalanishda yangi hosil bo'lgan elementning tartib raqami bir birlikka ortib, yadroning massa soni o'zgarmay qoladi:

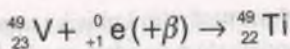


Ba'zi yadro reaksiya-larida pozitron ( ${}_{+1}^0\text{e}$ ) yoki ( $+\beta$ ) zarracha hosil bo'lib, tartib raqami bir birlikka kamayadi, ammo yadroning massa soni o'zgarmaydi:



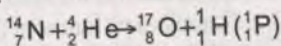
Shunday yadro reaksiyalari ham borki, unda yadro  $\beta$ -zarrachani biriktirib oladi. Bunda tartib raqami bir birlikka kamayadi, yadro massasi o'zgarmaydi:

3-rasm.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -nurlarning elektr maydonida ajralishi.

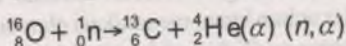
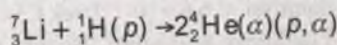
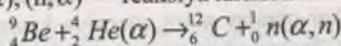


Bu hodisaga "K-qamrash" deyiladi.

Ayrim elementlar barqaror izotoplari yadrolarining elementar zarrachalar bilan ta'sirlashuvi natijasida (bombardimon qilinganda) sun'iy yadro reaksiyalari ro'y beradi. Shunday reaksiyalarni birinchi marta Rezerford 1919 yilda azot atomini  $\alpha$ -zarrachalar (He) bilan to'qnash-tirib amalga oshirgan:



Bu reaksiyani ( $\alpha$ , p) turdagi reaksiya deyiladi.  $\alpha$ -birikuvchi, to'qnashuvchi zarracha, p-hosil bo'luvchi zarracha. Shu singari boshqa turdagi ( $\alpha$ , n), (p,  $\alpha$ ), (n,  $\alpha$ ) — reaksiya turlari ham mavjud:



Yadro reaksiyalari fan va texnikada keng qo'llaniladi. Davriy jadvaldagi 93-elementdan boshlab undan keyingi elementlarning hammasi yadro reaksiyalari natijasida hosil qilingan. Yadro reaksiyalari natijasida  $\Delta m$  — massaning kamayishi va  $E = \Delta m \cdot c^2$  formulaga asosan katta energiya ajralib chiqishi tufayli radioaktiv elementlar (atom reaktorlarida) yadro yonilg'isi sifatida ishlatiladi.

Tibbiyotda rak kasali bilan og'rikan bemorlar  ${}^{60}\text{Co}$ -izotopi ( $\gamma$ -nurlari manbai) ta'sirida davolanadi. Jarrohlikda asboblarni sterilashda, nishonlangan atomlar usuli bilan dorilarning organizmga ta'sirini o'rganishda qo'llaniladi.

Texnikada detallarning yemirilish darajasini, qalinligini, suv va neft quvurlarida paydo bo'lgan teshiklarni aniqlashda, moddalar miqdorini topishda (suyultirilgan izotoplar usuli) radioaktivlikdan keng foydalaniladi.

#### VI.4. Atomning elektron tuzilishi

Atomning elektron tuzilishi to'g'risidagi dastlabki tasavvurni J. Tomson ilgari surgan bo'lsa-da, haqiqatga yaqin fikrni Rezerford (1912 y.) bildirdi. Uning fikricha, atomning markazida musbat zaryadli yadro va uning atrofida elektronlar aylanma harakatda bo'ladi (6-rasm).

Aylanma harakatdagi elektronga  $F_1$  va  $F_2$  kuchlar ta'sir etib, ular elektron yadrodan r-masofada bo'lganda o'zaro teng ( $F_1 = F_2$ ) bo'ladi. Shu

sababli, atom barqaror zarrachadir. Lekin bu tasavvurga to'g'ri keladigan atom tuzilishi modeli atom holiday moddalaridan chiqadigan nur chiziqli spektrlar hosil qilishini tushuntira olmadi.

Agar atom holiday metallni qizdirib nurlanadigan holatgacha olib kelinsa va bu nur prizmadan o'tkazilsa, nur ayrim bo'laklarga ajraladi, ya'ni shu nurga to'g'ri keluvchi spektr hosil bo'ladi. Bu spektr chiziqli tuzilishga ega bo'ladi. Bu atomning *chiziqli spektri* deyiladi. Masalan: rasmda vodorod atomining spektri keltirilgan bo'lib, har bir chiziq o'zining to'lqin uzunligi ( $\lambda$ , nm) va to'lqin soni ( $\nu$ ,  $\text{sm}^{-1}$ ) ga ega:

$$(1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ cm} = 10 \text{ \AA}).$$

Spektrlarning chiziqsimon tabiatini tushuntirish uchun Plank (1901 y.) tomonidan atomlarning energiya yutishi (yoki chiqarishi) uzluksiz bo'l-masdan, bo'laklar (kvantlar) dan iboratligi nazariyasi yaratildi. Bu nazariyaga ko'ra har qanday atom energiya kvantini fotonlar holda yutadi va chiqaradi. Bu energiya miqdori quyidagicha bo'ladi:  $E = h \cdot \nu$  /  $\lambda = h\nu$  ( $h$  — Plank doimiysi =  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J·sek  $C = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sek).

Rezerford va Plankning xulosalari asosida ularga qo'shimcha ravishda zarrachalar uchun kvant mexanikasi elementlarini qo'llab, Nils Bor atomning elektron tuzilishi to'g'risida ikkita postulatini yaratdi va ular asosida Rezerfordning atom tuzilishi to'g'risidagi modeli o'rimga atomning *planetar* (Bor) modelini taklif etdi.

**Borning I postulati:** atomda elektron yadrodan ma'lum bir o'zgarmas masofada, ya'ni "*statsionar orbita*" bo'ylab harakatlanadi. Bunda energiya yutilmaydi ham, chiqmaydi ham (atom nurlanmaydi).

Bu fikrga ko'ra, elektron yadro atrofida orbitalar — elektron qavatlarida joylashgan bo'lib, har bir qavat o'ziga xos energiyaga ega. Statsionar orbitalar yadrodan uzoqlashib borgan sari uning va undagi elektronning energiyasi ortib boradi:

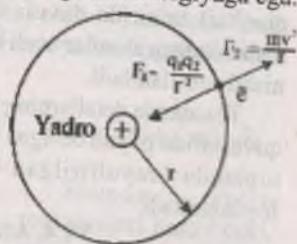
$$E_1 < E_2 < E_3 \dots < E_n$$

Agar statsionar orbita bo'ylab harakatlanayotgan elektron harakat momenti (impulsi) miqdori:

$$m \cdot v \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ bo'lib, bunda}$$

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

ekanligi e'tiborga olinsa eng kam energiyali orbita  $n = 1$  da, ya'ni yadroga eng yaqin turgan orbita bo'ladi. Bu vodorod atomi uchun ( $n = 1$ ) mos kelib,



4-rasm. Atomning Rezerford bo'yicha modeli:

$F_1$  — yadro bilan elektronning elektrostatik tortishuv kuchi;  
 $F_2$  — aylanma harakatdagi elektronga ta'sir etuvchi markazdan qochuvchi kuch.

vodorod atomining normal (asosiy) holati hisoblanadi. Agar elektron  $n = 2, 3, 4, 5 \dots$  orbitalarga o'tsa, vodorod atomining "qo'zg'algan holati" deyiladi va ko'p elektronli atomlar uchun mos keladi (8-rasm).

**II postulat:** atomda elektron bir statsionar orbitadan ikkinchi orbitaga o'tganda energiya yutiladi yoki chiqadi.

Bunda ikki holat bo'ladi: a) elektron yadroga yaqin orbitadan uzoq orbitaga o'tsa:  $E_1 \rightarrow E_2; E_2 \rightarrow E_3; E_4 \rightarrow E_5 \dots E_{n-1} \rightarrow E_n$ ; energiya kvanti ( $\Delta E$ ) ni yutadi.  $\Delta E = h\nu = E_n - E_{n-1}$  bo'ladi.

b) elektron yadrodan uzoqdagi orbitadan yaqin orbitalarga o'tsa:  $E_2 \rightarrow E_1; E_3 \rightarrow E_2; E_4 \rightarrow E_3 \dots E_n \rightarrow E_{n-1}$  atom energiya kvanti ( $\Delta E$ ) ni chiqaradi, ya'ni atom (modda) nur chiqaradi.

$$\Delta E = h\nu = E_n - E_{n-1}$$

Ikkala holda ham har bir o'tish uchun to'g'ri keladigan energiya qiymati  $\nu$  ning bir xil qiymatiga mos bo'ladi. Bor yuqoridagi formulalar asosida vodorod atomi elektron orbitalari radiuslarini hisoblash formulasini taklif etdi:

$$r = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2} \cdot n^2.$$

Shu formula asosida  $n=1$  bo'lganda, vodorod atomi radiusi  $r = 0,053 \text{ nm} = 0,53 \text{ \AA}$  ekanligini ko'rsatdi. Bu formulaga asosan:  $n = 2$  (II qavat) uchun  $r = 0,53 n^2 = 0,53 \cdot 2^2 = 2,12 \text{ \AA}$   $n = 3$  (III qavat) uchun  $r = 4,77 \text{ \AA}$ ;  $n = 4$  (IV qavat) uchun  $r = 8,48 \text{ \AA}$  kabi bo'ladi.

Atomning elektron tuzilishini yanada to'liqroq tasavvur etish uchun elektronning "to'lqin-zarracha" xususiyatini ifodalovchi Lui de Broyl va Shredinger tenglamalari, Geyzenbergning noaniqlik prinsiplarini bilish zarur. Bu tushunchalar bilan darslikning oxirida berilgan adabiyotlar orqali kengroq tanishish mumkin.

Har bir elektron qavatda elektron(lar)ning qanday joylashganligi va elektron qavatlarining tuzilishini aniq bilish uchun elektronlarning kvant sonlari, Gund qoidasi, Pauli qoidasi (prinsipi) bilan tanishib chiqamiz.

## VI.5. Kvant sonlari

Atom elektron qavatlaridagi elektronlarning holatini to'liq tavsiflash uchun kvant sonlari ( $n, l, m, m_s$ ) tushunchalari mavjudligi aniqlangan.

Birinchi kvant soni — *bosh kvant soni* bo'lib,  $n$  — harfi bilan belgilanadi. Bosh kvant son har bir elektron qavatdagi elektronning energiyasini belgilaydi va uning yadrodan qanday masofada joylashganini ko'rsatadi. Uning qiymatlari  $n = 1, 2, 3 \dots \infty$  bo'lishi mumkin (8, a-rasm, 4-jadval).  $n$ -ning qiymati ortib borishi bilan unga mos keluvchi qavatlar energiyasi ortib boradi:  $E_1 < E_2 < E_3 < E_4 < \dots < E_n$ .

Davriy jadvalda  $n$ -element joylashgan davrning raqamiga mos keladi va atomdagi elektron qavatlar sonini bildiradi. Masalan: III davr elementlari uchun  $n=3$  bo'lib, ularning atomlarida 3 ta elektron qavat bor. Atomdagi har bir elektron qavat raqamiga mos keluvchi harfiy belgilar ham mavjud:  $n=1$  (K-qavat),  $n=2$  (L-qavat),  $n=3$  (M-qavat),  $n=4$  (N-qavat) va hokazo.

Atom elektron qavatlarini tuzilishini o'rganish, ularning qavatcha (orbitallar)dan iborat bo'lishini ko'rsatdi. Har bir qavatdagi orbitallar soni turlicha bo'lib,  $N_{\text{elektron}} = 2n^2$  Plank formulasi bo'yicha hisoblanadi.

$$n = 1 \text{ qavatda } N_{\text{el}} = 2 \cdot 1^2 = 2 \text{ ta}$$

$$n = 2 \text{ qavatda } N_{\text{el}} = 2 \cdot 2^2 = 8 \text{ ta}$$

$$n = 3 \text{ qavatda } N_{\text{el}} = 2 \cdot 3^2 = 18 \text{ ta } \dots \text{ bo'ladi.}$$

$N_{\text{orb}} = n^2$ . Shunga ko'ra I qavatda 1 ta, II qavatda 4 ta orbital va hokazo bo'lishi mumkin (4-jadval).

### Kvant sonlari va elektron orbitallari

l					Elek. qavat	
	0 (s)	1 (p)	2 (d)	3 (f)	$n^2$ orb. soni	$2n^2$ elek. soni
n						
1	□				1	2
2	□□	□□□			4	8
3	□□□	□□□□	□□□□□		9	18
4	□□□□	□□□□□	□□□□□□	□□□□□□□	16	32
$m_l$	0	-1, 0, +1	-2, -1, 0, +1, +2	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3		

### Orbital kvant soni (l)

Yuqorida aytilganidek, har bir elektron qavat bir yoki bir necha elektron orbital (qavatcha)lardan iborat bo'ladi. Bu elektron orbitallarda elektronlar yadro atrofida qanday ko'rinishda harakatlanishi, ya'ni orbitallarning fazoviy (tashqi) ko'rinishini aniqlab berish uchun elektronning orbital kvant soni qabul qilingan va  $l$  (el) — harfi bilan belgilanadi.

Orbital kvant sonining qiymati bosh kvant soni qiymatiga bog'liq bo'lib,  $n$  ning biror qiymati uchun  $l=0$  dan  $n-1$  gacha bo'ladi:

n	1	2	3	4	...n
l	0	0; 1	0; 1; 2	0; 1; 2; 3	...n-1

$l$  ning har bir qiymatiga aniq ko'rinishdagi elektron orbitallari mos keladi, ular lotincha s, p, d, f ... kabi harflar bilan belgilanadi:

l	0	1	2	3
Orbital belgisi	s	p	d	f

Har bir orbitalga mos keluvchi fazoviy ko'rinish (shakl) 5-rasmda keltirilgan. s-orbital sharsimon, p-orbitallar "gantelsimon" ko'rinishga ega.

Har bir elektron orbital ma'lum sondagi elektronlarni o'zida sig'dira oladi. Bu elektronlar soni har bir orbital uchun  $l$  ning qiymatiga bog'liq bo'lib,  $2(2l + 1)$  formula bilan hisoblanadi:

s-orbitalda  $l = 0$  bo'lib, eng ko'pi bilan  $2(2 \cdot 0 + 1) = 2$  ta ;

p-orbitalda  $l = 1$  bo'lib,  $2(2 \cdot 1 + 1) = 6$  ta ( $r^{1+0}$ )

d-orbitalda  $l = 2$  bo'lib,  $2(2 \cdot 2 + 1) = 10$  ta ( $d^{1+10}$ )

f-orbitalda  $l = 3$  bo'lib,  $2(2 \cdot 3 + 1) = 14$  ta ( $f^{1+14}$ ) elektron joylashadi. s-orbitaldagi elektronlar s-elektron, p-orbitaldagi elektronlar p-elektronlar deyiladi va mos ravishda d- hamda f-elektronlar ham bo'ladi.



### Magnit kvant soni ( $m_l$ )

Bu kvant soni  $m_l$  — harfi bilan belgilanib, elektron orbital (bulutlari) ning magnit maydoni ta'sirida biror aniq (fazoning X, Y, Z-o'qlar) yo'nalishiga nisbatan egallagan holati (proyeksiyalar) sonini ko'rsatadi. Boshqacha aytganda, elektron bulutlari (orbitallari) fazoda X, Y, Z-o'qlari bo'ylab qanday joylashganini ko'rsatadi.

Magnit kvant soni  $l$  kvant sonining ( $-l$  dan  $+l$ ) gacha qiymatlarini qabul qiladi:

$$m_l = -l, 0, +l$$

$l$	0	1	2	3
$m_l$	0	-1; 0; +1	-2, -1, 0, +1, +2	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3

Magnit kvant soni har elektron qavat va bir orbitalga to'g'ri keluvchi energiya holati — energetik yacheykalar sonini bildiradi.

Har bir elektron qavatdagi energetik yacheykalar soni  $N_{yacheyka} = n^2$  (orbitallar soni kabi) bo'ladi (4-jadval).

Har bir orbitaldagi yacheykalar soni  $(2l + 1)$  ta bo'ladi. Masalan, s-orbital uchun  $l = 0$ , unga to'g'ri keluvchi yacheyka soni  $(2 \cdot 0 + 1) = 1$  ta, p-orbitalda ( $l = 1$ ,  $(2 - 1 + 1) = 3$  ta, d-orbitalda  $l = 2$ ,  $(2 \cdot 2 + 1) = 5$  ta, f-orbitalda  $l = 3$ ,  $(2 \cdot 3 + 1) = 7$  ta energetik yacheyka bo'ladi.

Bu hisoblashlar asosida har bir elektron qavatdagi elektron yacheykalar soni va turlarini aniqlab ko'raylik:

I qavatda  $n = 1$ ,  $l = 0$ ,  $m_l = 0$  bo'lib, unda  $1^2 = 1$  s-yacheyka bo'ladi,  $1s \uparrow$  holida belgilanadi.

II qavatda  $n = 2$ ;  $l = 0$ ;  $m_l = 0$ , 1 ta s-yacheyka  $l = 1$ ;  $m_l = -1$ ; 0; +1, 3 ta p-yacheyka, jami  $2^2 = 4$  ta yacheyka bo'ladi:  $2s \uparrow$  va  $2p \uparrow \uparrow \uparrow$  ko'rinishida belgilanadi.

III qavatda hammasi bo'lib  $3^2 = 9$  ta yacheyka, ulardan  $l = 0$  uchun 1 tasi s-,  $l = 1$  uchun 3 tasi p- va  $l = 2$  uchun 5 tasi d-yacheykalardir.

Bu yacheykalar energiyalari jihatdan farq qiladi:  $E_s < E_p < E_d < E_f$  (11-rasm).

Shuningdek, turli qavatdagi bir xil orbitallar yacheykalari ham energiyalari bilan ajralib turadilar:  $E_{1s} < E_{2s} < E_{3s} < E_{4s}$  yoki  $E_{2p} < E_{3p} < E_{4p}$  va hokazo. Shu sababli atomlarning elektron

yacheykalari joylashuvini 11-rasmdagidek tasavvur qilish va shu ko'rinishda yozish kerak.

Har bir yacheyka elektron orbitalning koordinata o'qlari bo'ylab joylashganligiga mos kelgani uchun koordinata o'qlari bilan ham belgilanadi. Masalan: 2p-orbital fazoda uch xil holatda x-o'qi bo'yicha ( $p_x$ ); y-o'qi bo'yicha ( $p_y$ ); z-o'qi bo'yicha ( $p_z$ ) holida joylashadi. Shu boisdan 2p-orbital

$\square \square \square$  yacheykalardan iborat.  
 $p_x p_y p_z$

Har bir yacheykada ko'pi bilan 2 ta elektron joylasha oladi. Masalan, s-yacheykani qaraydigan bo'lsak,  $\uparrow$  -bo'sh s-yacheyka;  $\uparrow\downarrow$  - qisman (yarim) to'lgan s-yacheyka va  $\square$ -to'liq s-yacheyka deyiladi. Bu xulosalar p-, d-, f-yacheykalar uchun ham taalluqlidir.

### Spin kvant soni

Elektron yadro atrofida aylanma harakat qilayotganda o'z o'qi atrofida ham aylanadi (tepilgan futbol to'pini tasavvur qiling). Bu harakat quyidagi rasmda keltirilgan.

Elektronning o'z o'qi atrofida qaysi tomonga harakatlanishini ko'rsatuvchi kattalik *spin kvant soni* deyiladi,  $m_s$ -harfi bilan belgilanadi. Uning qiymati  $+1/2$  yoki  $-1/2$  bo'ladi. Elektron o'z o'qi atrofida soat millari yo'nalishi (a) bo'yicha harakatlansa,  $m_s = +1/2$  bo'lib, u to'g'ri spinli  $\uparrow$  elektron deyiladi. Agar soat millari yo'nalishiga teskari yo'nalish (b) bo'ylab harakatlansa  $m_s = -1/2$  bo'lib, teskari spinli elektron ( $\downarrow$ ) deyiladi.

Ko'pchilik hollarda elektronlarning spin kvant soni qiymati berilmaydi, uning o'miga ( $\uparrow$ ) ( $\downarrow$ ) belgilar ishlatiladi. Elektronlar energetik yacheykalarga joylashtirilganda ularning spinlari yo'nalishi  $\uparrow$  (a),  $\downarrow$  (b) va  $\square$ (v) holida ko'rsatiladi. Shunga ko'ra elektronlar toq spinli (a,b) va juftlashgan (v) spinli bo'ladi. Toq spinli elektronlar turli yacheykalarda, juftlashgan spinli elektronlar bitta yacheykada joylashadi.

*Yuqoridagilarni umumlashtirib shuni aytish mumkin:*

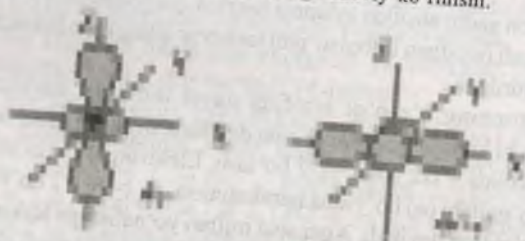
- atomdagi har bir elektron 4 xil kvant soni bilan tavsiflanadi;
- kvant sonlari har bir elektronning atomda joylashgan o'rni, tartibi, energiyasi, harakat shakli, holatini aniq ko'rsatib beradigan asosiy kattaliklardir.



s — elektron orbitalning fazoviy ko'rinishi.

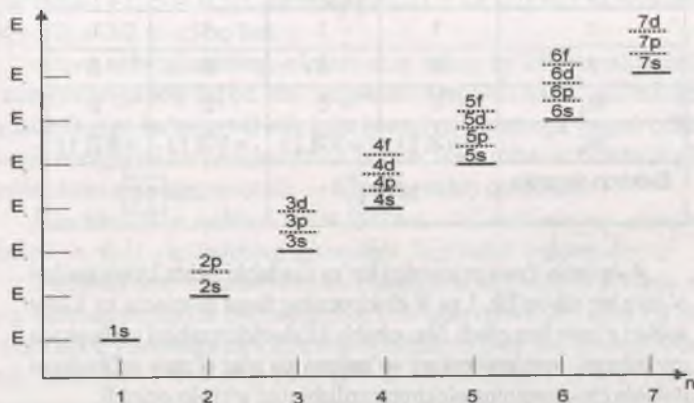


p — elektron orbitallarining fazoviy ko'rinishi.

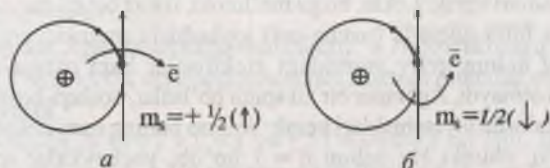


d — elektron orbitallarining fazoviy ko'rinishi.

5-rasm. Elektron orbitallarining fazoviy ko'rinishlari.



10-rasm. Elektron orbitallarni energiyalari bo'yicha joylashuvi.



11-rasm. Elektronning hususiy o'qi atrofida aylanishi.

### VI.6. Elektron qavatlarining elektronlar bilan to'lib borishi. Elektron formulalar

Vodorod elementidan boshlab elementlarning tartib raqamlari ortib borishi bilan atomlardagi elektronlar soni ham ortib boradi. Ko'p elektronli atomlarda elektron qavatlarining elektronlar bilan to'lib borishi elektronlarning energiyalari, kvant sonlari qiymatiga, Pauli, Gund qoidalariga amal qiladi.

Pauli 1925 yilda ko'p elektronli atomlarni o'rganib elektronlarning kvant sonlari tushunchasi va ularning qiymatilari asosida elektronlar joylashuvi to'g'risida quyidagi qoidani yaratdi. Pauli prinsipi: *atomda to'rtala kvant soni bir xil bo'lgan ikki yoki undan ortiq elektronning bo'lishi mumkin emas.*

Bu prinsipning qanchalik to'g'ri ekanligini He-atomi misolida ko'rib chiqaylik. Geliy ( $Z=2$ ) atomida 2 ta elektron bo'lib, ikkala elektron uchun quyidagi kvant sonlari xos bo'ladi:

Kvant	A		B	
	1	1	1	1
$n$	1	1	1	1
$l$	0	0	0	0
$m_l$	0	0	0	0
$m_s$	$+1/2(\uparrow)$	$-1/2(\downarrow)$	$+1/2(\uparrow)$	$+1/2(\uparrow)$
Elektron formula	$1s^2 \uparrow\downarrow$		$1s^2 \uparrow\uparrow$	

A-holatda Pauli prinsipiga ko'ra dastlabki uchta kvant sonlari o'zaro bir xil bo'lib, I va II elektronning faqat to'rtinchi  $m_s$  kvant sonlari o'zaro farq qiladi. Shu sababli ikkala elektron bitta yacheykada joylashgan, spinlari teskari yo'nalgan va ular o'zaro juftlashgan holatda He-atomining elektron tuzilishini to'g'ri aks ettiradi.

B-holatda 4 ta kvant soni ham bir xil. Agar bu holat to'g'ri bo'lsa, ikkita elektron bitta joyga to'g'ri kelib, ular yonma-yon joylashishlari kerak. Lekin, bizga ma'lumki, ikkita bir xil zaryadli zarracha bitta nuqtada (ustma-ust) joylashishi mumkin emas. Shuning uchun geliy atomidagi elektronlar ham ustma-ust joylasha olmaydi. Agar ular bir xil spinli bo'lsalar, boshqa-boshqa yacheykalarda joylashishlari kerak. Ammo buning ham imkoniyati yo'q, chunki He uchun  $n = 1$  bo'lib, yacheykalar soni  $n^2 = 1^2 = 1$  dan ortiq bo'la olmaydi.

Shuningdek, He atomi va undan boshqa barcha element atomlari uchun ham B-holat to'g'ri kelmaydi.

**Gund qoidasi.** Ko'p elektronli atomlarda elektronlar soni ortib borishi bilan ular joylashishi mumkin bo'lgan orbital (yacheyka)lar ham ortib boradi. Bu yacheykalarda elektronlar Gund qoidasiga amal qilgan holda joylashadi.

*Ko'p elektronli atomlarda elektronlar yacheykalarga joylashayotganda o'z spinlarini parallel yo'naltirib, spinlar yig'indisi ( $\sum m_s \rightarrow \max$ ) maksimal bo'lishiga intiladilar.*

Bu qoidaga asosan yacheykaga kelib joylashadigan har bir elektron bittadan bir xil energiyali yacheykani band qiladi.  $Z = 5(B)$  dan  $Z = 7(N)$  gacha bo'lgan element atomlari 2p-orbitallarining elektronlar bilan to'lib borishi bunga yaqqol misol bo'la oladi. B-atomining 2p-orbitalida 1 ta elektron  $\uparrow\uparrow\uparrow$  bor.

Keyingi element — C da ( $Z = 6$ ) qo'shilgan bitta elektron — bu toq elektron yoniga joylashmasdan, keyingi bo'sh yacheykani band qiladi. Shuningdek,  $Z = 7$  N-atomida yana bitta qo'shilgan elektron oxirgi bo'sh yacheykani to'ldiradi. Shunda B atomida spinlar yig'indisi  $(+1/2) = 0,5$ ; C-atomida  $(+1/2) + (+1/2) = 1$  va N-atomida  $3(+1/2) = 3/2 = 1,5$  bo'ladi.

Atom orbitallarining elektronlar bilan to'lib borishilarning energiyalariga bog'liq bo'lib, "eng kam energiyali holat" qoidasi amal qiladi. Bunga ko'ra avval eng kam energiyali (yadroga yaqin) orbital, keyin energiyasi ko'proqlari to'lib boradi. Bu tartibni o'zida to'liq, har tomonlama aks ettirgan qoida — **Klechkovskiy qoidasidir**.

Klechkovskiy qoidasi *atom elektron orbitallarining energetik holati* ( $n + l$ ) yig'indining qiymatiga bog'liqlik qoidasidir.

**1-qoida.** Atom orbitallarini elektronlar bilan to'lib borishida avval ( $n + l$ ) yig'indining eng kichik qiymatiga mos keladigan orbital, keyin bu yig'indining katta qiymatlariga mos keluvchi orbitallar to'ladi. Shu qoidaga asoslanib,  $(n + l) = 1 + 0 = 1$ ;  $(n + l) = 2 + 0 = 2$ ;  $(n + l) = 2 + 1 = 3$  qiymatlarga mos keluvchi orbitallarni elektron bilan to'lib borishini ko'rib chiqsak, avval  $(n + l) = 1$  orbital (1s); keyin  $(n + l) = 2$  orbital (2s),  $(n + l) = 3$  orbital (2p) elektronlar bilan to'lib boradi, ya'ni  $1s < 2s < 2p$  tartib amal qiladi.

**2-qoida.** Agar bir necha orbital uchun ( $n + l$ ) yig'indining qiymati bir xil bo'lsa,  $n$  ning kichik qiymatidan boshlab, elektron orbitallar elektron bilan to'lib boradi.

*Masalan:*  $n+l=2+1=3$  va  $n+l=3+0=3$  bo'lsin. Ikkala holat uchun ham  $n + l = 3$ . Bu elektron orbitallardan  $n = 2$  va  $l = 1$  bo'lgan (2p) orbital avval elektron bilan to'ladi, keyin  $n = 3$  va  $l = 0$  bo'lgan (3s) orbital elektron bilan to'ladi.

Chunki  $n+l=2+1$  orbitalning energiyasi  $n+l=3+0$  orbitalning energiyasidan kichik, ya'ni  $\dots E_{2p} < E_{3s}$ , yoki  $\dots 2p < 3s$  tartib amal qiladi.

Shu singari  $n+l=3+2=5$ , (3d);  $n+l=4+1=5$  (4p);  $n+l=5+0=5$  (5s); orbitallarni solishtirsak, avval  $n=3$ , keyin  $n=4$  va nihoyat,  $n=5$  bo'lgan 3d; 4p; 5s orbitallar to'lib boradi. Chunki energiyalariga ko'ra bu orbitallar quyidagicha joylashadi:

$$\dots 3d < 4p < 5s \dots$$

Yuqoridagilarga asosan elektron orbitallarining energiyalari qiymatiga ko'ra joylashtirsak, quyidagi qator yuzaga keladi:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 4s \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < \dots$$

*Har qanday element atomi elektronlarining elektron orbitallarda taqsimlanishi va joylashish tartibini shu qator asosida yozilishi atomning elektron konfiguratsiyasi deyiladi.* Elektron konfiguratsiyani yozish uchun:

— elementning tartib raqami va elektronlar sonini bilish; atomdagi elektron qavatlar sonini aniqlash; elektron qavatlarida elektronlar taqsimlanishini ko'rsatish; yacheykalar soni va spinlarni ko'rsatish kerak.

— elektron qavatlar bo'yicha elektronlarning taqsimlanishini ko'rsatish;

— har bir elektron orbital joylashgan qavatni raqami va ulardagi elektron sonini ko'rsatish;

— energetik yacheykalar soni, ularda elektronlarning spinlari bo'yicha joylashishini ko'rsatish kerak.

#### **VI. 7. Kimyoviy elementlar davriy jadvalining yaratilish tarixi**

Davriy qonunning kashf etilishiga kimyo, fizika, biologiya sohasida qilingan qator qonunlar va kashfiyotlar sabab bo'ldi. Qadimgi grek olimi Demokrit tabiatdagi barcha jismlar juda kichik zarrachalar - atomlardan tashkil topgani haqidagi fikrini aytgan.

Markaziy Osiyolik olim Ar-Roziy atomlar bo'linishini va ular boshliqlar va doimo harakatda bo'lib tutuvchi juda mayda zarrachalardan iboratligini aytgan. Abu Rayhon Beruniy atomlar bo'linmas zarrachalar deb aytgan olimlarga qarshi, atomlar mayda bo'linuvchan zarrachalardir, deb aytgan.

Buyuk olim Abu Ali Ibn Sino o'sha davrlarda malum bo'lgan barchatabiiy davo hisoblangan kimyoviy moddalarning tarkibi va xossalari klassifikatsiyasini ishlab chiqqan.

Ingliz olimi R.Boyl kimyoviy elementlar oddiy bo'linmas moddalar sifatida murakkab moddalar tarkibiga kiradi, degan fikr bildirgan.

1756 yilda M.V.Lomonosov massaning saqlanish qonunini kashf etdi. 1801-1806 yillarda J.L.Prust tarkibning doimiylik qonunini yaratdi.

1803-1804 yillarda J.Dalton atom-molekular talimotni rivojlantirib, fanga atom massasi tushunchasini olib kirdi.

1814 yilda Ya.Berselius 46 ta elementning atom massalari asosida kimyoviy elementlar jadvalini tuzdi.

1817-1829 yillarda I.V.Debereyner elementlarning atom massalari asosida triadalar nazariyasini taklif qildi.

1853 yilda Frankland fanga valentlik tushunchasini olib kirdi.

1858 yilda nemis kimyogar olimi A.Kekule uglerodning to'rt valentli

ekanini e'lon qildi.

1861 yilda A.M.Butlerov organik birikmalarning tuzilish nazariyasini kashf etdi.

1862 yilda A.de Shankurtua silindr shaklidagi kimyoviy elementlar jadvalini yaratdi.

1864 yilda Meyer elementlar atom massalarining ortib borishiga asoslangan jadvalini taklif qildi.

1865 yilda J.Nyulends elementlar ekvivalentlariga asoslangan oktaval qonunini taklif qildi.

1869 yilda D.I.Mendeleyev kimyoviy elementlar davriy qonunini kashf etdi.

Kimyoviy elementlarning davriy jadvali tabiat qonunidir va u tabiatda mavjud bo'lgan bog'lanishlarni ifodalaydi. Bu qoninning kashf etilishi elementlar atom massalari bilan ularning xossalari orasidagi o'zaro bog'liqlikni chuqurroq o'rganishga imkoniyat beradi.

D.I.Mendeleyevning ham nazariy, ham amaliy kuzatishlari asosida elementlar atom massalari ortib borishi bilan ularning xossalari davriy ravishda o'zgarib borishi aniqlandi:

1. Davrlarda elementlarning atom massalari ortib borgan sari ularning metallik xossalari susayib boradi.

2. Elementlarning metallmaslik xossalari kuchayib boradi.

3. Elementlarning metallik xossalari kamayib borib, amfoter xossalarni namoyon qiladi, keyin esa kuchsiz metallmaslik xossalari bilan almashinadi.

4. Elementlarning metalmaslik xossalari kuchyib borib, inert gazlarga kelganda to'xtaydi.

5. Elementlarning kislorodga nisbatan valentligi davrlarda birdan boshlanib, davriy ravishda ortib boradi.

6. Elementlarning uchuvchan vodorodli birikmalaridagi valentligi kamayib boradi.

7. Elementlarning gidroksidlarida, ishqorlardan boshlab, asoslik xossalari amfoterlik bilan almashinib boradi, amfoterlik esa kislotalik xossalari bilan almashinib, kislotalik kuchayib boradi.

Elementlarni H vodoroddan boshlab, bir qatorga joylashtirib borganda, atom massalar ortishi bilan litydan boshlab har to'qqizinchi elementda birinchi elementning xossalari qaytarilganini ko'rish mumkin.

Lity Li eng kuchli metall bo'lib, Be berilliyda metallik xossa kamayadi, B borgan kelib esa metallmaslik bilan almashinadi. Bordan keyingi elementlarda metalmaslik xossalari kuchayib boradi va F ftorga kelganda ftor eng kuchli metalmas ekanini ko'ramiz.



Bu qatorning oxirida inert gaz holidagi Ne neon turadi va u metallik yoki metalmaslik xossalarini namoyon qilmaydi.

Neondan keyingi element Na natriy litiyning xossalarini takrorlaydi. Natriy ham litiy kabi kuchli metall, valentligi birga teng. Natriydan keyingi elementlar xuddi shunday tartibda metallik xossalari kuchsizlanib, metalmaslik kuchayib boraveradi va Cl xlogra kelganda u kuchli metalmas ekanini ko'ramiz. Ar argon esa neon kabi inert gaz.

Argondan keyingi K kaliy yana natriy kabi kuchli metallik xossalariga ega elementdir.

Shunday qilib, elementlarning xossalari davriy ravishda qaytariladi.

D.I.Mendeleyev argonning atom massasi (40) kaliynikidan (39) katta bolishiga qaramay, kimyoviy xossalariga ko'ra argonni inert gazlar guruhuga, kaliyni esa ishqoriy metallar guruhuga joylashtirdi va bunda davriy qonun buzilmadi.

D.I.Mendeleyev elementlarning atom massalaridan ko'ra ularning tartib raqamlari muhim ekanini ko'rsatdi. Tartib raqam elementlar atomidagi protonlar va elektronlar soniga tengdir.

Keyinchalik o'tkazilgan kuzatishlar haqiqatan ham argonning yadrosida 18 ta, kaliyda 19 ta proton borligini ko'rsatdi.

Hozirgi vaqtda davriy qonun quyidagicha izohlanadi:

Kimyoviy elementlarning xossalari, shuningdek, ular hosil qilgan oddiy va murakkab moddalarning xossalari shu elementlarning atomi yadrosidagi zaryadga davriy ravishda bog'liqdir.

O'z vaqtida berilliyning atom massasi 13,5 deb, valentligi 3 ga teng deb olingan. Unda berilliy uglerod va azot orasida joylashishi va tartibraqami 6 ga teng bo'lishi kerak edi. Shu sababli Mendeleyev berilliyning valentligi 2 ga teng bo'lsa kerak, deb taxmin qilib, uni litiy va bor orasiga joylashtirdi. Atom massasi esa 9 bo'lishi kerak edi. Keyingi tadqiqotlar haqiqatan ham berilliyning atom massasi 9, o'zi esa ikki valentli element ekanini ko'rsatdi.

## VII b o b

### D. I. MENDELEYEVNING DAVRIY QONUNI VA ELEMENTLAR DAVRIY JADVALI

Davriy qonun 1868 yilda D. I. Mendeleev tomonidan kashf etilgan bo'lib, uning klassik ta'rifi quyidagicha: *"Kimyoviy elementlar va ular hosil qilgan birikmalarning shakl va xossalari elementlar atom og'irliklariga davriy ravishda bog'liqdir"*.

Davriy qonun kashf etilgan davrda hali atomning tarkibi va tuzilishi noma'lum edi. Shu sababli elementlarning asosiy tavsifi sifatida ularning atom massalari qabul qilingan. Lekin atom tuzilishi nazariyasi yaratilib, atomning tarkibi (yadro, proton, neytron, elektron) to'g'risida aniq ma'lumotlar yuzaga kelgandan so'ng davriy qonunga berilgan ta'rif o'rniga hozirgi zamon ta'rifi yuzaga keldi: *"Kimyoviy elementlar va ular birikmalarining xossa va tuzilishlari element atomlari yadro zaryadlariga davriy ravishda bog'liqdir"*.

Davriy qonunning grafik tasviri sifatida kimyoviy elementlar jadvalini D. I. Mendeleev 1870 yilda tuzgan. Davriy jadvalning yuzdan ortiq varianti mavjud bo'lib, bu sohada Lotar Meyerning xizmatlari ham katta. Hozirgi vaqtda davriy jadvalning "qisqa davrli varianti" va "uzun davrli variant"laridan foydalaniladi. Davriy jadval 7 ta davr (gorizontal qator) va 8 ta grupp (ustun)dan iborat ("qisqa davrli variant").

*Davr deb, elementlarning ishqoriy metallardan boshlanib, inert gaz bilan tugaydigan tabiiy davriy qatoriga aytiladi.* Element joylashgan davrning raqami uning atomidagi elektron orbita (qavatlar) sonini ko'rsatadi. Davrlar uchga bo'linadi: kichik (I—III); katta (IV—VI) davrlar va tugallanmagan (VII) davr.

**Davrlar.** I davrda 2 ta (H va He), II va III davrlarda 8 tadan, IV—V davrlarda 18 tadan, VI davrda 32 ta va VII davrda 24 ta — hammasi bo'lib 110 ta element joylashgan.

*Gruppar deb, davriy sistemadagi katta va kichik davr elementlarini o'z ichiga olgan vertikal qatorlarga aytiladi.* Har bir grupp asosiy (A) va qo'shimcha (V) gruppalariga bo'linadi. Asosiy gruppachalarning raqami shu gruppadagi elementlar tashqi elektron qavatidagi elektronlar soni (maksimal valentligi)ga to'g'ri keladi. Qo'shimcha gruppacha elementlari faqat katta davr elementlaridan iborat bo'lib, ularning valentligi bilan tashqi elektronlar soni o'zaro mos kelmasligi mumkin. Chunki ularda tashqi va tashqidan oldingi qavatlardagi  $ns(n-1)d$  elektronlar

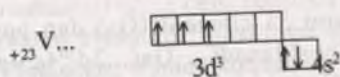
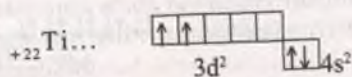
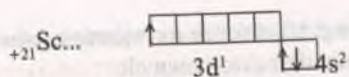
valent elektronlardir. Shu o'rinda I gruppasi asosiy gruppachasi elementlarini qarash, ularning tashqi elektron qavatlarida I tadan ( $ns^1$ ) elektronlari bo'lib, birikmalarida doimiy bir valentlik ( $NaCl$ ,  $KF$ ...) namoyon qiladilar. Shu gruppaning qo'shimcha gruppachasi elementlari ( $Cu$ ,  $Ag$ ,  $Au$ ) esa tashqi va tashqidan oldingi qavatlardagi  $Cu$  ( $3d^{10}4s^1$ );  $Ag$  ( $4d^{10}5s^1$ ),  $Au$  ( $5d^{10}6s^1$ ) elektronlari hisobiga  $CuCl$ ,  $CuCl_2$  (I va II),  $AgCl$  (I),  $AuCl_3$  (III) valentli birikmalar hosil qiladilar. Bunday holat barcha gruppalar asosiy va qo'shimcha gruppachalari uchun xosdir.

Davrlarning elementlar bilan to'lib borishini ko'rib chiqaylik. I davr 2 ta elementdan ( $H$  va  $He$ ) iborat bo'lib, ularning elektron tuzilishi juda oddiy  $1s^1$  va  $1s^2$ .  $He$  atomida 2 ta elektron o'zaro juftlashgani (dublet qoidasi) uchun barqaror holat bo'lib, boshqa elementlar bilan birikma hosil qilmaydi.

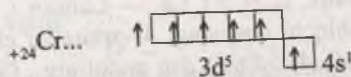
II davrda 8 ta element bo'lib, ulardan 2 tasi ( $1s^1$  va  $1s^2$ ) va  $Be(1s^2 2s^2)$  s-elementlardir.  $Z = 5$  B dan boshlab, p-elementlar joylashgan. Ularning elektron tuzilishi bilan yuqorida tanishdik. Oxirgisi  $Ne$  bo'lib, uning tashqi elektron qavati 8 ta elektron (oktet qoidasi) bilan tugallangan.

III davr ham 8 ta (2 ta s;  $Na$ ,  $Mg$ ) va (6 ta p) elementdan iborat. Bu davr elementlarining elektron tuzilishi I, II davrlardagi elementlardan  $3d$  — bo'sh orbitallari borligi bilan farqlanadi. Ba'zi hollarda, ayniqsa,  $Si$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $Cl$  elementlari atomlarida shu  $3d$ -orbitalga  $3p$ - va  $3s$ -orbitallardan elektronlarning ko'chishi tufayli o'zgaruvchan valentli birikmalar hosil qiladilar.

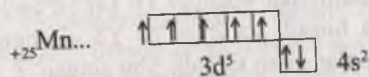
IV davr s-elementlar bilan boshlanib,  $K$  ( $Ar$ )  $4s^1$ ,  $Ca$  ( $Ar$ )  $4s^2$ ,  $4s$ -orbital elektronlar bilan to'lgan.  $Z = 21$  element ( $Sc$ ) dan boshlab, tashqidan oldingi  $3d$ -orbitallar elektronlar bilan to'la boshlaydi. Shu bilan d-elementlar qatori boshlanadi.  $Sc$  ( $Ar$ ) $4s^2 3d^1$  da elektron birinchi d-orbitalga joylashadi, undan keyingi elementlarda tartib raqam bir birlikka ortishi bilan Gund qoidasiga asosan, elektronlar bittadan bo'sh d-elektron yacheykani to'ldirib boradi. Bu tartib  $Z = 26$   $Fe$  atomigacha davom etadi.



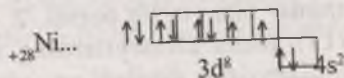
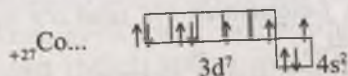
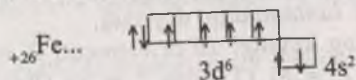
$Z = 24$  element Cr da bu tartib biroz "buziladi". Ya'ni uning oxirgi qavatlaridagi elektron tuzilishi  $3d^4 4s^2$  o'rniga,  $4s$ -orbitaldagi bitta elektronni  $3d$ -orbitalga "o'tib ketishi" natijasida  $3d^5 4s^1$  bo'lib, 6 ta toq elektronli barqaror elektron tuzilish yuzaga keladi:



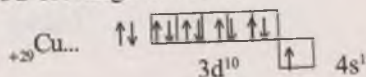
Keyingi element Mn da yana  $4s$ -orbitaldagi elektron juftlashadi:



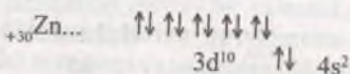
Temirdan boshlab  $3d$ -orbitaldagi elektronlar juftlashib boradi:



$Z=29$  element (Cu) ga kelib, xromdagi singari  $4s^2$ -elektronlardan biri  $3d$ -orbitalga o'tadi va



bo'ladi. Eng oxirgi 10-elektron rux atomining 4s-orbitalini to'ldirib, IV davrning d-elementlari qatori tugaydi.



Tartib raqami 31-element (Ga) dan boshlab, IV davrning p-elementlari boshlanadi,  ${}_{31}\text{Ga}(\dots 3d^{10}4s^24p^1)$ . Bu elementlarning 4p-orbitalarini elektronlar bilan to'lib borishi II va III davr p-elementlari singari bo'lib, 36-element Kr( $\dots 3d^{10}4s^24p^6$ ) bilan tugaydi.

V davr elementlari uchun ham elektron orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi IV davrdagidek amalga oshadi.

VI davr  $Z = 55$  Cs( $\dots 6s^1$ ),  $Z = 56$  Ba( $\dots 6s^2$ ) s-elementlari bilan boshlanadi.  $Z = 57$  La — Lantan ( $\dots 6s^25d^1$ ) dan keyin tashqaridan uchinchi qavatdagi 4f-orbitalar elektronlar bilan to'la boshlaydi.  ${}_{58}\text{Ce}(\dots 4f^25d^06s^2)$  dan gadolinii  ${}_{64}\text{Gd}(\dots 4f^75d^16s^2)$  gacha f-orbitaldagi barcha yacheykalar bittadan elektronlar bilan to'lib, keyingi elektron 5d-orbitalga o'tadi.

$Z = 65$  terbiydan boshlab Tb ( $4f^95d^06s^2$ ) 4f-orbital elektronlari juftlasha boradi va  $Z = 70$  Yb elementda ( $4f^{14}5d^06s^2$ ) 4f-orbital elektronlar bilan to'ldi. Shu singari  $Z = 71$  Lu ( $4f^{14}5d^16s^2$ ) elementida ham  $4f^{14}$  bo'lib, 58—71 elementlar f-elementlar deyiladi. Ularning xossalari lantanga o'xshash bo'lgani uchun bu elementlar *lantanoidlar* deyiladi.

VI davrning keyingi 10 ta elementi  $Z = 71-80$  (Hg) gacha 5d-orbitalar,  $Z = 81$  (Tl) dan  $Z = 86$  (Rn) gacha 6p-orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi. VI davr barcha davrlardan bir vaqtda s, p, d, f-elementlari (32 ta)ni o'z ichiga olganligi bilan farq qilib turadi.

VII davr elementlarining elektronlar bilan to'lib borish tartibi VI davrdagidek bo'ladi.  $Z = 89$  Ac dan keyingi elementlarda 5f-orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi.  $Z = 90$  (Th) dan

$Z = 103$  (Lr) gacha elementlarning xossalari o'xshash bo'lgani uchun *aktinoidlar* deyiladi va ular ham f-elementlar oilasiga kiradi. Bu elementlarning deyarli barchasi radioaktiv elementlardir.

## VII.1. Atomlarning xossalari va ularning o'zgarishi

Atomlarning xossalari *atom radiuslari* (hajmlari), ionlanish energiyasi, *elektronga moyillik* va *elektromanfiylik* kiradi. Ular bilan alohida tanishamiz.

I. *Atomlarning radiuslari* ( $r_{(A)}$ ) deb, atom yadrosi bilan eng tashqi elektron qavat o'rtasidagi masofaga aytiladi. Lekin atomlarning (orbital) radiuslari o'rnida ko'pincha "atom hajmlari" iborasi ham ishlatiladi. "Atom hajmi" — qattiq holatdagi moddalarda bir mol atomning egallagan hajmidir ( $\text{sm}^3/\text{mol}$ ). Atom radiusi gruppalarda va davrlarda elementlarning tartib raqamiga bog'liq holda o'zgarib boradi.

a. *Davrlarda elementlarning tartib raqami ortib borishi bilan ularning atom radiusi kichrayib boradi.* Masalan, II davr elementlarini tahlil etsak:

$$\text{Li}(Z=3) < \text{Be}(4) < \text{B}(5) < \text{C}(6) < \text{N}(7) < \text{O}(8) < \text{F}(9) < \text{Ne}(10) \\ r_{(A)} = 1,6 > 1,05 > 0,75 > 0,65 > 0,5 > 0,45 > 0,35, > 0,30$$

Buning sababi, elementning tartib raqami ortishi bilan yadroning musbat zaryadi ortadi va elektron qavatlarining soni ( $n = 2$ ) o'zgarmagan holda tashqi elektron qavatdagi elektronlar soni ham ortib boradi. Natijada yadro va tashqi elektronlarning tortishuvi kuchayib elektron qavatlar siqiladi va atomning (hajmi) radiusi kichrayadi.

b. *Gruppalarda elementlarning tartib raqami ortishi bilan elementlarning atom radiuslari ortib boradi.* Chunki gruppalarda elementlar tartib raqamining ortishi davrlarning raqami ortishiga, ya'ni atomdagi elektron qavatlarining soni ortishiga olib keladi va bu o'z-o'zidan atom (hajmi) radiusining (12-rasm) kattalashuviga sabab bo'ladi. Bu o'zgarish elementlarning elektron tuzilishiga (s, p, d, f-element ekanligiga) bog'liq. Buni beshinchi gruppada elementlari misolida ko'rish mumkin:

p-elementlar

$$\text{As}(Z = 33; r = 1,48\text{\AA})$$

$$\text{Sb}(Z = 51; r = 1,61\text{\AA})$$

$$\text{Bi}(Z = 83; r = 1,82\text{\AA})$$

### d-elementlar

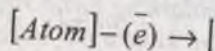
V ( $Z = 23$ ;  $r = 1,34\text{\AA}$ )

Nb ( $Z = 41$ ;  $r = 1,45\text{\AA}$ )

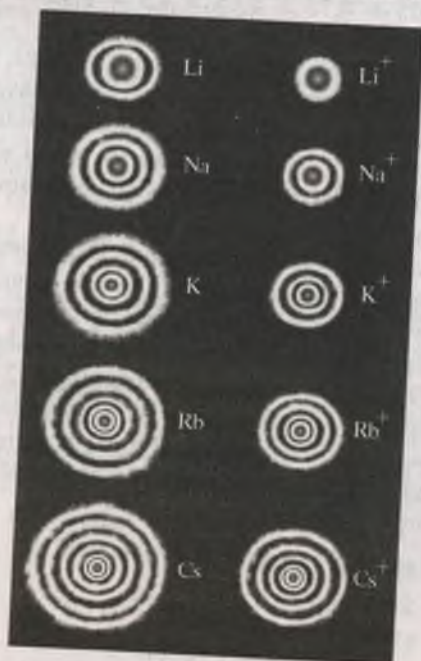
Ta ( $Z = 73$ ;  $r = 1,46\text{\AA}$ )

s- va p-elementlarda atom radiusi keskin, f- va d- elementlarda juda kam o'zgaradi. f- va d-elementlarda atom radiusining kam o'zgarishi ulardagi tashqaridan oldingi qavatlarda f- va d- orbitallarining f- va d- "siqilish" hodisasi bilan izohlanadi.

II. Ionlanish energiyasi deb neytral atomdan bitta elektronning ajralib chiqishida yutiladigan energiyaga aytiladi. U I harfi bilan belgilanib, kJ (g-mol yoki ev) atom birliklarida o'lchanadi.



Agar atomdan 1, 2, 3 ta elektron ketma-ket ajralib chiqsa, mos ravishda  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  ... ionlanish energiyasi qiymatlariga ega bo'ladi va doimo  $I_1 < I_2 < I_3 < \dots$  tartibda ortib boradi. Uning

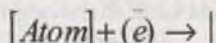


12-rasm. IA gramma elementlari atom va ion radiuslari.

qiymati davrlarda tartib raqami ortishi bilan ortadi, ya'ni tashqi qavatdagi elektron bilan yadro o'rtasidagi tortishuv kuchi ortib borgani uchun elektronni atomdan chiqarib yuborish uchun zarur energiya miqdori ham ortadi.

Gruppalarda tartib raqami ortishi bilan ionlanish energiyasi-ning qiymati kamayadi, chunki atom radiusi kattalashib, tashqi elektron bilan yadroning tortishuv kuchi kamayadi va elektronni atomdan chiqarib yuborish uchun kam energiya sarflanadi.

III. *Elektronga moyillik* deb neytral atomga bitta elektron-ning birikishidan ajralib chiqadigan yoki yutiladigan energiya miqdoriga aytiladi va (F) bilan belgilanib, o'lchov birligi kJ/g-mol va ev/atom.



Atomlarning bu xususiyati ham davrlarda tartib raqami ortishi bilan ortadi. Masalan, II davrda litiyning elektronga moyilligi 0,82 ev bo'lsa, kislorodda — 1,47 va ftorda — 3,58 ev ga tengdir. Gruppalarda tartib raqami ortishi elektronga moyillikning kamayib borishiga (I gruppada: Li = 0,82; Na = 0,47 ev) olib keladi.

Elementlar atomlarining yuqoridagi ikki xossasini umumlashtiruvchi kattalik elektromanfiylikdir.

IV. *Elektromanfiylik* (E. m.) deb bir atomning boshqa atom elektron bulutini o'ziga qanchalik tortib olish xususiyatiga aytiladi:

$$E. m. = 1/2 (I + F)$$

Elementlarning elektromanfiyligi litiyning elektromanfiy-  
liga ( $E. m._{\text{litiy}} = 1$ ) nisbatan (Poling shkalasi) hisoblangan.

E. m.ning qiymati davrlarda elementlarning tartib raqami ortishi bilan ortib boradi. Masalan, III davr elementlari uchun:

$$Na(Z = 11) < Al(13) < P(15) < Cl(17)$$

$$E. m. = 0,9 < 1,5 < 2,1 < 3,0$$

Gruppalarda tartib raqami ortishi bilan E. m. kamayib boradi. Masalan: VII A gruppada:

$$F(Z = 9) < Cl(17) < Br(35) < I(53)$$

$$E. m. = 4,1 > 3,0 > 2,6 > 2,4$$



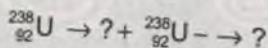
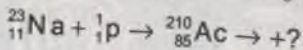
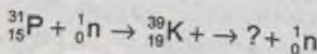
Davriy jadvalda eng yuqori elektromanfiylikka ega element fluor bo'lib, u barcha elementlardan elektron "tortib" oladi va kuchli oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi. Shu sababli fluor inert gazlardan ksenon (Xe) bilan ta'sirlashib, uni oksidlaydi va  $XeF_2$  birikmasini hosil qiladi. Kislorod ham (E. m. = 3,5) fluorga elektron beradi va  $O^{+2}$  shartli ioniga aylanadi,  $OF_2$  ni hosil qiladi.

Birinchi gruppning oxirlarida joylashgan Cs elementi eng kichik E. m (0,7) ga ega. Shu sababli u eng aktiv metall, ya'ni o'zidan juda oson elektron chiqarib, kuchli qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi.

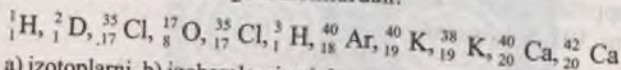
Atomlarning E. m. lari qiymati kimyoviy elementlarning xossalari (oksidlovchilik, qaytaruvchilik, kislota-asos, metall, metallmaslik) ni tushuntirishda hamda kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishi va ularning tabiatini o'rganishda katta ahamiyatga ega.

### Savollar

1. Atomning asosiy tarkibiy qismi nimadan iborat?
2. Bor postulatlarining asosiy mazmuni nimalardan iborat?
3. Atomlar qachon energiya chiqaradi va qachon energiya yutadi?
4. Atom tartib raqamining fizik ma'nosi nimadan iborat?
5. Kvant sonlari atomning elektron tuzilishini izohlashda qanday ahamiyatga ega?
6. Pauli va Gund qoidalarining ma'nosini tushuntiring.
7. Elektromanfiylik nima?
8. s-, p-, d-, f-elementlar deganda nimani tushunasiz?
9. Quyidagi element atomlari yadrolari tarkibini aniqlang: xlor, magniy, nikel, argon.
10. Yadro reaksiyalarini tugallang:



11. Quyidagi keltirilgan atomlardan:



- a) izotoplarni, b) izobaralarni aniqlang.

12. III va IV grupp elementlari ichida qaysilari s-, p-, d-, f- elementlar qatoriga kiradi?

13.  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+1}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{S}^{-2}$  va  $\text{P}^{+5}$  ionlarining elektron formulalarini yozing. Energetik yacheykalar bo'ylab elektronlarning taqsimlanishini ko'rsating.

14.  $\text{Cr}^{+3}$  ioni va Cr atomida;  $\text{Mn}^{+2}$  ioni va Mn atomida;  $\text{Co}^{+3}$  ioni va Co atomidagi tok elektronlar sonini aniqlang. Ulardagi toq elektronlar soni qanday o'zgarib boradi?

15. I A grupp va VII A grupp elementlarining o'zaro hosil qilishi mumkin bo'lgan barcha birikmalari formulalarini yozing. Ularning E. m. qiymatlariga ko'ra ionlari zaryadlarini aniqlang.

## VIII bob

### KIMYOVIY BOG'LANISH VA UNING ASOSIY TURLARI

**O'rganiladigan asosiy tushuncha va qoidalar:** kimyoviy bog'lanish, bog'lanish energiyasi, uzunligi, valent burchagi, tartibi, kovalent bog'lanish, qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish, dipol momenti, kovalent bog'lanishning yo'nalganligi va to'yinuvchanligi, molekullararo donor-akseptor bog'lanish, vodorod bog'lanish, oriyentatsion, induksion va dispersion ta'sir kuchlari, atom orbitallarining gibridlanishi, ion bog'lanish, koordinatsion son, metall bog'lanish, moddalarning agregat holati va tuzilishi.

#### VIII.1. Kimyoviy bog'ning asosiy tavsiflari

Har qanday kimyoviy modda — atomlar va ularning birikishidan hosil bo'lgan kristallar, molekullar va ionlardan tashkil topgan materiyadir. Bularda atomlar bir-birlari bilan ma'lum turdagi bog'lanishlar (kuchlar) vositasida birikadilar. Bu bog'lanishlar yuzaga kelish mexanizmi, tabiati ularda ishtirok etuvchi zarrachalarning turlariga ko'ra bir necha xil bo'ladi.

Kimyoviy bog'lanishlarga va ularning hosil bo'lishiga atomlarning elektron tuzilishi nuqtai nazaridan qarash lozim. Chunki kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi asosiy vosita — elektronlar va elektron bulutlaridir. Umuman, har qanday kimyoviy bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar tashqi (va tashqidan oldingi) elek-

tron qavatdagi 1 yoki bir necha elektron bulutlarining yadrolar o'rtasida qayta taqsimlanishi (bir-birini o'zaro qoplashi) natijasida hosil bo'luvchi ko'p yadroli va ko'p elektronli sistemadir.

Kimyoviy bog'lanishlarning asosiy tavsifnomalari qatoriga kimyoviy bog'lanish energiyasi, bog'lanish uzunligi, bog'lar orasidagi burchak (valent burchagi) va bog'lanish tartibi kiradi.

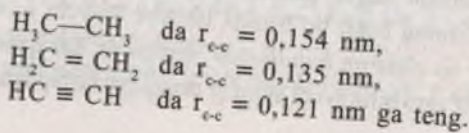
**Bog'lanish energiyasi.** Kimyoviy bog'ni uzish uchun zarur bo'lgan eng kam energiya miqdoriga **bog'lanish energiyasi** deyiladi. U E bilan belgilanib, kJ/mol va kkal/mol da o'lchanadi.

$H_2$  — molekulasidagi H—H bog'lanish energiyasi  $E_{H_2} = 436$  kJ/mol. Ikki atomli molekullarda bog'lanish energiyasi shu molekulanı atomlarga parchalanish (dissotsilanish) energiyasiga teng. Agar molekulada 2 va undan ortiq kimyoviy bog'lanish mavjud bo'lsa, har bir bog'lanish energiyasi qiymati umuman molekulaning parchalanish energiyasi bog'lanishlari soniga bo'lib hisoblanadi.  $CH_4$  molekulasining parchalanish energiyasi 1649 kJ teng. Bu molekulada 4 ta C—H bog'i bor. Har bir bog'ning energiyasi  $E_{(C-H)} = D/4 = 1649/4 = 412,25$  kJ bo'ladi.

Bog'lanish energiyasi qanchalik katta bo'lsa, bog' shunchalik barqaror bo'ladi. Bog'lanish energiyasining qiymati o'zaro birikuvchi atomlarning tabiatiga, bog'lanish turi va tartibiga bog'liq bo'ladi. Masalan:  $H_2O$  molekulasida  $E(H-O) = 460,5$  kJ/mol;  $H_2S$  molekulasida  $E(H-S) = 229,4$  kJ/mol bo'lsa,  $H_2Se$  — molekulasida  $E(H-Se) = 174,8$  kJ/mol;  $H_2Te$  da  $E(H-Te) = 140,5$  kJ/mol.

**Bog'ning uzunligi.** Kimyoviy bog'ning uzunligi r-harfi bilan belgilanib, nm da o'lchanadi.

**Bog'ning uzunligi deb,** kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok etgan atomlar yadrolari o'rtasidagi masofaga aytiladi. Vodород molekulasidagi H—H bog'ining uzunligi  $r_{(H-H)} = 0,074$  nm (14-rasm). Kimyoviy bog'lanishlar soni ortishi bilan bir xil element atomlari hosil qilgan bog'ning uzunligi quyidagicha o'zgaradi:



**Valent burchagi.** Kimyoviy bog'lanishlar orasidagi burchak *valent burchagi* (yoki bog'lanish burchagi) deyiladi. Agar  $H_2O$  molekulasida olib qaralsa,  $H-O$  bog'i bir-biriga nisbatan  $104,5^\circ$  burchak ostida joylashadi va molekula burchaksimon tuzilishga ega bo'ladi.  $CH_4$  molekulasida bog'lar orasidagi burchak  $109,5^\circ$ .

**Bog'lanish tartibi.** O'zaro kimyoviy bog' hosil qilgan atomlar orasida hosil bo'lgan bog'lanishlar soni bo'lib, birlamchi, ikkilamchi (qo'sh bog'), uchlamchi (uch bog') va ba'zi hollarda to'rtlamchi bog'lanish mavjud bo'ladi. Bog'lanishlar tartibi karrali ortishi bilan bog'ning barqarorligi ortadi, uzunligi qisqaradi (yuqoridagi misollarga qarang).

## VIII.2. Kovalent bog'lanish

Atom tuzilishining elektron nazariyasi yuzaga kelgandan so'ng 1916 yilda Lyuis va 1927 yilda V. Geytler va F. London vodorod molekulasining hosil bo'lishini nazariy o'rganib, quyidagi fikrni ilgari surdilar.

Ma'lumki, vodorod molekulasida ikkita vodorod atomining birikishidan hosil bo'ladi:  $H + H = H_2$ .

Alohida turgan vodorod atomlarini  $H(a)$  va  $H(b)$  deb belgilasak, ularning elektron formulasi  $1s^1(a)$  va  $1s^1(b)$  bo'lib, ularning asosida hosil bo'layotgan  $H_2$  molekulasining to'liq funksiyasi ikki xil yozilishi mumkin. Bu elektronlarning yadrolar o'rtasida almashina olishi tufayli ro'y beradigan holat.

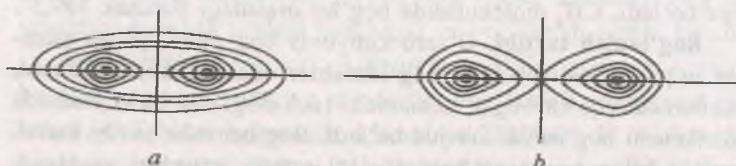
$$\psi_I = \varphi(a)_1\varphi(b)_2 \text{ va } \psi_{II} = \varphi(b)_1\varphi(a)_2$$

Hosil bo'lgan molekulaning funksiyasi bu ikki holat funksiyalarining "chiziqli kombinatsiyasi" sifatida yozilishi mumkin:

$$\psi_{\text{molekula}} = c_1\psi_I + c_2\psi_{II} = c_1\varphi(a)_1\varphi(b)_2 + c_2\varphi(b)_1\varphi(a)_2$$

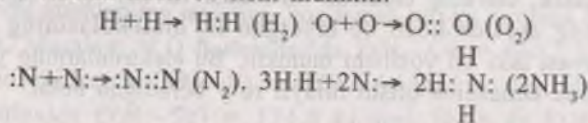
Bundan shunday xulosa kelib chiqadi, vodorod atomlari  $r$  masofaga o'zaro yaqinlashganda 1-vodorod atomining elektroni 2-vodorod atomi yadrosiga, 2-vodorod atomi elektroni 1-vodorod atomi yadrosiga tortiladi. Shu vaqtda, bir xil zaryadli bo'lgani uchun, elektronlar o'rtasida o'zaro va yadrolar o'rtasida itarilish kuchlari yuzaga kelib  $r = 0,074 \text{ \AA}$  masofada tortishuv kuchlari bilan itarilish kuchlari tenglashadi. Natijada 2 yadroli va 2 elektronli yagona sistema hosil bo'ladi (13-rasm). Bu

holat yuz berishi uchun 1-vodorod atomida elektron spini ( $\uparrow$ ) to'g'ri, 2-vodorod atomi elektron spini ( $\downarrow$ ) teskari yo'nalgan bo'lishi shart. Agar bu shart bajarilmasa ( $\uparrow\uparrow$ ) yoki ( $\downarrow\downarrow$ ) ikkala yadro o'rtasidagi elektronlar bulutining zichligi minimal ( $\psi_{\text{mol}} = 0$ ) bo'ladi va kimyoviy bog'lanish yuzaga kelmaydi (6 a, b-rasmlar).



6-rasm. a — qarama — qarshi va b — bir xil spinli elektron bulutlarining o'zaro qoplanishi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, kovalent bog'lanishga ta'rif bersak: *kovalent bog'lanish* — elektron juftlari vositasida hosil bo'lgan bog'lanishdir. Bunda kimyoviy bog'lanishda ishtirok etuvchi atomlardagi bir yoki bir nechta toq spinli elektronlar boshqa atomdagi toq spinli elektronlar bilan elektron juftlari hosil qilib, har bir elektron jufti bitta kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Shunga ko'ra, atomlar o'rtasida bir bog', qo'shbog', uchbog' hosil bo'ladi. Elektron juftlari bir xil element yoki turli element atomlari o'rtasida hosil bo'lishi mumkin:



Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida atomning tashqi elektron qavatidagi barcha toq elektronlar va ba'zi hollarda juft elektronlar ham ishtirok etadi. Bu elektronlar soniga ko'ra birikmalarda har bir element atomining *valentligi* (hosil qilgan bog'lanishlar soni) aniqlanadi.

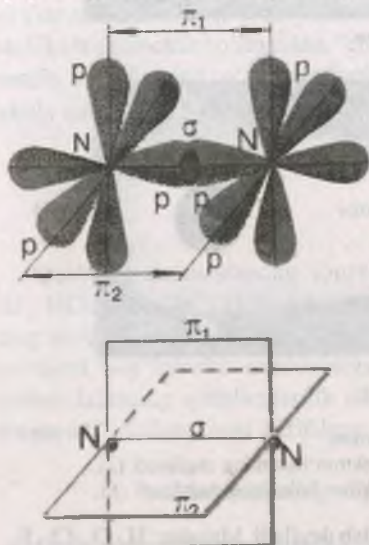
Har qanday kovalent bog'lanish quyidagi xossalari bilan boshqa bog'lanishlardan ajralib turadi.

Kovalent bog'lanish yo'nalganlik xossasiga ega. Kovalent bog'lanish s-, p-, d-elektron orbitalardagi elektronlarning o'zaro juftlashuvi sababli yuzaga keladi. Ma'lumki, bu orbitalar fazoda ma'lum yo'nalish (X, Y, Z) bo'yicha joylashgan. Shu sababli, har bir bog'lanishning hosil bo'lishida toq elektronlar joylashgan elektron orbitalari bir-birlari bilan aniq yo'nalish bo'yicha "qoplab" kimyoviy bog' hosil qiladi. Agar ularning yo'nalishlari bir-biriga mos

kelmasa, bu toq elektronlar o'zaro juftlasha olmaydi va kimyoviy bog'lanish hosil bo'lmaydi.

Hosil bo'lgan kimyoviy bog'lar ham fazoda o'z yo'nalishlariga ega bo'ladi. Bu bog'larning fazoda joylashuviga ko'ra  $\sigma$  — "sigma" va  $\pi$  — "pi" bog'lanishlar bor. Sigma bog'lanish — ikkala birikuvchi atomlarning yadrolarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq (chiziqlar) bo'ylab joylashgan bog'lanishdir.

$\pi$  — bog'lanish fazoda  $\sigma$  — bog'lanishga nisbatan perpendikulyar joylashgan tekislik bo'yicha p — elektron orbitallarning o'zaro qoplanishidan hosil bo'ladigan bog'lanishdir.  $\pi$  — bog'lari qo'shbog' yoki uchbog'lar hosil bo'lganda yuzaga keladi. Barcha birlamchi bog'lar, qo'sh va uchbog'lardan bittasi



7-rasm. Azot molekulasida sigma  $\sigma$ - va  $\pi$  — bog'larning hosil bo'lishi.

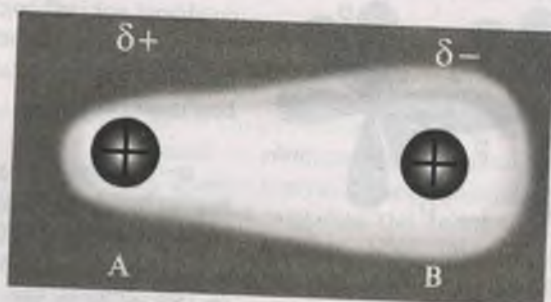
$\sigma$ -bog'lardir, qolganlari  $\pi$ -bog'lar bo'lib, ular  $\sigma$ -bog'lari nisbatan kuchsizdir (7-rasm). Kovalent bog'lanish to'yinuvchanlik xosasiga ega. Chunki bu bog'lanish toq elektronlarning juftlashishi hisobiga hosil bo'lgani uchun atomda nechta toq elektron bo'lsa, u shuncha kovalent bog' hosil qiladi. Masalan: vodorod atomida 1 ta toq elektron bor, shuning uchun u bitta kovalent bog' hosil qiladi, kislorodda 2 ta toq elektron — 2 ta kovalent bog', azotda 3 ta toq elektron — 3 ta kovalent bog' hosil qiladi. Boshqacha qilib aytganda, kovalent bog'lanishda ishtirok etuvchi atomlar o'z toq elektronlari soniga teng bog'lar hosil qilib, valentliklarini to'yintiradi. Lekin kovalent bog'lar donor-akseptor mexanizm bo'yicha ham hosil bo'la oladi. Shuning uchun azotning maksimal kovalentligi to'rtga teng. Bunga atomlarning kovalentligi ham deyiladi.

Kovalent bog'lanish qutbsiz va qutbli kovalent bog'lanishga bo'linadi. Bu bog'lanishning donor-akseptor turi ham mavjud bo'lib, alohida o'rganiladi.

*Qutbsiz kovalent bog'lanish.* Elektromanfiyliklari bir xil (yoki o'zaro juda yaqin) bo'lgan elementlar atomlari o'rtasida yuzaga keladigan



a



b

8-rasm.

Qutbsiz ( $H_2$ ) molekulasida elektron bulutning taqsimoti (a).  
Qutbli ( $HCl$ ) molekulada elektron bulutining taqsimoti (b).

bog'lanish **qutbsiz kovalent bog'lanish** deyiladi. Masalan:  $H_2, O_2, Cl_2, F_2, Br_2, N_2, I_2$  — kabi molekulalardagi bog'lanishlar elektronlar jufti vositasida hosil bo'lgan. Har ikkala birikuvchi atomlar bir elementga tegishli bo'lgani uchun ularning elektromanfiyliklari bir-biriga teng. Shu sababli ikkala atom yadrolari bog'lovchi elektronlar juftini barobar kuch bilan o'z tomoniga tortadi va bu elektronlar jufti ikkala yadroning o'rtasida bir xil masofada joylashadi, zaryadlarning markazi molekula simmetriya o'qi bilan mos tushadi, molekula qutbsiz bo'ladi. Qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalar asosan gaz holatida, suyuq ( $Br_2$ ) va ba'zan ( $I_2$ ) kristall holatida bo'ladi. Suyuq holdagilari oson bug'lanadigan, kristall holatidagilari ( $I_2$ ) bosim past bo'lganda suyuqlanmasdan gaz holatiga o'tish (sublimatsiyalanish) xossasiga ega bo'ladi. Ular suvda kam eruvchan moddalar qatoriga kiradi.

**Qutbli kovalent bog'lanish.** Elektromanfiyliklari bir-biridan farq qiluvchi turli elementlar atomlari o'rtasida hosil bo'ladigan kovalent bog'lanish — **qutbli bog'lanish** deyiladi.

Qutbli bog'lanishli molekularlar qatoriga:  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HBr$ ,  $HJ$ ,  $H_2S$ ,  $H_2Se$  larni kiritish mumkin.

Agar  $HCl$  molekulasidagi kovalent bog'ning hosil bo'lishi tahlil etilsa, vodorod atomining elektromanfiyligi 2,1, xlor atominiki — 3,0 ga teng. Ko'rinib turibdiki, xlorning elektromanfiyligi vodorodnikiga nisbatan qariyb 1,5 marta ko'p. Shu sababli  $H-Cl$  bog'ini hosil qilgan elektronlar juftini  $Cl$  atomi o'z tomoniga tortadi  $HCl$  va molekulada zaryadlarning notekis taqsimlanishi tufayli vodorod qisman musbat ( $\delta^+$ ) va xlor atomi manfiy ( $\delta^-$ ) zaryadlanib qoladi (8, b- rasm):  $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$ . Molekula simmetrik bo'lmasdan, "ellips" ko'rinishida bo'lib, musbat va manfiy zaryadlarning og'irlik markazlari o'zaro mos tushmay qoladi, molekula qutbli zarracha — "dipol"ga aylanadi.

$$NEM < 0,4 \leq NEM \leq 1,7 \leq NEM$$

Qutbsiz      qutbli      ion

Qutbli molekularlardan iborat molekularlar gazsimon ( $NH_3$ ,  $HF$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HJ$ ,  $H_2S$ ) va suyuq ( $H_2O$ ) holatda bo'ladi. Ularning suvda eruvchanliklari, reaksiyaga kirishish qobiliyatlari qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalarga nisbatan ancha yuqori. Qutbli molekularning qutblanganlik darajasini tavsiflash uchun "**dipol momenti**" tushunchasi kiritilgan.

### *Molekulaning dipol momenti ( $\mu$ )*

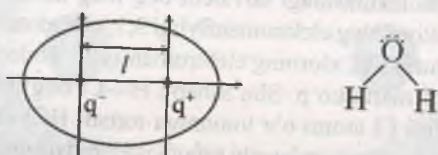
Qutbli kovalent bog'lanishli molekularlarda musbat va manfiy zaryadlarning asimmetrik taqsimlanishini miqdoriy tavsiflovchi vektor kattalikka molekulaning **dipol momenti** deyiladi. Dipol momenti  $\mu = q \cdot l$  bo'lib, bunda,  $l$  — dipolning uzunligi, m, sm;  $q$  — elektron zaryadi.

Agar kimyoviy bog'ning dipol momenti noldan farqli bo'lsa, bog' **qutblangan** deyiladi. Molekularlarda bog'lar dipol momentining vektor yig'indisi hisobga olinadi.

Shunga ko'ra:  $CO_2$  molekulasidagi har bir  $C = O$  — bog'i qutbli, lekin  $CO_2$  — molekulasida qutbsiz molekula, chunki unda 2 ta  $C = O$  bog'i bo'lib, ular bir-biriga nisbatan  $180^\circ$  burchak ostida joylashgan;  $O = C = O$  simmetrik tuzilishli molekula bo'lgani uchun o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan ikki vektorning yig'indisi 0 ga teng. Shu singari  $CH_4$  molekulasidagi har bir  $C-H$  bog'i ham qisman qutbli. Lekin  $CH_4$  molekulasida simmetrik (tetraedrik) bo'lgani uchun qutbsiz,  $CCl_4$  molekulasida ham shunday xususiyatga ega.



Suv molekulasida uchun  $\mu = 1,85 \text{ D} (> 0)$ . Chunki  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasida har bir qutbli H—O bog'lari quyidagicha joylashgan:



Dipol momentining o'lchov birligi  $q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$  va bog'ning uzunligi  $l = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  ekanligidan foydalanib,  $\mu = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1,6 \cdot 10^{-29} \text{ Kl} \cdot \text{m}$  da o'lchanadi.

Debay sharafiga "debay"larda o'lchanadi va "D" harfi bilan belgilanib,  $1 \text{ D} = 3,33 \cdot 10^{-30} \text{ Kl} \cdot \text{m}$  ga tengdir.

5-jadval

Ayrim molekularning dipol momenti qiymati (D)

Modda	Dipol momenti, $\mu$	Modda	Dipol momenti, $\mu$
Suv	1,84	Brom benzol	1,64
Ammiak	1,48	Toluol	0,37
Dixlopetan	1,57	Piridin	2,23
Aseton	2,85	Propan	0,085
Asetonitril	3,90	Propin	0,780

Molekula tuzilishi, konformatsiyasi, izomeriyasini aniqlashda moddalarning dipol momenti qiymatidan foydalaniladi.

### VIII.3. Molekulalararo ta'sir turlari

Molekulalar o'rtasida o'zaro *oriyentatsion*, *induksion*, *dispersion* va *donor-akseptor* ta'sir bo'lishi mumkin.

**Dispersion ta'sir.** Ma'lumki, vodorod, azot, xlor va inert gazlar ma'lum temperaturada gaz holatidan suyuq holatga o'tadi. Buning sababini tushuntirish uchun London "o'zaro ta'sirlashayotgan molekular orasida dispersion kuchlar paydo bo'ladi" degan tushunchani kiritdi. Bu kuchlar har qanday atom va molekular o'rtasida yuzaga keladi va ularning tuzilishiga

bog'liq emas. Bu kuchlarning paydo bo'lishiga sabab: molekular musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalardan tashkil topganligi tufayli juda qisqa vaqt yashab turuvchi "dipol" hosil bo'ladi. Ana shu dipollarning kelishilgan bir vaqtda sodir qiladigan o'zaro ta'sir turi — *dispersion ta'sir* deyiladi.

**Oriyentatsion ta'sir.** Bu ta'sir qutblangan molekularlar o'rtasida ro'y beradi. Issiqlik harakati tufayli tartibsiz joylashib qolgan qutbli zarrachalar qarama-qarshi zaryadli tomonlari bilan bir-birlariga tortilib, bir xil zaryadli tomonlari bilan o'zaro itarishadilar. Bu ta'sir "oriyentatsion ta'sir" deyiladi. Molekula qanchalik qutbli bo'lsa, oriyentatsion ta'sir shunchalik kuchli bo'ladi. Temperatura qancha yuqori bo'lsa, oriyentatsion ta'sir shunchalik kuchsizlashadi va aksincha.

**Induksion ta'sir.** Bu ta'sir induksirlangan dipol momentli zarrachalar o'rtasida sodir bo'ladi. Ya'ni qutbsiz va qutbli molekular ta'sirlashib, qutbli molekula qutbsiz molekularni qutblantiradi. Bu yangi qutbli molekula doimiy qutbli molekula bilan o'zaro ta'sirlashib bir-biriga tortiladi. Bu kuch ta'sirida qutbsiz molekula induksiyalangan dipol momentiga ega bo'lib qoladi. Bu kuch temperaturaga deyarli bog'liq bo'lmasdan, qutbli molekularning dipol momentiga va qutbsiz molekularning qutblanuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

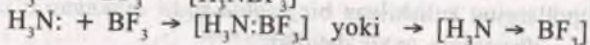
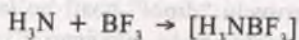
Atomlarda elektron almashinuvisiz yuzaga keladigan molekulararo ta'sir kuchlari *Van-der-Vaals kuchlari* deyiladi. Yuqoridagi barcha ta'sirlar ana shu kuchlar qatoriga kiradi.

Kovalent bog'lanishga nisbatan Van-der-Vaals ta'sir kuchsizdir. Masalan,  $Cl_2$  ning dissotsilanishi uchun 243 kJ/mol energiya zarur bo'lsa, siqilgan gazdan hosil bo'lgan  $Cl_2$  kristallarining sublimatsiyasi uchun 24 kJ/mol energiya kerak, xolos.

#### VIII.4. Donor-akseptor bog'lanish

Ba'zi molekular tarkibiga kiruvchi atomlarda kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan — "taqsimlanmagan" elektron juftlari, ba'zi birlarida esa bo'sh elektron orbitallar mavjud. Shunday ikki turdagi molekular o'zaro ta'sirlashganda ular o'rtasida kimyoviy ta'sir kuchlari yuzaga keladi. Bunday ta'sirni "*donor-akseptor ta'sir*" deyiladi. *Hosil bo'lgan bog'lanishni donor-akseptor bog'lanish deyiladi.* Donor-akseptor bog'lanish juda ko'p katalitik, solvatatsiya jarayonlarida, kompleks birikmalar hosil bo'lishida yuzaga keladi. Bu ta'sir natijasida hosil bo'luvchi komplekslarning tarkibi, hosil bo'lish mexanizmi, donor-akseptor ta'sirda ishtirok etuvchi atomlar tabiatiga, elektron orbitallarining turiga bog'liq.

Buni  $[H_3NBF_3]$  molekulasining hosil bo'lishi misolida ko'rib chiqaylik.



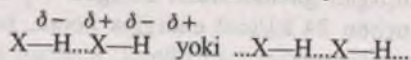
donor akseptor bog'lanish

Bu bog'lanishda ishtirok etuvchi bo'sh orbitalli B atomi akseptor, elektron jufti beruvchi N— atomi donor deyiladi. Kimyoviy ta'sirning bunday turi murakkabroq molekular, ionlar o'rtasida ham sodir bo'ladi. Masalan,  $[I_2 \cdot C_6H_6]$ ,  $NH_4Cl$ ,  $H_3O^+$ ,  $Cu[(NH_3)_4]SO_4$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$  kabi qator moddalarning hosil bo'lishi shu ta'sir natijasidir.

Bu bog'lanishning energiyasi 6—12 kJ (1,5—3,0 kkal) dan 200 kJ (50 kkal) gacha bo'ladi. Bog'lanish energiyasi qiymati turli moddalar uchun turli qiymatga ega bo'ladi:  $[I_2 \cdot CH_3OH]$  uchun  $E_{bog'} = 8$  kJ/mol bo'lsa,  $[AlCl_3 \cdot NH_3]$  molekulasida uchun  $E_{bog'} = 233$  kJ/mol ga tengdir. Donor-akseptor ta'sir moddalarning bir agregat holatidan ikkinchi holatga o'tishiga olib keladi.  $NH_3$  va  $HCl$  gaz moddalar, lekin ularning o'zaro ta'sir mahsuloti  $NH_4Cl$  kristall.

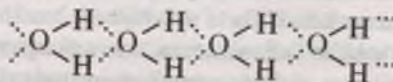
### VIII.5. Vodorod bog'lanish

Elektromanfiyligi katta bo'lgan (F, O, N, Cl) elementlarning atomi bilan bog'langan vodorod qisman protonlashadi va qo'shni elektromanfiy atomning elektron qobig'iga tortiladi. Hosil bo'lgan bog'lanish **vodorod bog'lanish** deyiladi:



bunda, X=F, O, N, Cl, S, Br atomlari bo'lishi mumkin.

Vodorod bog'lanish Van-der-vaals kuchlaridan barqarorroq bo'lib ( $E_{bog'} = 8 - 40$  kJ), kovalent bog'lanishdan kuchsizdir. Vodorod bog'lanish elektromanfiyligi yuqori bo'lgan (F, Cl, O, N, S) elementlarning birikmalariga xosdir. Suv moddasini ko'rib chiqadigan bo'lsak, unda har bitta suv molekulasida 4 ta gacha H — bog'lanish hosil qiladi:



Vodorod bog'lanish molekularning assotsilanishida, moddalarning kristallanishida, erishida, kristallogidratlar hosil qilishida, elektrolitik dissotsilanishda muhim rol o'ynaydi.

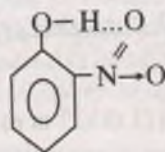
Vodorod bog'lanish: **molekulararo** va ichki **molekulyar vodorod** bog'lanish turlariga bo'linadi.

Yuqorida ko'rilgan hamma vodorod bog'lanishni **molekulararo** vodorod bog'lanish (MVB) deyiladi. Ichki vodorod bog'lanishga (IVB) *orto*-nitrofenol molekulasidagi bog'lanishni misol qilish mumkin. Shu bilan birgalikda ionlararo vodorod bog'lanish ham mavjud:

$[\text{HF}_2]^-$  ionida  $[\text{F}\cdots\text{H}-\text{F}]^-$  ( $E_{\text{bog}} = 80 \text{ kJ}$ );

$[\text{H}(\text{H}_2\text{O})_2]^+$  kationida  $[\text{H}_2\text{O}\cdots\text{H}\cdots\text{OH}_2]$  ko'rinishidagi atomlararo H — bog'i bor.

O — nitrofenolda



ichki molekulyar, *para*-nitrofenolda esa molekulararo vodorod bog'i hosil bo'ladi, shu sababdan

$t_{\text{qayn}}(\textit{o} - \text{nitrofenol}) < t_{\text{qayn}}(\textit{n} - \text{nitrofenol})$  bo'ladi.

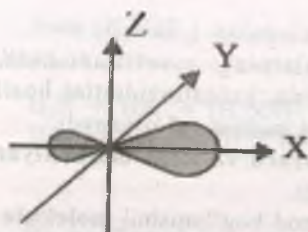
### VIII.6. Atom orbitallarining gibridlanishi

Agar davriy jadvaldagi ayrim elementlarning joylashuvi o'rmiga va ular namoyon etadigan valentliklariga e'tibor bersak:

Be atomining tashqi elektron qavatida 2 ta s-elektroni bo'lib, ular o'zaro juftlashgan va shu sababli toq elektroni bo'lmagani uchun kovalent bog' hosil qila olmasligi kerak, ammo 2 ta kovalent bog'lanish hosil qiladi:

C — atomida 2 ta s va 2 ta p elektronlar bo'lib, ulardan faqat p-elektronlarigina toq holatda bo'lgani uchun uglerod atomi birikmalarda faqat ikki valentli bo'lishi kerak edi, lekin uglerod asosan to'rt valentli bo'ladi.

Shu singari ko'pchilik metallarning ionlari oksidlanish darajasi past bo'lsa-da,  $(\text{Cu}^{+2})$  kompleks birikmalarda  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$  to'rt,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$

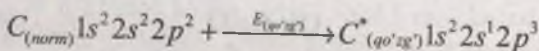


9-rasm.  
Gibrid orbitalning fazoviy ko'rinishi.

olti valentli (koordinatsion sonli) bo'ladi va bu holatlarda qandaydir nomuvofiqlik bordek tuyuladi.

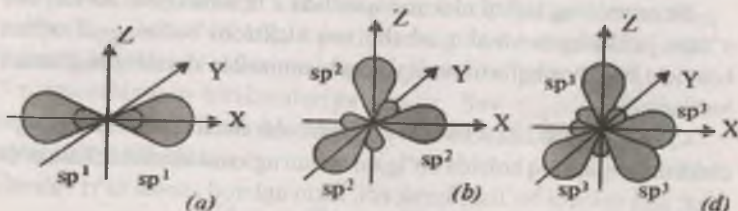
Agar yuqoridagi holatlarni chuqurroq tahlil etsak va atomlarning asosiy va qo'zg'algan holatlarining elektron tuzilishi o'rtasida farq mavjudligini hamda atom orbitalari gibridlanishi mumkinligini e'tiborga olsak, bu savollarga yetarlicha asosli javob berish mumkin.

"Gibridlanish nima" degan savolga uglerod atomi normal va qo'zg'algan holatining elektron tuzilishini o'rganish bilan javob berish mumkin. Gibridlanish molekula hosil bo'layotgan vaqtda ro'y beraDI. Ma'lumki, C — atomining normal holati va qo'zg'algan holatga o'tishi:



$C^*_{(qo'zg')}$  — atomida 4 ta (1 ta s, 3 ta p) orbitalda 4 ta toq elektron joylashgan.

Lekin bu elektron orbitalar bir-biridan ko'rinishi va energiyasi (asosan s va p-orbitalar) bilan farq qiladi va ular kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida maksimal darajada boshqa bog'lanuvchi orbitalar bilan "o'zaro qoplana" olmaydi. Bu "noqulaylik" ni bartaraf etish uchun ko'rinishi va energiyasi bilan farq qiluvchi (s va p) orbitalarning o'zaro qo'shib ketib, energiyasi va ko'rinishlari bir xil bo'lgan yangi elektron orbitalarning hosil bo'lish hodisasi atom orbitalarning gibridlanishi deyiladi.



10-rasm.  
 $sp^1$  — gibrid(a),  $sp^2$  — gibrid (b) va

Gibridlanish natijasida hosil bo'lgan orbitallar nosimmetrik — bir tomoni katta, ikkinchi tomoni kichik (9-rasm) bo'lib, kimyoviy bog'lanishda katta tomoni bilan ishtirok etadi. Gibridlanishda eng kamida 2 ta ( $s$  va  $p$  yoki boshqa  $d, f$ ) orbitallar ishtirok etadi va nechta orbital ishtirok etsa, shuncha gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Buni quyidagi misollarda ko'rib chiqamiz:

$C^{(qo'zg)}$  — atomidagi 1 ta  $s$ - va 1 ta  $p$ - (3 ta  $p$  dan) orbital o'zaro gibridlansa: 1 ta  $s + 1$  ta  $p = 2$  ta  $sp^1$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi (10-rasm) va 2 ta  $p$ - orbital gibridlanishda ishtirok etmaydi, ular "gantelsimon" ko'rinishda qolaveradi. Hosil bo'lgan 2 ta  $sp^1$  gibrid orbitallar fazoda bir-biriga nisbatan  $180^\circ$  burchak ostida joylashadi va ular ishtirokida hosil bo'lgan molekular chiziqsimon tuzilishi bo'ladi. Bularga  $BeCl_2$ ,  $BeF_2$ ,  $C_2H_2$ ,  $Cu_2C_2$ ,  $Ag_2C_2$ ,  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  kabi moddalar misol bo'ladi.

Agar 1 ta  $s$ - va 2 ta  $p$ - (3 ta  $p$  dan) orbitallar o'zaro gibridlansa: 1 ta  $s + 2$  ta  $p = 3$  ta  $sp^2$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Bu orbitallar fazoda teng tomonli tekis uchburchak ko'rinishida joylashib, ular orasidagi burchak  $120^\circ$  ni tashkil etadi. Bu gibridlanish hisobiga hosil bo'lgan kimyoviy bog'lanishli molekular va ionlarga misollar:  $BCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $AlBr_3$ ,  $C_2H_4$  (qo'shbog' hosil qilgan barcha uglerod atomlari),  $C_6H_6$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ .

1 ta  $s$ - va 3 ta  $p$ - orbitallarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida 1 ta  $s + 3$  ta  $p = 4$  ta  $sp^3$  gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Bu gibrid orbitallar fazoda  $109^\circ$  burchak ostida joylashadi va ular asosan tetraedrik tuzilishli molekularni hosil qiladilar. Bular qatoriga  $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $ClO^-$ ,  $ClO_3^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$  barcha to'yingan uglevododlar va sikloparafinlardagi uglerod atomlarini kiritish mumkin (qarang: "Organik kimyo").

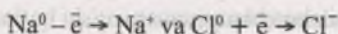
Ma'lumki, aksariyat metallarning ionlari kompleks hosil qilish xossasiga ega. Ularning 4- va 5- elektron qavatlaridagi  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - orbitallari o'zaro gibridlanib,  $sp^3d^1$ ,  $sp^3d^2$  kabi murakkab gibrid orbitallarini hosil qiladilar. Shunga asosan ularning tuzilishi  $sp^3d^1$  — bo'lsa, asosi kvadrat bo'lgan prizma ( $k, s = 5$ ), uch yoqlama antiprizma,  $sp^3d^2$  — gibrid orbitallar asosan oktaedrik tuzilishli molekula yoki ionlarni hosil qiladi.

Bu moddalar qatoriga  $d$ -metallarning turli koordinatsion birikmalari  $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ,  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ,  $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$  va hokazolar kiradi.

### VIII.7. Ion bog'lanish

Kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida elektromanfiyliklari bir-biridan keskin farq qiladigan elementlar (metallar va metallmaslar) ishtirok etsa, kimyoviy bog'lanish turi va uning hosil bo'lish mexanizmi boshqacha bo'ladi. Misol tariqasida Na va Cl atomlari o'rtasida Na—Cl bog'ining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz (20, a-rasm).

Na davriy jadvalning III davr I gruppasi elementi, uning elektromanfiyligi 0,9 ga teng. Cl shu davrning VII gruppasi elementi, elektromanfiyligi 3,0 ga teng. Bu atomlar o'zaro ta'sirlashganda Cl atomi Na atomining tashqi elektron qavatidagi bitta elektronni "tortib" oladi:



Natijada  $\text{Na}^+$  ioni va  $\text{Cl}^-$  ioni hosil bo'ladi. Bu erkin ionlar o'rtasida o'zaro elektrostatik tortishuv kuchlari yuzaga keladi va Na—Cl (ion) bog'i hosil bo'ladi. *Ion bog'lanish deb, qarama-qarshi zaryadli ionlarning elektrostatik tortishuv kuchlari vositasida yuzaga keluvchi kimyoviy bog'lanishga aytiladi.*

Ion bog'lanishda ishtirok etuvchi elektron(lar) doimo elektromanfiyligi kam bo'lgan atomdan elektromanfiyligi yuqori bo'lgan element atomiga qarab siljiydi. Ion bog'lanishli moddalar (ko'pchilik tuzlar), asosan qattiq (kristall) holda bo'lib, ular suvli eritmalarda eriganda ionlarga ajraladi (dissotsilanadi). Yuqori temperaturada suyuqlanadi.

*Ion bog'lanish to'yinish va yo'nalganlik xossalriga ega emas.* Ma'lumki, ionlar sharsimon tuzilishga ega bo'lib, ularda zaryad (ionning butun sirti bo'yicha) bir xil tarqaladi. Shu sababli bir-biri bilan tortishuvi uchun ular fazoda ma'lum yo'nalish bo'yicha joylashuvi shart emas, shu sababli ionlar o'zaro xohlagan holatda tortishadilar. Bunday tortishuv tufayli hosil bo'lgan bog'lanish yo'nalishga ega bo'lmaydi.

Sharsimon zarracha ko'rinishidagi ion(lar) boshqa cheklanmagan sondagi ionlar bilan o'zaro tortishuv kuchlari hosil qiladi va atrofida qarama-qarshi zaryadli boshqa ionlarning bir nechtasini "ushlab" turadi. Bu ion bog'lanishning to'yinmovchanligini ko'rsatadi. *Bir ion atrofida teskari zaryadli nechta ion joylashganini ko'rsatuvchi son shu ionning koordinatsion soni (k. s) deyiladi.* NaCl molekulasi kristallarida har bir Na ioni atrofida 6 ta  $\text{Cl}^-$  va har bir  $\text{Cl}^-$  ioni atrofida 6 ta

$\text{Na}^+$  ioni joylashgan. Shunga ko'ra,  $\text{Na}^+$  ning koordinatsion soni 6 ga,  $\text{Cl}^-$  ionining koordinatsion soni ham 6 ga teng. Koordinatsion sonning qiymati har bir ionning radiusi ( $r$ )ga va  $r$  larning nisbatiga bog'liq bo'ladi. Agar kation radiusi anion radiusidan katta  $r_k > r_a$  bo'lsa, 1 ta kation atrofiga bir necha anion joylashadi va kationning koordinatsion soni katta bo'ladi.  $r_k/r_a$  nisbatga ko'ra koordinatsion son 2, 4, 6, 8 va 12 gacha bo'ladi.

### VIII.8. Metall bog'lanish

Metallarning kristall panjaralari tuzilishini, ularning xossalarini o'rganish ularda kimyoviy bog'lanishning o'ziga xos turi mavjudligini ko'rsatdi.

Metallarning kristall panjaralari tugunlarida "metall atom-ioni" joylashgan. Bu "atom-ion"lar panjara hosil bo'lishida har bir metall atomidan bir yoki bir necha elektronlarning ajralib chiqishi natijasida hosil bo'ladi. Harakatchan holdagi bu elektronlar esa xuddi gaz molekullari singari kristall panjaraning bo'shliklarida joylashadi.

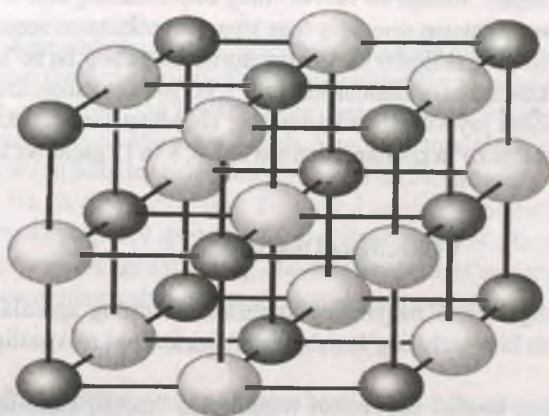
Bunday kristall panjaralar barcha metallar uchun xosdir ( $\text{Na}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Au}$ ).

*Kristall panjarada uning tugunlaridagi metall atom-ionlari bilan elektronlar o'rtasida yuzaga keladigan tortishuv kuchlari metall bog'lanish deyiladi.*

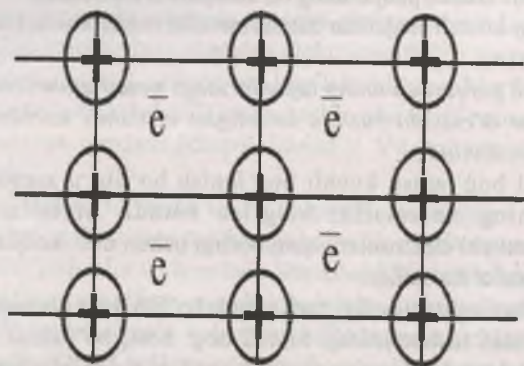
Metall bog'lanish kuchli bog'lanish bo'lib, u asosan barcha metallarning xossalarini belgilab beradi. Metallarda oson harakatlanuvchi elektronlar oqimi borligi uchun ular issiqlikni, elektr tokini yaxshi o'tkazadilar.

Metallarning yaltiroqligi, turli rangda bo'lishi ham ularning elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi. Metall bog' hosil bo'lishida faqatgina "tashqi" elektronlarga emas ichki qavatdagi elektronlar ham qo'shni atom qoldig'idagi vakant orbitallar bilan donor-akseptor tipidagi bog'larni hosil qiladi. Shu sababdan metallar yuqori mustahkamlikka va suyuqlanish temperaturasiga ega. Issiqlikni va tokni elektromagnit maydoni "tashiydi".





*a*



*b*

*11-rasm.*  
NaCl kristalining panjarasi (*a*).  
Metall bog'lanish (*b*).

### *Savollar*

1. Kimyoviy bog'lanish nima va u qanday hosil bo'ladi?
2. Kimyoviy bog' qanday tavsifga ega?

3. Kimyoviy bog'lanishning qanday turlari mavjud?
4. Kovalent bog'lanishning xossalari tushuntiring.
5. Donor-akseptor bog'i qanday hosil bo'ladi va u qanday moddalar tarkibida uchraydi?
6. Vodород bog'lanish nima, uning qanday turlari mavjud?
7. " $\sigma$ " va " $\pi$ " bog'lanish deganda nimani tushunasiz?
8.  $H_2$ ,  $H_2^+$ ,  $He_2$  larning hosil bo'lish-bo'lmasligini qanday asoslash mumkin?
9. Atom orbitalarining gibridlanishi deganda nimani tushunasiz?
10.  $sp^1$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d^2$  gibridlanish turi hisobiga hosil bo'lgan molekularlarga misollar keltiring.
11. Ion bog'lanish va uning xususiyatlari nimadan iborat?
12. Molekulaning dipol momenti deganda nimani tushunasiz?
13.  $NH_4Cl$ ,  $CH_4$ ,  $[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$  molekularlarida qanday bog'lanish va gibridlanish turlari mavjud?
14. Metall bog'lanish deb qanday bog'lanishga aytiladi?
15. Metallarning qanday xususiyatlari ulardagi bog'lanishning o'ziga xosligi bilan izohlanadi?

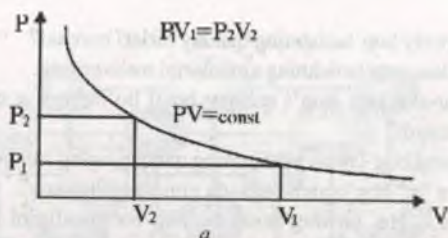
## IX bob

### MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI

Moddalar tabiatda uch xil agregat holatda bo'ladilar. Gaz, suyuq va qattiq holatlar moddalarning agregat holatlari bo'lib, ular molekularining bir-biriga nisbatan joylashuvi, molekulararo masofa va tortishuv kuchlariga bog'liq bo'ladi.

#### IX.1. Gazsimon holat

Gazsimon holat molekular orasidagi masofa ( $l$ ) molekularning o'lchami ( $r$ ) ga nisbatan juda katta ( $l \gg r$ ) va ular orasida yuzaga keladigan tortishuv kuchlari ( $F$ ) juda kam bo'lgan holat. Gazsimon holatda molekularning kinetik energiyasi yuqori bo'lib, ular siyrak, betartib joylashadi va ular orasidagi masofani o'zgartirish mumkin, ya'ni bosim ostida temperaturani pasaytirib gazlarni *suyultirish* (*siqish*) mumkin. (Turli gaz kompressor qurilmalarining ishlashi shunga asoslangan.) Bu usul bilan havoni, tabiiy gazlarni suyuq holga o'tkazib, gazlar aralashmasini tashkil etgan komponentlar bir-biridan ajratiladi (*rektifikatsiyalanadi*).



12-rasm. Bosim va hajmning o'zaro bog'liqlik grafigi, (a).

Gazlarning holati turli parametrlar ( $P$  — bosim,  $T$  — temperatura,  $V$  — hajm) orqali tavsiflanadi. Bu parametrlarni o'zaro bog'lovchi matematik ifodalar — gazlarning *holat tenglamalari* deyiladi. Ular quyidagilar:

a)  $PV = \text{const}$ . Doimiy temperaturada  $m$  — massali gazning hajmi uning bosimiga teskari proporsional (1662 y. R.Boyl, 12a-rasm, gazlarning suyulishi).

b)  $V/T = \text{const}$  yoki  $V = KT$ . Doimiy bosimda gazning hajmi temperatura ortishi bilan ortadi, ya'ni gaz kengayadi: Gey-Lyussak 1802 y. va Sharl 1787 y.

Bu ikkala qonunning umumlashgan holati:

d)  $PV/T = \text{const}$  yoki  $P_0V_0/T_0 = PV/T$  ideal gazning **holat tenglamasi** deyiladi. Bu tenglamadan foydalanib gazlarning barcha parametrlarini hisoblash mumkin.

Gazlarning asosiy xususiyatlaridan biri — ularning *diffuziyasidir*. Agar ikki yoki undan ortiq gazlar o'zaro aralashtirilsa, ular bir jinsli aralashma hosil qilib, bir gaz molekulari orasiga boshqa gaz molekulari singib ketadi, ya'ni diffuziyalanadi.

Grem (1829 y.) gazlarning nisbiy diffuziya tezligi to'g'risida quyidagi qonunni ochdi:

— *Bir xil sharoitda ikki (A va B) gazlar diffuziyasining nisbiy tezligi, shu gazlar zichliklarining kvadrat ildiziga teskari proporsionaldir:*

$$V_{\text{gaz}} = \sqrt{1/\rho_{\text{gaz}}} \quad \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$$

bu yerda:  $V$  — gazning diffuziya tezligi;  $\rho$  — gazning zichligi.

Gazlarning zichligi ularning molekulyar massasiga to'g'ri proporsionalligi e'tiborga olinsa:

$$V_A / V_B = \sqrt{M_B / M_A}$$

Gaz molekulari juda kichik bo'lganligi sababli ular juda kichik teshiklardan o'tish xossasiga ega. Bunga gazlarning *effuziyasi* deyiladi. Gazlarning effuziyasi ular diffuziyasi (tarqalishi) bilan bog'liq. Gazlarning (yoki gazsimon, oson uchuvchan moddalarning) effuziyasi juda katta amaliy ahamiyatga ega. Gazlarning bu xususiyatidan foydalanib gazlar aralashmalarini tarkibiy qismlarga va  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  izotoplar bir-biridan ajratiladi, gazlarning molekular massalari aniqlanadi.

Masalan: juda kichik tirqishdan 146 sek. da noma'lum gazning  $50 \text{ sm}^3$  hajmi o'tadi. Shuncha miqdor  $\text{CO}_2$  gazi esa, 115 sek da o'tadi. Noma'lum gazning molekulyar og'irligini hisoblang:

$$V_{\text{CO}_2} / V_{\text{gaz}} = \frac{50 / 115}{50 / 146} = \sqrt{\frac{M_{\text{gaz}}}{M_{\text{CO}_2}}}$$

$$M_{\text{gaz}} = 44 \cdot (1,27)^2 = 71 \text{ g/mol}$$

Bulardan tashqari, gazlar uchun Avogadro qonuni, gazlarning eruvchanligi to'g'risida Genri qonuni, parsial bosim qonuni (Dalton qonuni) va gazlarning kinetik nazariyalari, real gazlar uchun Van-der-Vaals tenglamalari mavjud bo'lib, ular moddaning gazsimon holatini yanada chuqurroq o'rganish imkoniyatini beradi.

## IX.2. Moddalarning suyuq holati

Suyuqliklarda molekular gazlardagiga nisbatan o'zaro ancha yaqin va batartib joylashgan. Molekular o'rtasidagi tortishuv kuchlari ham yuqori, boshqacharoq aytganda, molekularning kinetik energiyasi ular orasidagi tortishuv energiyasidan kichik ( $E_{\text{kin}} < E_{\text{ort}}$ ) bo'lgani uchun suyuqlik holati mavjud bo'ladi.

Gazlardan farqli ravishda bosim ortishi bilan suyuqlik hajmi deyarli o'zgarmaydi, ya'ni suyuqliklar uchun "siqiluvchanlik" xususiyati xos emas. Ularga "oquvchanlik" xususiyati xosdir.

Temperatura ortishi bilan suyuqlik bug' holatiga o'tadi. Umuman, har qanday suyuqlik temperaturaning har qanday qiymatida o'z bug'i bilan (suyuqlik-bug') muvozanatda bo'ladi. 1 atm ( $101,3 \text{ kPa}$ ) bosimda 1 mol suyuqlikni bug'ga aylantirish

uchun sarf bo'ladigan issiqlik *bug'lanish issiqligi (entalpiyasi)* ( $\Delta H_{\text{bug'}}$ , kJ/mol; kkal/mol) deyiladi. Suyuqlik bug'ga aylanadigan temperatura qaynash temperaturasi deyiladi. U moddaning tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'ladi ( $t_{\text{qay}}$ , °C; K)

Temperatura pasayishi bilan suyuqliklar qattiq holatga o'tadi. Suv 0°C da muz (qattiq) holatiga o'tadi. Qattiq holatdan suyuq holatga o'tish *moddaning suyuqlanishi* deyiladi. 1 atm (101,325 kPa) bosimda 1 mol qattiq moddaning suyuqlikka aylanishi uchun sarflanadigan issiqlik moddaning *suyuqlanish issiqligi* deyiladi ( $\Delta H_{\text{suyuq}}$ , kJ/mol; kkal/mol). Moddaning suyuqlikka aylanish temperaturasi *suyuqlanish temperaturasi* deyiladi ( $t_{\text{suyuq}}$ , °C; K).

Suyuq holdagi moddalar qovushqoqlik ( $\eta$ ), to'yingan bug' bosimi ( $P_{\text{to'y}}$ ), nur sindirish ko'rsatkichi ( $n$ ) optik zichligi ( $A$ ), zichligi —  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) kabi kattaliklar bilan ham tavsiflanadi.

### IX.3. Moddalarning qattiq holati

Qattiq moddalar atomlar, ionlar va molekulalardan iborat bo'lib, ularda zarrachalarning orasidagi masofa molekula (atomlar) o'lchamlariga nisbatan juda kichik bo'lib, molekulararo tortishuv kuchlari juda yuqoridir. Zarrachalarning joylashuvi kuchli tartib asosida amalga oshadi. Qattiq moddalar amorf holatda va kristall tuzilishga ega bo'ladi.

**Amorf tuzilish.** Amorf holatdagi modda aniq biror fazoviy panjaraga ega bo'lmay, zarrachalarining joylashuvi betartib bo'ladi. Ko'pchilik hollarda ular turli kattalikdagi "dona"lar, yaxlit sirtli yoki kukunsimon ko'rinishga ega bo'ladilar. Masalan, kraxmal, ba'zi sintetik polimerlar, tuproq, shisha kabilar amorf holatdagi moddalardir. Amorf moddalarning sirt yuzasi g'ovak bo'lgani uchun katta bo'ladi. Shu sababli amorf holatdagi moddalarga ko'pgina boshqa moddalarning qo'shilib qolishi (adsorbsiyalinishi, yutilishi) tufayli, ularning tozalik darajasi past bo'ladi.

**Kristall holat.** Moddaning kristall holati zarrachalarning o'ta yuqori tartibda aniq masofalarda va burchaklar ostida joylashuvi natijasida (uch o'lchamli koordinatalarda) yuzaga kelgan tuzilishdir. Har bir kristall tuzilish asosida *kristall panjara* yotadi. Kristall panjara yoqlari, qirralari, tugunlari, burchaklari, bog'larning uzunligi bilan tavsiflanadi. Kristall moddalar yuqori tozalikka ega.

Kristallarning hosil bo'lishi, tuzilishi va xossalarini o'rganuvchi fan — “*kristallografiya*” deyiladi.

Kristall panjaralar ulardagi zarrachalarning o'zaro joylashuviga ko'ra to'liq (zich) yoki bo'sh qoplanishli bo'ladi. Kristall panjaralar zarrachalarning joylashuvi turli geometrik shakllar hosil qilishiga asoslanib, olti yoqli (geksagonal) zich qoplangan, yoqlari markazlashgan kubsimon panjaralar holida bo'ladi.

Agar kristall panjaraning o'qlari kesishgan nuqtasi tugunlarida atomlar joylashgan bo'lsa (metallar, olmos, grafit,  $\text{SiO}_2$ , kabi moddalarning panjarasi) *atomar kristall panjara* deyiladi. Odatda bu moddalar o'ta qattiq, yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega, suvda kam eriydi.

Agar kristall panjara tugunlarida ionlar joylashgan bo'lsa, *ionli kristall panjaralar* deyiladi. Ular qatoriga ionli bog'lanishga ega bo'lgan  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{CsF}$ ,  $\text{CsCl}$ ,  $\text{RbCl}$  kabi moddalar kiradi. Ular turli ko'rinishga ega bo'lib, yuqori temperaturada suyuqlanuvchan, suvli eritmalari elektr tokini o'tkazadigan qattiq moddalardir.

Kristall moddalar bir jinsli bo'lsalar-da, ularning tuzilishlari, barqarorligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, yorug'likka munosabati turli yo'nalishlarda turlicha bo'ladi. Kristallar xususiyatlarining ularning har bir o'qi (a, b, c) bo'yicha farq qilishi hodisasi kristallarning *anizotropiyasi* deyiladi. Kristallar xossalarining o'qlari bo'yicha farq qilmasligi (bir xilligi) *izotropiya hodisasi* deyiladi.

Bir moddaning turli kristall tuzilishga ega bo'lishi *polimorfizm hodisasi* deyiladi. Masalan:  $\text{SiO}_2$ , S, Fe,  $\text{NaNO}_3$  kabilar turli tuzilishdagi moddalarni hosil qilgani uchun, bu moddalar *polimorf modda* deyiladi.

Tarkibi turlicha bo'lgan moddalarning bir xil kristall tuzilishga ega bo'lishiga *izomorfizm* deyiladi. Masalan: olmos va  $\text{NaCl}$  yoki  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  lar o'zaro bir xil tuzilishli kristallarni hosil qiladi. Bu moddalar **izomorf moddalar** deyiladi.

Kristall panjarada atomlar, anion va kationlar koordinatsion songa ega bo'ladi.

*Koordinatsion son* — kristall panjarada har bir atom yoki ion atrofida boshqa atom (ion) lardan nechitasi joylashganini ko'rsatuvchi kattalikdir. Uning qiymati anion va kation radiuslari ( $r_{\text{anion}}$  va  $r_{\text{kation}}$ ) o'zaro nisbatiga bog'liq bo'ladi.

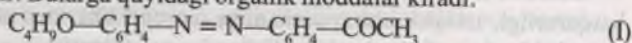
Masalan: silikatlarda  $[\text{SiO}_4]^{-4}$  yacheyka bo'lib, Si ning koordinatsion soni 4 ga teng. NaCl da 1 ta Na ioni atrofida 6 ta  $\text{Cl}^-$  ioni va 1 ta  $\text{Cl}^-$  ioni atrofida 6 ta  $\text{Na}^+$  joylashadi. Shuning uchun ularning koordinatsion soni 6 ga teng (11, a-rasm)

Agar kristall panjara tugunlarida molekular joylashgan bo'lsa, *molekulyar kristall panjara* deyiladi. Bunday kristall panjaralar  $\text{CO}_2$  (quruq muz);  $\text{H}_2\text{O}$  (muz) va  $\text{J}_2$  kabi moddalar uchun xosdir.

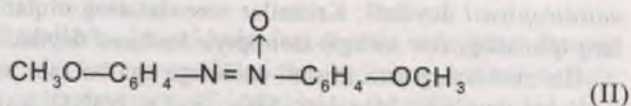
Kristall tuzilishli moddalarda kristall panjarada yacheykalarining o'zaro joylashuviga ko'ra qavatli (qatlam)li tuzilish, zanjirsimon tuzilishli bo'ladi. Grafit qatlamli kristall tuzilishdagi, qattiq holdagi  $\text{SO}_3$ ,  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  zanjirli (polimer) kristall tuzilishdagi moddalardir.

#### IX.4. Suyuq kristallar

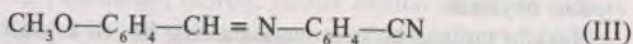
Kristall tuzilishli moddalar aniq suyuqlanish temperaturasiga ega bo'ladi. Lekin shunday kristall tuzilishli moddalar ham borki, ular ma'lum temperatura oralig'ida xira suyuqlanma holatiga o'tib, undan so'ng temperaturaning ma'lum qiymatida tiniq suyuqlanmaga aylanadilar. Bularga quyidagi organik moddalar kiradi:



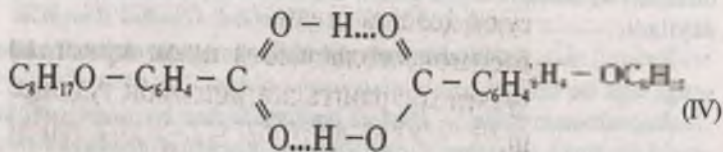
4-atsetil — 4-butoksiazobenzol



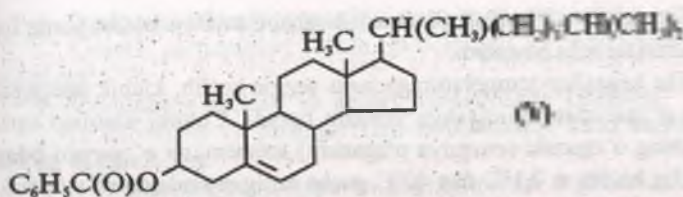
4,4' — dimetoksiazoksibenzol



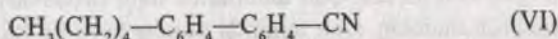
N — (4-metoksibenziliden) — 4-sianofenilamin



*Para* — oktiloksisbenzoy kislotasining dimeri



xolesterilbenzoat



4-pentil-4-sianobifenil (xona temperaturasida suyuq kristall).

Suyuq kristallar anizotrop xossaga ega moddalar. Suyuq kristallar ikki xil (suyuqlanish va tiniqlashish) temperaturasiga ega bo'ladi.

Kristall  $\xrightarrow{t^\circ \text{suyuqlanish}}$  Suyuq kristall  $\xrightarrow{t^\circ \text{tiniqlanish}}$  Suyuqlik

Suyuq kristallar uzun zanjirning oxirida qutblangan ( $-\text{CN}$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{NH}_2$ ) gruppalar va qo'shbog'li gruppalar  $=\text{C}=\text{C}=\text{}$ ;  $-\text{N}=\text{N}-$ ;  $-\text{N}=\text{N}-\text{O}-$  saqlagan organik moddalardir. Bunday moddalarning dipol momentlarining yuqoriligi molekulararo tortishuv kuchlarining kuchli bo'lishiga olib keladi. Ularda molekular parallel joylashishi sababli bu moddalar shunday o'ziga xos xususiyatga egadir. *Suyuq kristallar smektik, nematik va xolesterik turlarga bo'linadi.*

**Smektik** (tozalovchi, yuvuvchi) suyuq kristallar ketma-ket joylashgan yassi qatlamlardan iborat bo'lib, ular bir tekislik bo'ylab siljiydilar. Ular o'rtasidagi masofa kristall holatdagidan katta bo'lib, yuqori temperaturaga yetganda tiniq suyuq holatga o'tadi.

**Nematik** (ipsimon, tolasimon) suyuq kristallar oquvchan bo'lib, o'ziga xos rangga ega, ipsimon tuzilishga ega moddalardir.

**Xolesterik** suyuq kristallar yorug'lik nuri ta'sir ettirilganda, uni qaytarish xossasiga ega bo'lib, bu xususiyat qavat-qavat joylashgan 500—5000 ta molekular qatlamidan kelib chiqadi. Bunday suyuq kristallar tuzilishi uzun zanjirli, molekulari turli yo'nalishdagi qatlamlarning markaziy o'q atrofida bir tomonga burilib joylashishi tufayli hosil bo'lgan spiraldan iboratdir. Spiraldagi har bir



burilish "qadam" deyiladi. Shu tuzilish sababli suyuq kristallar yorug'lik nurlarini turlicha qaytaradi.

Bu kristallar temperaturaga ham sezgir bo'lib, kichik temperatura o'zgarishini aniqlashga yordam beradi. Chunki ulardagi turli rangning o'zgarishi (energiya o'zgarishi) temperatura o'zgarishi bilan bog'liq bo'lib, u 0,1°C dan 40°C gacha bo'lgan oraliqda ro'y beradi. Xolesterik kristallarning temperatura o'zgarishi sohasi 3°C atrofida bo'lgani uchun, bu moddalar yordamida teri sirtini termografik o'rganish mumkin. Qon tomirlarida tiqin (tromblar) hosil bo'lishini aniqlash mumkin. Qon tomirida tromba hosil bo'lsa, qon tomirining shu yerida temperatura yuqori bo'lgani uchun, teriga surtilgan suyuq kristall ko'k rangga kiradi. Shunday usul bilan ko'krak bezi raklari, metall buyumlardagi juda kichik kamchiliklar, metallarni payvandlashda yo'l qo'yilgan xatoliklar ham aniqlanadi.

Termometrlarda xolesterik suyuq kristallar ishlatilganda temperaturaga qarab turli rangdagi raqamlarning paydo bo'lishi ham shunga asoslangan.

Raqamli soatlar va mikrokalkulyatorlarning ekranlarida nematik tuzilishli kristallar ishlatiladi. Nematik kristallar oquvchan, lekin molekulari yuqori qutblanganligi sababli, ular qayta oriyentatsiyalanishi uchun juda kam elektr maydoni yetarli bo'ladi. Energiyaning ozgina o'zgarishi molekular oriyentatsiyasini o'zgartiradi va bu ular optik xossasining o'zgarishiga olib kelib, ekrandagi informatsiya raqamlar ko'rinishida paydo bo'ladi. Raqamlar o'zgarishi kvars kristallari orqali amalga oshiriladi, chunki ularda oz energiya ta'sirida, 1 sekundda 32768 marta tuzilish o'zgarishi ro'y beradi. Kvarsli soatlarda harakatlantiruvchi mexanizm yo'q, shunisi bilan ular oddiy mexanik soatlardan ustun turadi. Ko'rinib turibdiki, suyuq kristallar hozirgi zamon o'ta sezgir va aniq o'lchov asboblari (tarozi, soatlar, boshqa jihozlar), radiotexnika, elektronika sanoatida juda keng qo'llanilayotgan muhim kimyoviy moddalardir.

### *Savollar*

1. Gazsimon moddalar qanday asosiy kattaliklar bilan tavsiflanadi?
2. Gazlarning effuziyasi deganda nimani tushunasiz. Uning amaliy ahamiyati nimadan iborat?
3. Moddalarning suyuq holati qanday asosiy kattaliklar bilan tavsiflanadi?

4. Qattiq moddalarning tuzilishi nimaga bog'liq bo'ladi?
5. Kristall panjaraning (atom, molekulyar va ionli) turlarini izohlang.
6. Moddaning kristall va amorf tuzilishlarini izohlang.
7. Izomorfizm va polimorfizm hodisalarini aniq misollar orqali tushuntiring.
8. Kristallarning izotropiya va anizotropiyasi deganda nimani tushunasiz?
9. Suyuq kristallar — qanday moddalar?
10. Suyuq kristallarning qanday turlari mavjud?
11. Suyuq kristallarning amaliy ahamiyati nimadan iborat?
12. Suyuq kristallarning o'ziga xos xususiyatli bo'lishining sababi nimadan iborat?

## X b o b

### KIMYOVIY JARAYONLAR ENERGETIKASI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar.** *Termodinamika tushunchasi. Sistema. Energiyaning saqlanish qonuni. Ichki energiya va entalpiya. Ekzotermik va endotermik jarayonlar. Termokimyo. Gess qonuni va uning termokimyoviy hisoblashlarda qo'llanilishi.*

#### X.1 Sistema haqida tushuncha

Yuqorida ko'rsatilganidek, ushbu mavzuning asosini "sistema" tushunchasi tashkil etadi. **Sistema** — *tashqi muhitdan chegara bilan ajratib olingan fazoning bir qismi bo'lib, u o'zining (tarkibiy qismi) konsentratsiyasi — C, energiyasi — E, temperaturasi — T, bosimi — P, hajmi — V (parametrlari) bilan tavsiflanadi.* Sistema turli xil bo'lib, ular jumlasiga alohida modda yoki moddalar to'plami, kolbadagi reaksiya (aralashma) eritma, silindrdagi gaz va hokazolar kiradi.

Sistema bir yoki bir necha tarkibiy qism (komponent) dan iborat bo'ladi. Sistemalar tarkibiy qismlarining agregat holatiga ko'ra *gomogen va geterogen sistemalarga bo'linadi. Agar sistema bir xil agregat holatdagi moddalar (faqat gazsimon moddalar, faqat qattiq yoki faqat suyuq) moddalardan iborat bo'lsa, gomogen (bir jinsli) sistema deyiladi.* Masalan, havo, turli gazlarning aralashmalari, eritmalar, neft. Havo, azot, kislorod, boshqa gazlar aralashmasidan iborat havo-sistema, azot, kislorod, boshqa gazlar — komponentlarga kiradi. *Agar turli agregat holatdagi moddalar (gaz-suyuq, qattiq-suyuq, qattiq-gaz) dan iborat bo'lsa, geterogen sistema deyiladi.* Masalan, loyqa suv (tuproq zarrachalari — qattiq, suv — suyuq komponent), oltingugurt bilan temir

kukuni aralashmasi, havodagi chang zarrachalari, kolbadagi eritma bilan cho'kma va hokozolar.

*Sistema energiyasining bir turdan boshqa turga aylanishi sababi va qonuniyatlarini o'rganuvchi fan bo'limiga termodinamika deyiladi.* Termodinamik tushunchalar, kattaliklar va uning qonunlaridan ishlab chiqarish jarayonlarining energetik balanslarini hisoblashda, ularni boshqarishda va modellashtirishda foydalaniladi.

## X.2. Ichki energiya va entalpiya tushunchalari

Ma'lumki, barcha jarayonlar sistema energiyasining o'zgarishi bilan amalga oshadi. Umuman, har qanday jarayonning borishi energiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Masalan, bir jismga ortiqcha issiqlik berilsa (qizdirilsa), avval jism qiziy boshlaydi, ya'ni uning *ichki energiyasi* (atom, molekula va boshqa zarrachalar energiyalari yig'indisi) o'zgaradi, keyinchalik bu jism o'zidan atrof muhitga issiqlik chiqara boshlaydi, ya'ni tashqi muhitga nisbatan *ish* bajaradi. Bu holatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = \Delta U + A$$

Bunda:  $Q$  — sistemaga berilgan issiqlik miqdori;  $\Delta U$  — ichki energiyasining o'zgarishi;  $A$  — sistema tomonidan tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ish.

Jarayonlar (reaksiyalar) o'zgarmas hajm ( $V = \text{const}$ ,  $\Delta V = 0$ ) da borishi (*izoxor jarayon*) yoki o'zgarmas bosim ( $P = \text{const}$ ,  $\Delta P = 0$ ) da (*izobar jarayon*) borishi mumkin.

A. Izoxor jarayonda bajarilgan ish  $A = P \cdot \Delta V$  ekanligini e'tiborga olsak, u holda izoxor jarayonlarning issiqlik effekti:  $Q_v = \Delta U + P \Delta V$  bo'lib,  $A = P \cdot \Delta V = 0$  bo'lgani uchun  $Q_v = \Delta U$  bo'ladi. Demak, *hajm o'zgarmasdan boradigan jarayonlarning issiqlik effekti shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga teng.* Ichki energiya energiyaning boshqa turlari singari sistema holatining funksiyasi hisoblanib, sistemaning dastlabki holati bilan oxirgi holatiga bog'liq:  $\Delta U = U_{\text{ox}} - U_{\text{bosh}}$ ;  $U_{\text{ox}}$ ,  $U_{\text{bosh}}$  — sistemaning oxirgi va dastlabki holatdagi ichki energiyalari, kJ/mol.

B. Izobar jarayonlar uchun  $Q_p = \Delta U + P \Delta V$  bo'ladi. Ularning qiymatlari o'rmiga qo'yilsa,  $\Delta U = U_2 - U_1$  va  $\Delta V = V_2 - V_1$  ekanligini e'tiborga olsak,  $Q_p = (U_2 - U_1) + P(V_2 - V_1) = (U_2 + P V_2) - (U_1 + P V_1)$  bo'ladi. Bu ifodadagi  $(U + P V)$  yig'indi sistemaning biror holatini belgilab:

$(U + PV) = H$  ga tengdir. Bu yerda  $H$  — entalpiya (ya'ni sistemaning — moddaning) doimiy bosimdagi ichki energiyasi deyiladi.

Demak, izobar jarayonlarning issiqlik effekti  $Q_p = \pm \Delta H$  bo'lib, u sistema entalpiyasining o'zgarishiga teng:

$$Q_p = H_{ox} - H_{bosh} = \Delta H$$

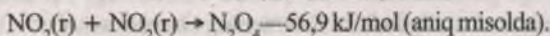
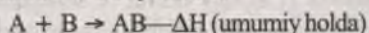
Har qanday reaksiyaning issiqlik effekti uning qanday va necha bosqichda borganligiga emas, balki moddalarning boshlang'ich va oxirgi holatlariga bog'liqdir. Bu Gess qonuni deyiladi, bu matematik ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$H_{x,r} = \sum \Delta H_{max,ulot}^{x,b} - \sum \Delta H_{dast,max,s}^{x,b}$$

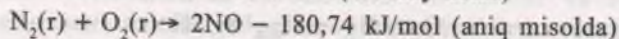
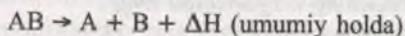
Bu ifodada  $\Delta H^{hb}$  moddalarning "hosil bo'lish issiqligi" bo'lib, uning ma'nosi — oddiy moddalardan "1 mol" murakkab modda hosil bo'lishida ajralib chiqadigan (yoki yutiladigan) issiqlik miqdoridir. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlerini hisoblashda standart hosil bo'lish issiqligi qiymatidan foydalaniladi. Bu yerda:  $\sum \Delta H_{max,ulot}^{x,b}$  — reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar hosil bo'lish issiqliklarining;  $\sum \Delta H_{dast,max,s}^{x,b}$  — reaksiyaga kirishayotgan moddalar hosil bo'lish issiqliklarining yig'indisi.

Moddalarning standart ( $25^\circ\text{C}$  yoki  $298$  va  $101,325$  kPa) da o'lchangan hosil bo'lish issiqligi shu moddaning standart hosil bo'lish issiqligi deyiladi,  $\Delta H_{298}^{hb}$  yoki  $\Delta H_{298}^f$  holida belgilanadi. Shuni unutmaslik kerakki, oddiy moddalar (Fe, C, S, Cr, Al, Si,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ , Br<sub>2</sub>,  $J_2$ ,  $F_2$  va hokazo)ning standart hosil bo'lish issiqliklari qiymati nolga teng, ya'ni —  $\Delta H_{298}^{hb} = 0$  kJ/mol deb qabul qilingan. Boshqa ba'zi murakkab moddalar uchun  $\Delta H_{298}^{hb}$  ning qiymatlari jadvallarda keltirilgan. Shu jadvaldagi qiymatlardan va Gess qonuni matematik ifodasidan foydalanib, har qanday kimyoviy jarayonning issiqlik effekti va biror reaksiyada ishtirok etayotgan moddaning hosil bo'lish issiqligi qiymatlarini hisoblash mumkin.

Agar kimyoviy jarayon natijasida issiqlik chiqsa ( $\Delta H < 0$ ) sistema entalpiyasi kamayadi, bunday jarayonlar ekzotermik jarayonlar deyiladi. Reaksiya tenglamasida —  $\Delta H$  yoziladi:



Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik yutilsa, ( $\Delta H > 0$ ) sistema entalpiyasi (issiqlik saqlami) ortadi. Bu jarayonlar *endotermik jarayon* deyiladi. Reaksiya tenglamasida  $+\Delta H$  yoziladi:



Agar kimyoviy reaksiya tenglamasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ko'rsatilsa, bunday tenglama *termokimyoviy tenglama* deyiladi. Yuqoridagi tenglamalar termokimyoviy tenglamalardir. Kimyo fanining reaksiyalar issiqlik effektlarini o'rganuvchi bo'limiga **termokimyo** deyiladi.

### X.3. Entropiya haqida tushuncha

Kimyoviy reaksiyalarda gazsimon moddalardan suyuq yoki qattiq modda, qattiq moddalardan suyuq yoki gazsimon moddalar, suyuq moddalardan gazsimon va qattiq moddalar hosil bo'lishi mumkin. Moddalarning agregat holatlari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar natijasida sistemaning "tartibsizlik" darajasi o'zgaradi. Boshqacha aytganda, sistemaning *entropiyasi* o'zgaradi.

Sistemada zarrachalarning "tartibsizlik" holatini miqdoriy tavsifnomasi sifatida entropiya funksiyasi kiritilgan bo'lib, u S harfi bilan belgilanadi va kJ/mol·K yoki J/mol·K birliklarda o'lchanadi. Jarayonlar o'z-o'zidan borishi uchun sistemaning entropiyasi reaksiyadan oldingi holatdagiga nisbatan reaksiyadan keyin oshishi kerak, ya'ni  $\Delta S_{k.p.} > 0$  bo'lishi kerak. Masalan: NaCl kristallari suvda eriganda kristall panjaradagi  $Na^+$  va  $Cl^-$  ionlari eritmaga o'tib, betartib harakatlana boshlaydi.  $Na^+$ ,  $Cl^-$  ionlari kristall panjaradagiga nisbatan juda yuqori betartib holatga o'tadi. Shu sababli:

$$\Delta S_{NaCl(k)} < \Delta S_{NaCl(\text{eritma})} \ll \Delta S_{\text{ionlangan NaCl (Na}^+ + Cl^-)} \text{ bo'ladi.}$$

Shu singari suvning agregat holati o'zgarishida

$$\Delta S_{H_2O(\text{muz})} < \Delta S_{H_2O(\text{suyuq})} < \Delta S_{H_2O(\text{bug'})} \text{ bo'ladi.}$$

Agar  $CaCO_3$  ni qizdirsak,  $CaCO_{3(k)} \rightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(r)}$  o'zgarish borib, kristall modda ( $CaCO_3$ ) ikkita:  $CaO$  (qattiq) va  $CO_2$  (gaz) moddalariga parchalanadi. Shu sababli sistemadagi zarrachalar soni va ularning tartibsizligi oshib, sistemaning entropiyasi  $\Delta S > 0$  bo'ladi.

Kimyoviy reaksiya entropiyasining o'zgarishi  $\Delta S_{kr}$  holda yoziladi.

#### X.4. Izobar-izotermik potensial haqida tushuncha

Kimyoviy reaksiyalar sodir bo'layotgan paytda bir vaqtning o'zida sistemaning ham entalpiyasi, ham entropiyasi o'zgaradi. Ana shu ikki effektning yig'indisi sistema (reaksiya)ning "Gibbs energiyasi" deyiladi. Bu paytda sistemaning temperaturasi va bosimi o'zgarmas holda saqlanganligi uchun Gibbs energiyasini boshqacha qilib — **sistema izobar-izotermik potensialining o'zgarishi** ham deyiladi va u  $\Delta G$  holda belgilanadi, uning o'lchov birligi — kJ/mol, kkal/mol: "1 mol" moddaning standart sharoitda hosil bo'lishida reaksiya izobar-izotermik potensialining o'zgarishi shu moddaning standart hosil bo'lish izobar-izotermik potentsiali o'zgarishi deyiladi va  $\Delta G_{298}^{s,b}$  yoki  $\Delta G_{298}^f$  ko'rinishda yoziladi.

Har qanday kimyoviy reaksiya izobar-izotermik potensialining o'zgarishi —  $\Delta G_{298(k,r)}$  quyidagi formula yordamida hisoblanadi: 298K da  $\Delta G^{kr} = \sum \Delta G^{h,b}_{mahsulot} - \sum \Delta G^{h,b}_{dastlabki\ modda}$

Bunda  $\sum \Delta G_{298(max, standart)}^{s,b}$  — reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar standart izobar-izotermik potentsiallari o'zgarishining stexiometrik koefitsientlarni hisobga olib topilgan yig'indisi, kJ/mol.

$\sum \Delta G_{298(max, standart)}^{s,b}$  — reaksiyaga kirishayotgan moddalar standart izobar-izotermik potentsiallari o'zgarishining yuqoridagidek yig'indisi, kJ/mol.

Umuman sistemaning temperaturasi (T), entalpiya o'zgarishi ( $\Delta H$ ), entropiya o'zgarishi ( $\Delta S$ ) hamda izobar-izotermik potentsiali o'zgarishi  $\Delta G$  o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

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

Izobar-izotermik potensialning qiymatiga qarab, standart sharoitda reaksiyalarning o'z-o'zicha borish-bormasligi, ya'ni reaksiyaning yo'nalishi to'g'risida xulosa qilinadi:

a) agar kimyoviy reaksiya izobar-izotermik potentsiali o'zgarishining qiymati  $\Delta G_{298(k,r)} > 0$ , ya'ni musbat bo'lsa, bu reaksiyalar *standart sharoitda* o'z-o'zidan bora olmaydi;

b) agar  $\Delta G_{298(k.r.)} < 0$ , ya'ni manfiy bo'lsa, bu reaksiyalar *standart sharoitda* o'z-o'zidan boradi. Bu reaksiyalar iqtisodiy va texnologik jihatdan qulay hisoblanadi;

d) agar  $\Delta G_{298(k.r.)} = 0$  bo'lsa, bunda sistema kimyoviy muvozanat holida bo'ladi. Muvozanatni zarur reaksiya boradigan tomonga yo'naltirish uchun sistema parametrlari (P, T, C, V lar)ni o'zgartirish kerak bo'ladi.

Umuman termodinamik kattaliklarning o'zgarishini bilish jarayonlarni boshqarishni o'rgatib, u yoki bu reaksiyalar amalda borish-bormasligini asoslab beruvchi fundamental usuldur.

### X.5. Termokimyoviy hisoblashlarga doir masalalar yechish

**1-masala.** Agar 9,6 g metil  $\text{CH}_3\text{OH}$  spirti yonganda 216,02 kJ issiqlik ajralib chiqsa, shu reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozing.

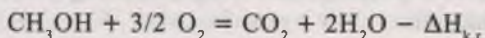
*Berilgan:*

$$m = 9,6 \text{ g}; \Delta H = 216,02 \text{ kJ}$$

---


$$\Delta H_{k.r.} = ?$$

*Yechish.* Ma'lumki, termokimyoviy tenglamada 1 mol modda kimyoviy reaksiyaga kirishganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ( $\Delta H_{k.r.}$ ) ko'rsatilishi kerak. Shunga binoan, 1 mol metil spirtining yonish tenglamasi:



Masala shartiga ko'ra:

9,6 g  $\text{CH}_3\text{OH}$  yonsa  $\rightarrow 216,02$  kJ issiqlik chiqadi.

32 g  $\text{CH}_3\text{OH}$  yonsa  $\rightarrow \Delta H_{k.r.}$  kJ issiqlik chiqadi.

$$\Delta H_{k.r.} = (32 \cdot 216,02) : 9,6 = 720,07 \text{ kJ/mol}$$

Hisoblangan qiymat asosida yakuniy termokimyoviy tenglama:

$\text{CH}_3\text{OH}(s) + 3/2 \text{O}_2(r) = \text{CO}_2(r) + 2\text{H}_2\text{O}(r) - 720,07 \text{ kJ/mol}$   
ko'rinishga ega bo'ladi.

**2-masala.** Ilovadagi qiymatlardan foydalanib,

$\text{CO}(r) + \text{H}_2\text{O}(g) = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.

Berilgan.

$$\Delta H_{CO}^{x.b.} = -110,6 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H_{H_2O}^{x.b.} = -241,8 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H_{CO_2}^{x.b.} = -394 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H_{H_2}^{x.b.} = 0$$

$$\Delta H_{k.r.} = ?$$

*Yechish.* Reaksiya tenglamasiga va Gess qonuniga ko'ra, reaksiyaning issiqlik effekti:

$$\begin{aligned} \Delta H_{k.r.} &= \sum \Delta H_{\text{max xulot.}}^{x.b.} - \sum \Delta H_{\text{dast. mod da}}^{x.b.} = \\ & [(-394) + 0] - [-110,6 + (-241,8)] = \\ & = -394 + 352,4 = -41,6 \text{ kJ / mol} \end{aligned}$$

**3-masala:** 200 g suvni bug'lantirganda sarflanadigan issiqlikni hisoblang.

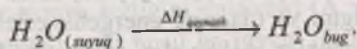
Berilgan.

$$\Delta H_{H_2O(\text{bug})}^{x.b.} = -241,8 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H_{H_2O(\text{suyuq})}^{x.b.} = -285 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H_{\text{qaynatish}} = ?$$

*Yechish.* Bu masalani yechish uchun ham ilovadagi  $\Delta H_{298}^{x.b.}$  qiymatlaridan foydalaniladi. Suv qaynaganda suyuq holdan bug' holatiga o'tadi va bunda fazaviy o'zgarish ro'y beradi:



Bu o'zgarish uchun Gess qonuni formulasi asosida:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{qaynatish}} &= \Delta H_{\text{bug}}^{x.b.} - \Delta H_{\text{suv}}^{x.b.} = -241,8 - (-285,8) = \\ & = +44,0 \text{ kJ/mol ekan.} \end{aligned}$$

Demak, yuqoridagi tenglamaga asosan,

18 g suvni bug'lantirish uchun 44,0 kJ/mol issiqlik kerak bo'lsa, 200 g suvni bug'lantirish uchun  $\Delta H$  issiqlik kerak bo'ladi. Shunga ko'ra:

$$\Delta H = 200 \cdot 44 / 18 = 488,88 \text{ kJ issiqlik sarf bo'ladi.}$$



## Savollar

1. Sistema, komponent, sistema parametrlari deganda nimanı tushunasiz?
2. Kimyoviy reaksiyaning energetik effekti deganda nimanı tushunasiz?
3. Reaksiyalarning issiqlik effekti nima, u qanday belgilanadi. O'Ichov birligini izohlang.
4. Hosil bo'lish issiqligi nima?
5. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar deb nimaga aytiladi? Ularga misollar keltiring.
6. Gess qonunining ta'rifi va matematik ifodasini izohlang.
7. Entropiya tushunchasini izohlab bering.
8. Izobar-izotermik potensial nima?
9. Gibbs energiyasi qiymatining amaliy ahamiyati nimadan iborat?
10. Ichki energiya, izoxor, izobar jarayonlar tushunchalariga izoh bering.

## XI bob

### KIMYOVIY REAKSIYALAR KINETIKASI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *kimyoviy kinetika, kimyoviy reaksiya tezligi, reaksiyaning molekulyarligi, tartibi, tezlik doimiyysi, o'rtacha tezlik, reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi faktorlar, moddalar massasi ta'siri qonuni, Vant-Goff qoidasi, faollanish energiyasi, katalizator, kataliz, katalitik reaksiyalar, zanjir reaksiyalar.*

Avvalgi mavzularda kimyoviy jarayonlar (reaksiya)larning borish ehtimolligini va ularning energetik effektlarini o'rgandik. Lekin bu tushunchalar reaksiyalar qanday tezlikda borishini va ularning tezligi qanday faktorlar (omillar)ga bog'liqligini tushuntirib bera olmaydi. Shu boisdan har bir murakkab reaksiyaning haqiqiy mexanizmi, bu reaksiyalarni boshqarish yo'llarini, texnologik jarayonlarni matematik modellashtirish, optimallashtirish, avtomatlashtirish kabi asosiy muammolarni hal etish kimyoviy reaksiya tezligini chuqurroq bilishni talab etadi.

Kimyo fanining kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir etuvchi omillarni o'rganuvchi bo'limi **kimyoviy kinetika** deyiladi.

## XI.1. Kimyoviy reaksiya tezligi

Ma'lumki, har qanday kimyoviy hodisa natijasida bir modda boshqa moddaga aylanadi. Bu ma'lum vaqt mobaynida dastlabki modda miqdorining kamayishi va yangi hosil bo'layotgan modda miqdorining ortib borishi bilan ro'y beradi, ya'ni har bir reaksiya ma'lum tezlik bilan boradi. Ushbu mulohazadan kelib chiqib kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'rif beraylik.

*Reaksiya tezligi deb, vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi (yoki hosil bo'luvchi) moddalar konsentratsiyasining o'zgarishiga aytiladi.*

Agar vaqt  $-t$  (sek) va moddalar konsentratsiyasi —  $C$  (mol/l) bilan belgilansa, reaksiya tezligi  $V = \pm \Delta C / \Delta t$  bo'lib, o'lchov birligi — mol/l·sek bo'ladi.  $\Delta C$  konsentratsiya o'zgarishi ( $C_{\text{ox}} - C_{\text{bo'lib}}$ ) mol/l;  $\Delta t$  — vaqt o'zgarishi, sek.

Reaksiya gomogen sistemada, ya'ni bir xil agregat holatdagi moddalar (masalan: faqat gazsimon yoki suyuq holatdagi moddalar) o'rtasida borsa, reaksiya tezligi yuqoridagi birlikda ifodalanadi.

Agar reaksiya geterogen sistemada, turli agregat holatlardagi moddalar, ya'ni (gaz-qattiq; qattiq-suyuq) o'rtasida borsa, qattiq modda reaksiyada faqat sirt yuzasi orqali gaz (suyuq) modda bilan ta'sirlashadi. Bunday reaksiya tezligi birligini ifodalashda qattiq moddaning sirt yuzasi hisobga olinadi va mol/ (m<sup>2</sup>·s) birlikda o'lchanadi. Bunday reaksiyalarga yonish reaksiyalari, metallarning gazlar (O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>...) muhitida oksidlanish, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, CO ishtirokida qaytarilish, metallarning korroziyalanishi misol bo'ladi.

Umuman,  $aA + bB = pC + dD$  tenglamaga mos keluvchi reaksiya bo'lsa, bu reaksiya tezligini dastlabki (A va B) moddalar konsentratsiyalari orqali yoki hosil bo'luvchi (C va D) moddalar konsentratsiyalari orqali ifodalash mumkin.

Reaksiya tezligi dastlabki moddalar konsentratsiyalari orqali ifodalansa (bu moddalar konsentratsiyalari reaksiya mobaynida kamayib borgan uchun),  $V = -\Delta C / \Delta t$  ko'rinishda, agar hosil bo'layotgan moddalar (ularning miqdori vaqt o'tishi bilan ko'payib boradi) konsentratsiyalari orqali ifodalansa,  $V = +\Delta C / \Delta t$  ko'rinishida bo'ladi. Kimyoviy reaksiya tezligining bu formulalar asosida hisoblangan qiymati "o'rtacha tezlik" ham deyiladi.

Ko'pchilik hollarda juda qisqa vaqt (dt) ichidagi reaksiya tezligini o'lchashga to'g'ri keladi. Bu tezlik "ayni vaqt" dagi yoki "oniy tezlik"

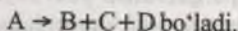
deyiladi va moddalar konsentratsiyalari o'zgarishining vaqt bo'yicha hosilasi  $dV = \pm \frac{dc}{dt}$  holida yoziladi.

Reaksiyalarning kinetik tavsifnomalariga reaksiya tezligidan tashqari **reaksiyaning molekulyarligi va tartibi** ham kiradi.

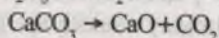
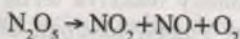
### *Reaksiyaning molekulyarligi*

Kimyoviy o'zgarishlar ro'y berishida reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar molekularlarining o'zaro to'qnashuv jarayonida, ya'ni "elementar akt" da bitta molekula, ikkita molekula va uchta molekulaning bir vaqtda baravariga o'zaro to'qnashuvi ro'y berishi talab etilishi mumkin. Shunga ko'ra, reaksiya bir (mono) molekulyar, ikki (bi) molekulyar, uch (tri) molekulyar turlarga bo'linadi.

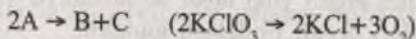
**Monomolekulyar reaksiya.** Bunday reaksiyalarda kimyoviy o'zgarishda bitta moddaning bitta molekulasi ishtirok etadi. Umumiy ko'rinishda bu reaksiya:



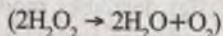
Monomolekulyar reaksiyalarga ko'pchilik parchalanish reaksiyalari misol bo'ladi:



**Bimolekulyar reaksiyalar.** Bu reaksiyalarda bir vaqtning o'zida 2 ta molekula o'zaro ta'sirlashadi, boshqacha aytganda reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi modda 2 ta molekulasining o'zaro to'qnashuvi ro'y beradi. Umumiy holda:



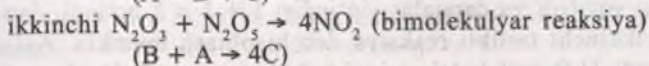
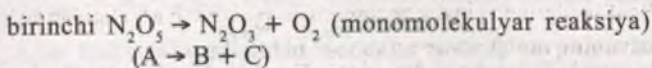
yoki



$A + B \rightarrow AB$  ( $H_2 + J_2 \rightarrow 2HJ$ ) ko'rinishda yoziladi.

Yuqoridagilarga ko'ra, reaksiyaning molekulyarligini aniqlash uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar oldidagi koeffitsiyentlarni bilish kifoyadek ko'rinadi. Haqiqatda esa, har bir kimyoviy o'zgarish bir necha o'zaro "ketma-ket" yoki "parallel" boruvchi reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Shu sababli har doim ham reaksiyaning molekulyarligini aniqlashda

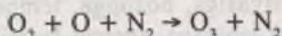
bunday yo'l tutib bo'lmaydi. Masalan:  $2\text{N}_2\text{O}_5 = 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$  reaksiya bimolekulyar bo'lsa-da, bunda ikki reaksiya:



o'zaro ketma-ket boradi. Bu reaksiyalarning qaysi biri sekinlik bilan borsa, reaksiyaning molekulyarligi shu reaksiya molekulyarligi bilan tavsiflanadi.

### *Trimolekulyar reaksiyalar*

Kimyoviy reaksiyalarning borishida bir vaqtda 3 ta molekulaning o'zaro to'qnashish ehtimolligi juda kam. Shuning uchun  $(A + B + C \rightarrow D)$  uch molekulyar reaksiya juda kam uchraydi va u sekin ro'y beradi, to'rt molekulyar reaksiya esa deyarli uchramaydi. Lekin quyidagi reaksiyani uchmolekulyar reaksiyaga misol sifatida keltirish mumkin. Bu tabiatda azot molekulasi ishtirokida ozon gazining hosil bo'lishidir:



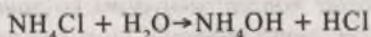
Bu reaksiyada azot molekulasi kislorod molekulasi va atomi ta'sirida ajralib chiqadigan ortiqcha energiyani "yutib" oluvchi modda vazifasini o'taydi. Aks holda bu energiya qaytadan  $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$  ning hosil bo'lishiga olib keladi. Shu singari  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}$  ham uch molekulyar reaksiyadir.

### *Reaksiya tartibi*

"Reaksiyalarning tartibi" reaksiya tezligi moddalar konsentratsiyasining qanday darajasiga bog'liqligini ko'rsatadi. Agar  $nA + mB \rightarrow qC$  reaksiya uchun tezlik ifodasini

$$V = K \cdot C_A^n \cdot C_B^m$$

ko'rinishda yozsak,  $n$  va  $m$  larning yig'indisi ( $n + m$ ) shu reaksiyaning tartibi deyiladi. Reaksiyalar o'z tartibiga ko'ra nolinch, I, II, III va ko'p tartibli bo'lishi mumkin. Agar



gidroliz reaksiyasini ko'rib chiqadigan bo'lsak, bu reaksiya suyultirilgan eritmada boradi deb faraz qilamiz. U holda

$$V = K \cdot C_{\text{NH}_4\text{Cl}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}$$

holida yoziladi va darajalar yig'indisi  $1 + 1 = 2$  bo'ladi, demak buni ikkinchi tartibli reaksiya deb hisoblash mumkin. Aslida, eritmada  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari soni juda ko'p va gidroliz davomida  $C_{\text{H}_2\text{O}} = \text{const}$  bo'lgani uchun bu reaksiyaning tezligi faqat tuzning konsentratsiyasiga ( $C_{\text{NH}_4\text{Cl}}$ ) bog'liq bo'ladi. Shuning uchun bu bimolekulyar va birinchi tartibli reaksiyadir.

*Agar reaksiya davomida reaksiya tezligi o'zgarmasa, ya'ni  $V = \text{const}$  bo'lsa, bu "nolinchi tartibli reaksiya" deyiladi.* Bunday reaksiyalarga qattiq modda sathiga yutilgan moddalar ishtirokida ro'y beradigan reaksiyalar kiradi. Reaksiya tartibi asosan eksperimental usullar bilan aniqlanadi.

## XI.2. Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga, bosimga, temperaturaga, katalizatorga va moddalarning tabiatiga, agregat holatiga (qattiq moddalar uchun maydalanish darajasi — dispersligiga) bog'liq bo'ladi.

### a) Moddalar konsentratsiyasining ta'siri

Ma'lumki, moddalar bir turdan ikkinchi turga o'tishi, ya'ni kimyoviy reaksiya borishi uchun reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar molekulari o'zaro to'qnashishi kerak. Agar biror hajm (yoki yuza) birligida ma'lum vaqt oralig'ida zarrachalarning o'zaro to'qnashuvlar soni qanchalik ko'p bo'lsa, yangi moddaning hosil bo'lishi ham shunchalik ko'p bo'ladi. O'z-o'zidan ayonki, zarrachalar soni bevosita moddalarning konsentratsiyasi (hajm birligiga to'g'ri keladigan "mol"lar soni) ga bog'liq bo'lgani uchun reaksiyaning tezligi ham bevosita moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Yuqoridagi bog'liqlikni K. M. Gulberg va M. Vaage (1867 y) o'rganib turli reaksiyalar uchun "**moddalar massalari ta'siri**" qonunini kashf etgan.

*Bu qonunga ko'ra: kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.* Bu qonun kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni deyiladi,  $aA + bB \rightarrow pC + dD$  reaksiya uchun uning matematik ifodasi:

$$V_{\text{to'g'ri}} = K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b \text{ (to'g'ri reaksiya uchun)}$$

$$V_{\text{teskari}} = K_2 \cdot C_S^c \cdot C_D^d \text{ (teskari reaksiya uchun) hoida yoziladi.}$$

Agar reaksiyada gazsimon moddalar ishtirok etayotgan bo'lsa, konsentratsiya o'rniga har bir gazning parsial (xususiy) bosimi yoziladi:

$$V_{\text{to'g'ri}} = K_1 \cdot P_A^a \cdot P_B^b \text{ va } V_{\text{teskari}} = K_2 \cdot P_C^c \cdot P_D^d$$

Agar reaksiyada qattiq modda ishtirok etsa:



reaksiyasi uchun tezligi ifodasi  $V_{\text{to'g'ri}} = K \cdot P_{\text{H}_2}$  ko'rinishida bo'ladi, ya'ni tezlik ifodasida qattiq modda konsentratsiyasi yozilmaydi. Chunki, qattiq modda faqat sirti bilan reaksiyaga kirishadi va bunda uning konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lib, doimo " $C_0$ , mol/l" ga teng deb

olinadi va odatda " $C_0$ " va  $K_1$  yoki  $K_2$  ga qo'shilgan bo'ladi.

$$[C_{\text{(qattiq)}}] = \frac{n}{V} = \frac{m_k / M}{V_k} = \frac{m_k}{M V_k}$$

( $m_k$  va  $V_k$  o'zaro proporsional bo'lganliklari uchun ularning nisbatlari har bir modda uchun berilgan temperaturada const bo'ladi.

$$\text{Demak, } C_k = \frac{m}{V} \cdot \frac{1}{M} = \text{const}.$$

Yuqoridagi formulalarda:  $C$  — moddalarning molyar konsentratsiyasi (mol/l),  $P$  — gazlarning parsial bosimi,  $K$  — reaksiyaning tezlik doimiysi.

$K$  — tezlik doimiysi har bir reaksiya uchun asosiy miqdoriy kinetik kattalik bo'lib, uning ma'nosi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari  $C_A = C_B = 1$  mol/l bo'lganda kimyoviy reaksiya tezligidir va u holda  $V = K$  bo'ladi. Ba'zi hollarda  $K$  ni *solishtirma tezlik* ham deyiladi.

$K$  — har bir reaksiya uchun o'ziga xos qiymatga ega bo'ladi. Uning qiymati, asosan, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga, temperaturaga, katalizatorga bog'liq bo'lib, moddalarning konsentratsiyasi (yoki parsial bosimi) ga bog'liq bo'lmaydi.

### b) Temperaturaning ta'siri

Kimyoviy reaksiyalarning borishi va ularning tezligi ko'pchilik hollarda sistemaning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlik *Vant-Goff qoidasi* bilan tushuntiriladi:

*Sistema temperaturasi har 10°C ga o'zgarganda kimyoviy reaksiya tezligi 2-4 marta o'zgaradi.* Bu qoidaning matematik ifodasi:

$$V_{ox} = V_{tbosh} \cdot \gamma^{\frac{t_{ox} - t_{bosh}}{10}} = V_{tbosh} \cdot \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}$$

Bu yerda:  $V_{t_{ox}}$  va  $V_{t_{bosh}}$  — temperaturaning oxirgi va boshlang'ich qiymatiga to'g'ri keladigan reaksiya tezliklari;  $\Delta t$  — temperatura farqi, °C;  $\gamma$  — reaksiya tezligining temperatura koeffitsiyenti, uning qiymati 2 dan 4 gacha bo'ladi.

$$\text{Formuladagi } \gamma^{\Delta t / 10} = \frac{V_{t_{ox}}}{V_{t_{bosh}}}$$

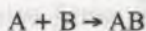
ifoda temperatura  $\Delta t$  birlikka o'zgarganda reaksiya tezligi necha marta o'zgarishini bildiradi. Yuqoridagi fikrlardan quyidagi tabiiy savol kelib chiqadi. *Nima uchun ko'pchilik hollarda temperaturaning ortishi bilan kimyoviy reaksiya tezligi ortadi?*

Bu savolga javob berish uchun har qanday kimyoviy o'zgarishning asosiy sharti bo'lgan — reaksiyaga kirishuvchi modda molekulari (atom, ionlari)ning o'zaro to'qnashuvi shartligini va bu to'qnashuv vaqtida zarrachalar ma'lum minimal ortiqcha energiyaga ega bo'lishi kerakligini e'tiborga olish zarur. Boshqacha aytganda, reaksiyaning faollanish energiyasi tushunchasini bilish kerak.

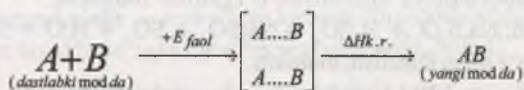
### XI.3. Reaksiyalarning faollanish (aktivlanish) energiyasi

Kimyoviy reaksiyalar ro'y berishining asosiy sharti — reaksiyada ishtirok etuvchi zarrachalarning o'zaro to'qnashuvidir. Lekin zarrachalar o'rtasida yuz beradigan har qanday to'qnashuv ham yangi modda hosil bo'lishiga olib kelavermaydi. Juda kamchilik to'qnashuvlarga kimyoviy o'zgarishlarga olib keladi. Bunday to'qnashuvlar "*faol to'qnashuv*" deyiladi.

Bunda:



faol to'qnashuv tufayli dastlabki A va B moddalar molekulari tarkibidagi dastlabki kimyoviy bog'lar uzilib, yangi bog'lar hosil bo'ladi. Bu jarayon amalga oshishi paytida oraliq modda "faol kompleks" hosil bo'ladi:



(faol kompleks)

Ana shunday "faol to'qnashuv" ro'y berishi uchun zarrachalar odatdagidan yuqoriroq energiyaga ega bo'lishi kerak.

Zarrachalar o'rtasida faol to'qnashuv uchun zarur bo'lgan eng kichik energiya miqdori kimyoviy reaksiyaning faollanish energiyasi deyiladi.

Faollanish energiyasi  $E_{\text{faol}}$  holida belgilanadi, kkal/mol yoki kJ/mol birliklarda o'lchanadi.  $E_{\text{faol}}$  kimyoviy reaksiyalarning asosiy kinetik tavsifnomasi hisoblanadi.

Faollanish energiyasi va reaksiyaning yo'nalishi o'rtasidagi bog'lanish **faollanish energiyasi grafigi** deyiladi. E faollanish energiyasi dastlabki moddalarni reaksiya mahsulotiga aylanishidagi asosiy energetik "to'siq" dir. Agar bu "to'siq"ning balandligi ( $E_{\text{faol}}$  — qiymati) qanchalik kichik bo'lsa, kimyoviy reaksiya shunchalik oson va demak tez amalga oshadi. Ma'lumki, reaksiya boradigan sistema temperaturasining oshishi reaksiya tezligining ortishiga olib keladi, chunki berilgan issiqlik energiyasi zarrachalarning faol to'qnashuvi uchun zarur bo'lgan energiyaga tezroq yetishiga olib keladi. Bu o'z navbatida agar ular  $E_{\text{faol}}$  — energiyasiga ega bo'lsa, to'siqdan "tez o'tishiga", ya'ni reaksiya qisqa vaqtda sodir bo'lib, ko'p mahsulot hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, shu sababli reaksiya tezligi temperatura ortishi bilan keskin o'zgaradi.

Faollanish energiyasining to'g'ri reaksiya uchun ham ( $E_{\text{to'g'ri}}$ ) teskari reaksiya uchun ( $E_{\text{teskari}}$ ) ham o'ziga xos qiymati bor. Ko'pchilik hollarda  $E_{\text{to'g'ri}} < E_{\text{teskari}}$  bo'ladi. Bu energiyalar o'rtasidagi farq  $E_{\text{teskari}} - E_{\text{to'g'ri}} = \Delta H$  kimyoviy reaksiyaning issiqlik effektiga teng bo'ladi.



Reaksiyalar tezligi  $E_{\text{faol}}$  qiymatiga bevosita bog'liq. Agar reaksiyaning  $E_{\text{faol}} < 40 \text{ kJ/mol}$  bo'lsa, bu reaksiya juda tez boruvchi reaksiya bo'ladi. Bularga ionlar o'rtasidagi reaksiyalar, yonish, portlash reaksiyalari misol bo'ladi. Ba'zi hollarda bu reaksiyalarning tezligini o'lchab ham bo'lmaydi.

Agar reaksiya uchun  $40 \text{ kJ/mol} < E_{\text{faol}} < 120 \text{ kJ/mol}$  bo'lsa, bular o'rtacha tezlikda boruvchi reaksiyalar bo'lib, ularning tezligini laboratoriya sharoitida o'rganish mumkin.

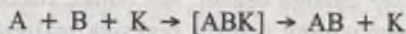
Masalan:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$  reaksiya borishini ko'z bilan kuzatish, mumkin.

Agar  $E_{\text{faol}} > 120 \text{ kJ/mol}$  bo'lsa, bu reaksiyalar juda qiyin va uzoq davom etadigan reaksiyalardir, bu reaksiyalarni amalga oshirish qiyin yoki ularning tezligini oshirish uchun katta energiya sarflash kerak. Odatda, hozirgi zamon texnologiyasi uchun bunday juda sekin boruvchi reaksiyalar yaroqsizdir.

#### XI.4. Katalizatorning ta'siri.

##### Katalitik reaksiyalar

Shunday reaksiyalar borki, agar ikkala asosiy dastlabki moddalar ( $A + B$ ) o'zaro bevosita ta'sir ettirilsa, ular o'zaro reaksiyaga kirishmaydilar. Chunki ular o'rtasida boruvchi reaksiyaning faollanish energiyasi  $E_{\text{faol}} > 120 \text{ kJ/mol}$ . Lekin bu sistemaga uchinchi ( $K$ ) modda kiritilsa, ( $A + B + K$ ) aralashmada reaksiya juda katta tezlik bilan boradi,  $AB$  — modda hosil bo'ladi va  $K$  moddasi o'zgarishsiz ajralib chiqadi:



Bu keltirilgan misoldan ko'rinib turibdiki, reaksiyalar tezligi asosiy moddalardan tashqari uchinchi modda ishtirokiga ham bog'liq ekan. Bunday moddalar *katalizatorlar* deyiladi.

*Katalizatorlar — reaksiyada qatnashib, uning tezligini o'zgartirib, reaksiyadan so'ng o'z holatini saqlagan holda ajralib chiqadigan kimyoviy moddalardir.*

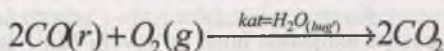
*Katalizator ishtirok etadigan reaksiyalar katalitik reaksiyalar deyiladi. Katalizator ta'sirida reaksiya tezligining o'zgarishi hodisasi kataliz deb aytiladi.*

Katalizatorlar ikki xil bo'ladi. Musbat katalizator, ya'ni reaksiya tezligini oshiruvchi moddalar. Reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi katalizator moddalar manfiy katalizatorlar, ya'ni *ingibitorlar* deyiladi.

Fe korroziyasini sekinlashtirish uchun anilin yoki  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ingibitor bo'lsa, HCl sintezini  $\text{O}_2$  — ingibitori ta'sirida sekinlashtirish mumkin.

Reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar va katalizatorlarning agregat holatiga ko'ra *gomogen* va *geterogen kataliz* bo'lishi mumkin.

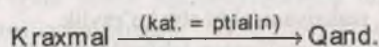
**Gomogen kataliz** — reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator bir agregat holatda bo'lgan katalitik reaksiyalardir. Misol:



CO gazini  $\text{CO}_2$  gazigacha oksidlanishida suv bug'i katalizator bo'ladi.

$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_3$  reaksiyada NO — gazi katalizatoridir.

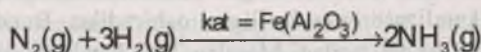
Gomogen katalizga tirik organizmda boruvchi barcha katalitik reaksiyalarni kiritish mumkin. Masalan:



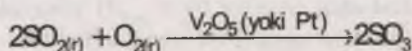
Tirik organizmda faoliyat ko'rsatuvchi katalizatorlarni *biokatalizatorlar* yoki *fermentlar* deb aytiladi. Shunday fermentlar qatoriga "ptialin" dan tashqari "pepsin" moddasi ham kiradi. Bu katalizator oshqozonda oqsilli moddalarni tezroq parchalanishiga yordam beradi.

Eritmalarda boradigan ko'pchilik katalitik reaksiyalarda erituvchi molekulari katalizator vazifasini o'taydi. Bu jarayonlarda ba'zan  $\text{H}^+$ ,  $(\text{H}_3\text{O})^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari ham ishtirok etishi mumkin.

*Geterogen kataliz* — katalizator va reaksiyalarga kirishuvchi moddalar turli agregat holatlarda bo'lgan sistemalarda boradigan katalitik reaksiyalardir. Bu kataliz turiga ammiak sintezini misol qilib keltirish mumkin:

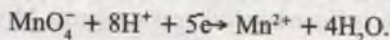


da katalizator qattiq modda. Kontakt usulida sulfat kislota sintezi-da:



da katalizator qattiq modda.

Shunday reaksiyalar borki, ularda alohida katalizator qo'llanilmaydi, lekin reaksiya davomida hosil bo'ladigan moddalardan birortasi katalizator vazifasini bajaradi. Bu jarayonni "autokataliz" deyiladi. Masalan: permanganat ioni —  $MnO_4^-$  bilan boradigan ( $pH < 7$ ) oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari avval sekinroq borib, bir oz vaqtdan so'ng juda tezlashib ketadi:

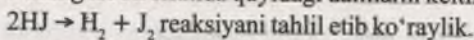


Chunki reaksiya natijasida hosil bo'luvchi  $Mn^{2+}$  ioni katalizator vazifasini bajarib, reaksiyaning tezlashuviga sabab bo'ladi.

*Tabiiyki, katalizator nima sababdan reaksiya tezligini oshiradi, degan savol turadi. Bu savolga javob berish uchun katalitik reaksiyalarning energetik xususiyatlari va mexanizmini bilish zarur.*

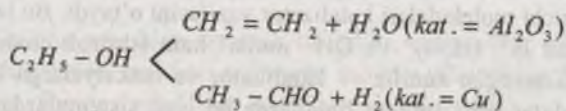
*Katalizatorning asosiy vazifasi reaksiyalarning faollanish energiyasini kamaytirishdan iborat.*

Buning isboti sifatida quyidagi dalillarni keltirish mumkin:



Agar reaksiyada katalizator ishlatilmasa,  $E_{\text{faol}} = 168 \text{ kJ/mol}$ . Agar katalizator — Au (oltin) bo'lsa,  $E_{\text{faol}} = 105 \text{ kJ/mol}$ ; agar katalizator Pt (platina) bo'lsa,  $E_{\text{faol}} = 59 \text{ kJ/mol}$  bo'ladi.

Katalizator "selektivlik" (tanlovchanlik) xossasiga ega. Chunki, aynan 2 ta bir xil modda o'rtasida boruvchi katalitik reaksiyada katalizatorlarni o'zgartirish bilan turli xil reaksiya mahsulotlarini hosil qilish mumkin:



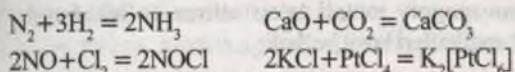
Shunday moddalar ham borki, ularning o'zlari katalizatorlik qila olmasalarda, biroq katalizatorning faolligini oshiradilar. Bunday moddalarni "promotor" lar deb aytiladi. Masalan:  $V_2O_5$  katalizatorning promotori  $Na_2SO_4$  tuzidir.

Aksincha, katalizator faolligini keskin kamaytirib yuboruvchi moddalar “katalizator zahari” deyiladi. Bular — HCN, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> va boshqa moddalar.

### XI.5. Kimyoviy reaksiyaning mexanizmlari bo'yicha turlari

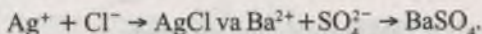
O'zaro ta'sirlashuvchi moddalarning tabiatiga, “elementar akt”da qatnashuvchi zarrachalar (atom, molekula, radikallar, ionlar) holatiga ko'ra quyidagi reaksiya turlari mavjud.

**Oddiy reaksiyalar** — bu molekular o'rtasida boruvchi kimyoviy o'zgarishlardir:



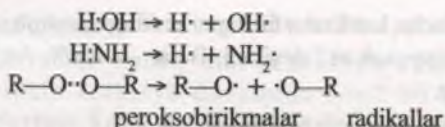
Bunday reaksiyalar valentliklari to'yingan zarrachalar o'rtasida borib, ularning faollanish energiyasi ( $E_{\text{faol}} = 150-450 \text{ kJ/mol}$ ) juda yuqori bo'lgani uchun ancha qiyinchilik bilan sodir bo'ladi va maxsus sharoitlarda boradi.

Aksariyat hollarda moddalar erituvchida eritilib, reaksiya eritmada boradi. Eritmada moddalar ionlarga parchalangani uchun ionlar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv  $E_{\text{faol}} < 80 \text{ kJ/mol}$  bo'lgani uchun juda tez boradi. Masalan:



Ba'zi hollarda elektrorazryad, qizdirish, nurlash va mexanik ta'sir natijasida moddalar elektron chiqarishi tufayli molekulyar ionlar hosil bo'ladi. Bunday reaksiyalar ham juda tez boradi. Yuqoridagi ta'sirlar mobaynida molekular tarkibidagi bog'larni hosil qiluvchi elektronlar jufti ikkala atomlar o'rtasida teng taqsimlanmaydi. Bu *geterolitik parchalanish* deyiladi. Shunday reaksiyalar ham borki, ularda kimyoviy bog'ni hosil qilgan elektron jufti atomlar o'rtasida teng taqsimlanadi, ya'ni *gomolitik ajralish* natijasida valentligi to'yinmagan faol zarrachalar — *radikallar* hosil bo'ladi. Ko'pchilik reaksiyalar radikal mexanizmida boradi va bu reaksiyalar ( $E_{\text{faol}} < 40 \text{ kJ/mol}$ ) juda tezlik bilan boradi.

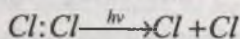
Radikallar hosil bo'lishiga misollar:



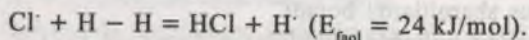
Radikal mexanizmida ko'pchilik polimerlanish reaksiyalari va zanjir reaksiyalari boradi.

**Zanjir reaksiyalari.** Biror faol markaz hosil bo'lib, bu faol markaz reaksiyaga kirishuvchi moddalarning o'zaro ta'sirini bir-biriga uzatilishi bilan boruvchi reaksiyalardir. Misol sifatida HCl sintezini ko'rib chiqaylik.

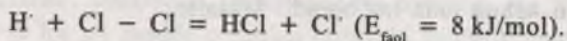
Reaksiyaning umumiy tenglamasi:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ . Reaksiya borishi uchun  $\text{H}_2$  va  $\text{Cl}_2$  gazlari aralashmasiga ultrabinafsha nur, quyosh nuri, yonib turgan magniy metali ta'sir ettirsa bo'ldi, bunda xlor molekulasidan Cl· radikallari hosil bo'ladi:



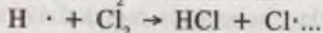
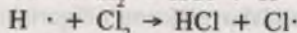
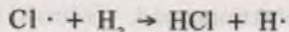
Hosil bo'lgan Cl· — atom radikallari vodorod molekulasiga ta'sir etadi:



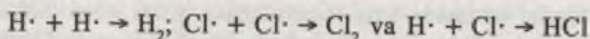
Shu bilan zanjir reaksiya boshlanib, H· — atom radikali  $\text{Cl}_2$  molekulasiga ta'sir etadi:



Shu tartibda reaksiya davom etaveradi:



Zanjirning uzunligi bir necha yuz ming birlikkacha boradi. Hosil bo'lgan radikallarning o'zaro to'qnashuvlari:



zanjirning uzilishiga sabab bo'ladi. Reaksiya sekinlashadi va nihoyat to'xtaydi. Buni zanjir *rekombinatsiyasi* deyiladi.

## XI.6. Kimyoviy reaksiya tezligiga doir masalalar yechish

**1-masala.** 4 litr hajmli idishda 3 mol  $N_2$  va mo'l miqdorda  $H_2$  gazi bor. Reaksiya boshlanganidan 10 minut keyin azotning konsentratsiyasi 2,5 molga teng bo'lib qolgan bo'lsa, reaksiyaning o'rtacha tezligini va hosil bo'lgan ammiakning miqdorini hisoblang.

Yechish: a) reaksiya tezligi qoidasiga ko'ra, ortiqcha tezlik

$$V_{o'rtacha} = \frac{C_{bosh} - C_{oxiri}}{t_{oxir} - t_{bosh}} \text{ mol / l} \cdot \text{sek}$$

vaqt 10min=600sek

Yuqoridagi formula bo'yicha  $V_{o'rtacha}$  — qiymatini hisoblash uchun azotning boshlang'ich va oxirgi konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$C_{N_2(bosh)} = \frac{n_{N_2(bosh)}}{V} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ mol / l}$$

$$C_{N_2(ox)} = \frac{n_{N_2(ox)}}{V} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \text{ mol / l}$$

Azotning konsentratsiyasi o'zgarishi asosida  $V_{o'rtacha}$  ni hisoblaymiz:

$$V_{o'rtacha} = \frac{C_{N_2(bosh)} - C_{N_2(ox)}}{t_{ox} - t_{bosh}} = \frac{0,75 - 0,625}{600 - 0} = 0,000208$$

b) ammiak hosil bo'lishi:  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$  tenglama bo'yicha boradi. Unga ko'ra, 1 mol  $N_2$  sarf bo'ladi. Reaksiyaning o'rtacha tezligiga asosan 1 sek. da  $2,08 \cdot 10^{-4}$  mol/l azot sarflangan va undan  $4,16 \cdot 10^{-4}$  mol/l  $NH_3$  hosil bo'lgan. Butun idish bo'yicha  $4 \cdot 600 \cdot 2,08 \cdot 10^{-4}$  mol azot sarflangan va  $2 \cdot 4 \cdot 600 \cdot 2,08 \cdot 10^{-4}$  mol  $NH_3$  hosil bo'lgan.

**2-masala.**  $Fe_2O_{3(k)} + 3H_{2(gaz)} = 2Fe_{(k)} + 3H_2O_{(gaz)}$  reaksiyasida:

- a) vodorodning konsentratsiyasi 3 marta oshirilganda,
- b) sistema hajmi 2 marta oshirilganda,

v) temperatura 450° dan 500° gacha oshirilganda ( $\gamma=2$ ) tezlik qanday o'zgariganini hisoblang.

*Yechish.*

a) sistemada qattiq moddalar konsentratsiyalarini hisobga olmaymiz. Vodородning dastlabki konsentratsiyasi  $[H_2]_{\text{dast}} = X$  mol/l va oxirgisi  $[H_2]_{\text{ox}} = 3X$  mol/l bo'ladi.

Massalar ta'siri qonuniga ko'ra:

$V_{\text{bosh}} = K[H_2]_{\text{bosh}}^3 = K \cdot X^3$  bo'ladi.  $V_{\text{ox}} = K[H_2]_{\text{ox}}^3 = K(3X)^3 = 27KX^3$  bo'lib, tezlikning o'zgarishi:

$$\frac{V_{\text{ox}}}{V_{\text{bosh}}} = \frac{27 KX^3}{KX^3} = 27 \text{ marta ortadi}$$

b) sistemada hajmning ortishi  $C = \frac{n}{V}$  ga ko'ra, konsentratsiya-ning kamayishiga olib keladi. Shu sababli  $[H_2]_{\text{bosh}} = X$  mol/l, hajm 2 marta oshganda  $[H_2]_{\text{ox}} = X/2$  mol/l bo'ladi.

U holda:  $V_{\text{bosh}} = KX^3$ , bo'lsa,  $V_{\text{ox}} = K \left(\frac{X}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} KX^3$  bo'ladi.  
 di.  $\frac{V_{\text{ox}}}{V_{\text{bosh}}} = \frac{1 KX^3}{8 KX^3} = \frac{1}{8}$  bo'ladi, ya'ni tezlik 8 marta kamayadi.

v) Vant-Goff qoidasiga ko'ra:  $V_{\text{ox}} = V_{\text{bosh}} \gamma^{10}$  bo'ladi.

Bundan  $\frac{V_{\text{ox}}}{V_{\text{bosh}}} = \gamma^{10} = 2^{\frac{500-450}{10}} = 2^5 = 32$  marta ortadi.

**3-masala.**  $CO + H_2O = CO_2 + H_2$  reaksiyasida moddalarning boshlang'ich konsentratsiyalari (mol/l):  $[CO]_0 = 0,2$ ;  $[H_2O]_{\text{bug}} = 0,4$ ;  $[CO_2]_0 = 0,3$  va  $[H_2]_0 = 0,1$  ga teng. Reaksiya boshlangach 2 minutdan keyin CO ning 40% i qolgan bo'lsa, aralashmadagi moddalarning oxirgi konsentratsiyalari hisoblansin.

$$[CO]_0 = 0,2 \text{ mol/l}; [H_2O]_{\text{bug}} = 0,4 \text{ mol/l}$$

$$[CO_2]_0 = 0,3 \text{ mol/l}; [H_2]_0 = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$[CO]_{\text{ox}} = 0,4 \text{ mol}; [CO]_0$$

$$[CO]_{\text{ox}} - ?; [H_2O]_{\text{ox}} - ?; [CO_2]_{\text{ox}} - ?; [H_2]_{\text{ox}} - ?$$

*Yechish.* 1) Masala shartiga ko'ra, CO boshlang'ich konsentratsiyasining 40% i (0,4 qism)  $[CO]_{ox} = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08$  mol/l bo'lib, 60% (0,6 qism)i CO sarflangan yoki  $[CO]_{sarf} = 0,2 \cdot 0,6 = 0,12$  mol/l ga teng.

2) Tenglamaga ko'ra,  $H_2O$  dan ham 60% ( $0,6 \cdot 0,4 = 0,24$  mol/l) sarflanib,  $0,4 - 0,24 = 0,16$  mol/l qolgan.

3) 1-tenglamaga ko'ra, 1 mol CO sarflansa, 1 mol  $CO_2$  va 1 mol  $H_2$  hosil bo'ladi. Shunga ko'ra, reaksiya davomida 0,12 mol CO dan 0,12 mol  $CO_2$  va 0,12 mol  $H_2$  hosil bo'lib, ularning oxirgi konsentratsiyalari:  $[CO_2]_{ox} = 0,3 + 0,12 = 0,42$  mol va  $[H_2]_{ox} = 0,1 + 0,12 = 0,22$  mol/ga teng bo'ladi.

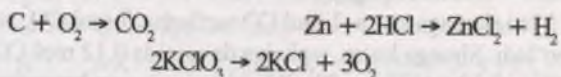
### Savollar

1. "Kimyoviy kinetika" deganda nimani tushunasiz?
2. "Reaksiya tezligi" nima?
3. Moddalar massalari ta'siri qonunining mohiyatini tushuntiring.
4. Vant-Goff qoidasini tushuntiring.
5. Faollanish energiyasi nima, uning ahamiyati nimadan iborat?
6. Katalizator nima? Uning asosiy "vazifa"si nimadan iborat?
7. Gomogen va geterogen kataliz deganda nimani tushunasiz?
8. Ingibitorlar nima?
9. Reaksiyaning molekulyarligi va tartibi deganda nimani tushunasiz?
10. Zanjir reaksiyalar haqida izoh bering.



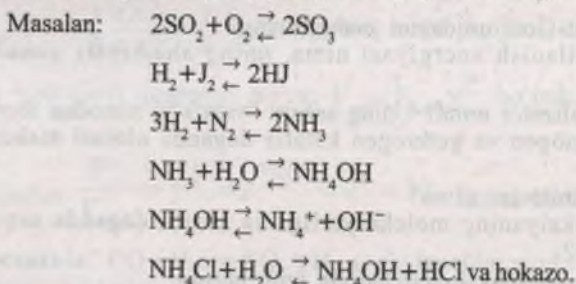
## XI.7. Kimyoviy muvozanat

Umuman, barcha kimyoviy reaksiyalarni ikki turga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'lish mumkin. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar to'liq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar *qaytmas reaksiyalar* deyiladi. Masalan:



*Qaytmas reaksiyalar* faqat bir yo'nalishda boradi va bular amalda to'liq, oxirigacha boradigan reaksiyalardir. Agar dastlabki moddalar stexiometrik nisbatda olingan bo'lsa, reaksiya mahsulotlari dastlabki moddalar bilan ifloslanmagan, ya'ni deyarli toza moddalar hosil bo'ladi.

Aksariyat kimyoviy jarayonlar **qaytar** reaksiyalardir. *Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir qismi reaksiya mahsulotlariga aylanib, ayni vaqtda reaksiya mahsulotlari qaytadan dastlabki moddalarga aylanib turadigan kimyoviy jarayonlar qaytar reaksiyalar* deyiladi.



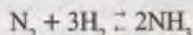
Bu misollardan ko'rinib turibdiki, qaytar reaksiyalar ikkita o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda boruvchi reaksiyalardan iborat bo'lib, ular qatoriga ko'pchilik birikish, dissotsilanish, gidrolizlanish, kompleks hosil bo'lish reaksiyalarini kiritish mumkin.

Bu reaksiyalar davomida reaksiya olib boriluvchi sistema (avtoklav, stakan, kolba)da dastlabki moddalar ham, reaksiya mahsulotlari ham doimo birgalikda uchraydi. Shu sababli, aksariyat texnologik jarayonlarda qaytar reaksiyalarning kechishi ishlab chiqarishni ancha qiyinlashtiradi. Bu qiyinchiliklar, asosan, reaksiya tezligini ma'lum vaqtdan so'ng o'zgar olmay qolishida, reaksiya mahsulotlarini ifloslanishida, ishlab chiqarish unumining pasayishida namoyon bo'ladi.

Qaytar reaksiyalarning o'ziga xos xususiyati ularda kimyoviy muvozanat holatining yuzaga kelib qolishidir.

Yuqorida keltirilgan qaytar reaksiyalardan xohlagan birortasini tahlil etsak, ularning har birida quyidagi holatni ko'rish mumkin (ammiak hosil bo'lish jarayonini ko'rib chiqamiz):

1 mol  $N_2$  gazi bilan 3 mol  $H_2$  gazi aralashtirilib, tegishli sharoit yaratilsa, bu moddalar o'zaro ta'sirlashadi:



Ma'lum vaqt davomida reaksiya boradi, bir ozdan so'ng go'yo reaksiya to'xtab qolgandek tuyuladi. Shu paytda reaksiya aralashmani analiz qilib ko'rilsa, unda dastlabki moddalar  $N_2$ ,  $H_2$  va mahsulot ( $NH_3$ ) — ammiak moddasi borligini ko'rish mumkin. Agar sharoit o'zgartirilsa, moddalarning konsentratsiyalari ham o'zgarishi, lekin ularning miqdoriy nisbatlari har bir holatda deyarli bir xil qolishi aniqlangan.

Buning sababi quyidagicha izohlanadi: moddalar aralashtirilganda reaksiya boshlanib, ammiak hosil bo'la boshlaydi (to'g'ri reaksiya):

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  (I) va bu to'g'ri reaksiyaning tezligi

$$V_{\text{to'g'}} = K_1 \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3 \text{ bo'ladi.}$$

Vaqt o'tishi bilan hosil bo'lgan mahsulot —  $NH_3$  ning bir qismi parchalanib, qaytadan dastlabki moddani hosil qila boshlaydi (teskari reaksiya):

$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$  (II) va bu teskari reaksiyaning tezligi

$$V_{\text{tes}} = K_2 [NH_3]^2 \text{ bo'ladi.}$$

Vaqt o'tishi bilan I reaksiya tezligi kamayib boradi. Chunki, massalar ta'siri qonuniga ko'ra  $N_2$  va  $H_2$  konsentratsiyalari kamayib borishi bilan  $V_{\text{to'g'}}$  ning qiymati kamaya boshlaydi. II reaksiya tezligi esa, aksincha, orta boshlaydi. Chunki vaqt o'tishi bilan ammiakning konsentratsiyasi ortib boradi va  $V_{\text{tes}}$  qiymatining ortishiga olib keladi.

Sistemada shunday holat yuzaga keladiki, bu paytda I va II reaksiyalarning tezliklari o'zaro teng bo'lib qoladi:

$$V_{\text{to'g'}} = V_{\text{tes}}$$

Bunda vaqt birligi ichida azot va vodoroddan qancha ammiak hosil bo'lsa, shu vaqt ichida ana shuncha miqdordagi ammiak qayta parchalanib, azot va vodorod hosil qiladi, ya'ni to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari teng bo'lib qoladi. Bunga sistemaning kimyoviy

muvozanat holati deyiladi. Kimyoviy muvozanat paytida kimyoviy reaksiyalar to'xtab qolmaydi, reaksiya davom etaveradi. Lekin qarama-qarshi reaksiyalarning tezliklarigina teng bo'lib turaveradi. Shu sababli buni *dinamik (harakatchan) muvozanat* deyiladi.

Kimyoviy muvozanatning miqdoriy tavsifnomasi sifatida muvozanat doimiysi —  $K_{\text{muv}}$  qabul qilingan.

**Muvozanat doimiysi.** Yuqorida ko'rib chiqilgan reaksiyalar uchun: to'g'ri reaksiya tezligi:  $V_{\text{to'g'}} = K_1[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$ ; teskari reaksiya tezligi:  $V_{\text{tes}} = K_2[\text{NH}_3]^2$  bo'lsa, kimyoviy muvozanat sharti  $V_{\text{to'g'}} = V_{\text{tes}}$  ga ko'ra:  $K_1[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3 = K_2[\text{NH}_3]^2$  bo'ladi. Bu tenglikdagi doimiylarni bir tomonga, moddalar konsentratsiyalarini ikkinchi tomonga o'tkazib yozsak:  $K_{\text{muv}} = K_1 / K_2 = [\text{NH}_3]^2 / [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$  tenglamaga kelamiz. Agar doimiylar nisbati ham bir (doimiy) o'zgarmas songa teng bo'lishini e'tiborga olsak, reaksiyalar tezlik doimiylarining nisbatlari  $K_1 / K_2 = K_{\text{muv}}$  ekanligi kelib chiqadi. *Buning ma'nosi — kimyoviy muvozanatda turgan sistemada reaksiyada hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasining muvozanatda turgan dastlabki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga nisbati ayni temperaturada doimiy sonidir.*

Gazsimon moddalar ishtirok etadigan sistemalar uchun  $K_{\text{muv}}$  — ifodasida konsentratsiya o'rnida gazsimon moddaning parsial bosimlari yoziladi. Masalan, umumiy reaksiya:  $aA + bB = cC + dD$  uchun

$$K_{\text{muv}} = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

*Har qanday reaksiya muvozanat doimiysining qiymati reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lib, moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas.*

Umuman, muvozanat doimiysi va reaksiyaning asosiy termodinamik tavsifnomalari ( $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ) o'rtasida uzviy bog'lanish mavjud.

Ma'lumki,  $\Delta G = -RT \ln K_{\text{muv}}$ . Agar  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  ekanligini eslasak, u holda  $\Delta H - T\Delta S = -RT \ln K_{\text{muv}}$  kelib chiqadi. Tenglamani  $\Delta H$  va  $T\Delta S$  ga nisbatan echib  $K_{\text{muv}}$  qiymatini topsak:

$$K_{\text{muv}} = e^{-\Delta H/RT} e^{\Delta S/R} \text{ kelib chiqadi.}$$

Bu formulada  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  va  $T$  lar eksponensialning darajasida turibdi. Bundan ko'rinadiki,  $K_{\text{mov}}$  ning qiymati temperatura o'zgarishiga juda sezgir bo'lib, moddalarning tabiati (entalpiya va entropiya) ga bog'liqdir.

Bu xulosalar har qanday qaytar reaksiya (birikish, parchalanish, dis-sotsilanish, cho'kmaning erishi, kompleks hosil bo'lishi, gidrolizlanish) uchun o'rindir.

## XI. 8. Kimyoviy muvozanatning siljishi.

### Le-Shatlye prinsipi

Agar muvozanatda turgan sistemaning biror parametri yoki reaksiyon muhitning sharoiti o'zgartirilmasa, sistema uzoq vaqt mobaynida bu muvozanat holatida turaveradi. Agar shu sistemaning biror parametri (sharoiti) o'zgarsa, sistemaning muvozanat holati buziladi. Boshqacharoq aytganda,  $V_{\text{to'g'}} = V_{\text{tes}}$  (muvozanat holat) sharti o'zgarib,  $V_{\text{to'g'}} \neq V_{\text{tes}}$  bo'lib qoladi.

Bu holat faqatgina quyidagi ikki shart:  $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$  yoki  $V_{\text{to'g'}} < V_{\text{tes}}$  dan biri amalga oshganda ro'y beradi. Bunga *kimyoviy muvozanatning siljishi* deyiladi. Muvozanat o'ng yoki chap tomonga siljiydi. Sistema kimyoviy muvozanati moddalar konsentratsiyalari (C), bosim (P) va temperatura (T) o'zgartirishida siljishi mumkin. Bu omillar muvozanatning siljishiga qanday ta'sir etishini ko'rib chiqamiz.

### *Kimyoviy muvozanatning siljishiga moddalar konsentratsiyasining ta'siri*

Agar ammiak hosil bo'lishi reaksiyasida (muvozanatda turgan) dastlabki moddalardan  $H_2$  (yoki  $N_2$ ) ning konsentratsiyasini oshirsak, massalar ta'siri qonuniga ko'ra  $V_{\text{to'g'}} = K_1 [N_2] [H_2]^3$  ifodaga muvofiq to'g'ri reaksiya tezligi ortadi va sistemada  $N_2$  va  $H_2$  miqdori kamaya boshlaydi.  $NH_3$  miqdori muvozanat holatidagiga nisbatan ortadi. Reaksiyon aralashmada  $NH_3$  miqdorining ortishi o'z navbatida  $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$  reaksiya tezligi  $V_{\text{tes}}$  ning ortishiga sabab bo'ladi va ma'lum vaqtdan so'ng sistemada yana (yangi) muvozanat holati qaror topadi.

Yangidan muvozanatga kelgan bu sistemada yana  $H_2$  (yoki  $N_2$ ) ning miqdorini oshirsak, yana xuddi yuqoridagi singari holat qaytariladi. Kimyoviy muvozanat o'ng tomonga siljiydi ( $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$ ) va pirovardida yana qaytadan muvozanat qaror topadi ( $V_{\text{tes}} = V_{\text{to'g'}}$  holatga keladi).

Agar sistemada reaksiya mahsuloti  $NH_3$  ning miqdori oshirilsa, muvozanat buzilib, ammiakning parchalanishi reaksiyasining tezligi ortadi ( $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$ ) va ma'lum vaqt o'tgandan so'ng qaytadan muvozanat qaror topadi.

Umuman, muvozanatda turgan sistemada **dastlabki moddalar konsentratsiyasining ortishi** bu moddalar miqdorini kamaytiruvchi reaksiya tezligining ortishi ( $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$ ) ga olib keladi, muvozanat o'ngga, ya'ni reaksiya mahsulotlari miqdori ortishi tomonga siljiydi.

**Reaksiya mahsulotlaridan biri miqdorining ortishi**, shu mahsulot miqdorini kamaytiruvchi reaksiya, ya'ni dastlabki moddalar hosil bo'lishi reaksiyasi ( $V_{\text{to'g'}} < V_{\text{tes}}$ ) tezligining ortishiga, muvozanatning **chapga siljishiga** olib keladi.

Yuqorida aytilgan misolimizda **dastlabki moddalar konsentratsiyalarining kamayishi** teskari reaksiya tezligining ortishiga  $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$ , ya'ni shu moddalar miqdorini oshiruvchi reaksiya tezligining ortishiga olib keladi.

Hosil bo'lgan mahsulot —  $\text{NH}_3$  miqdorining kamayishi  $V_{\text{to'g'}} > V_{\text{tes}}$  ga olib keladi, muvozanat o'ngga siljiydi.

Aksariyat hollarda gazsimon moddalar ishtirokida boruvchi reaksiya (sistema)larda *bosim o'zgarishining kimyoviy muvozanatning siljishiga ta'siri* ham xuddi yuqorida bayon etilgandek tushunilishi kerak.

Masalan, azot, vodorod va ammiakdan iborat kimyoviy muvozanatda turgan sistemaning umumiy bosimi 3 marta (sistema hajmini 3 marta kamaytirish bilan) oshirilganda muvozanat qaysi tomonga siljiydi?

Yechish: Bunda, bosimning 3 marta ortishi gazsimon moddalar miqdorining 3 marta ortishiga va muvozanatning siljishiga sabab bo'ladi. Natijada muvozanat qaysi tomonga siljiydi?

Bosim o'zgarguncha barcha moddalar konsentratsiyasi:

$$C_{\text{N}_2} = x \text{ mol/l}, \quad C_{\text{H}_2} = y \text{ mol/l}, \quad C_{\text{NH}_3} = z \text{ mol/l} \text{ bo'lsin.}$$

U holda reaksiyalar tezliklari:

$$V_{\text{to'g'}} = K_1 \cdot C_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{H}_2}^3 = K_1 \cdot x \cdot y^3 \text{ va } V_{\text{tes}} = K_2 \cdot C_{\text{NH}_3}^2 = K_2 \cdot z^2 \text{ bo'ladi.}$$

Gazlarning bosimi 3 marta oshirilganda, ularning konsentratsiyalari:  $C_{\text{N}_2} = 3x$ ,  $C_{\text{H}_2} = 3y$  va  $C_{\text{NH}_3} = 3z$  bo'ladi. Har bir reaksiyaning tezligi:

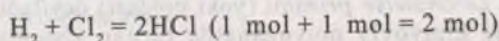
$$V_{\text{to'g'}} = K_1 \cdot 3x \cdot (3y)^3 = 81 K_1 \cdot x \cdot y^3$$

$$V_{\text{tes}} = K_2 \cdot (3z)^2 = 9 K_2 \cdot z^2$$

Demak, sistema bosimining 3 marta ortishi to'g'ri reaksiya tezligini 81 martaga, teskari reaksiya tezligini esa 9 marta ortishiga olib kelar ekan. Natijada, to'g'ri reaksiya tezligi teskari reaksiya tezligidan 9 marta yuqori bo'lib, muvozanat buzilib ( $V_{to'g'} \gg V_{tes}$  bo'lgani uchun) o'ngga siljiydi.

Bu holat reaksiya tenglamasining o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsiyentlar ( $1 \text{ mol } N_2 + 3 \text{ mol } H_2 \rightleftharpoons 2 \text{ mol } NH_3$ ) yig'indisi ( $4 \text{ mol} \neq 2 \text{ mol}$ ) o'zaro teng bo'lmagani uchun ro'y beradi.

Agar tenglamada dastlabki moddalar "mol" lar soni hosil bo'lgan moddalar "mol"lari soni bilan teng bo'lsa, masalan,



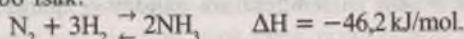
bosimning o'zgarishi sistema muvozanatining o'zgarishiga olib kelmaydi. Lekin tenglamadagi moddalardan birortasining konsentratsiyasi o'zgarishi muvozanatni u yoki bu tomonga siljitgan bo'lar edi.

Yuqoridagilarga asosan xulosa qilsak, sistema hajmini kamaytirish bilan bosimning ortishi kimyoviy muvozanatni gaz molekulari soni kamayadigan tomonga, ya'ni bosim kamayadigan tomonga siljitadi. Bosimning kamayishi esa muvozanatni bosim ortadigan tomonga siljitadi. *Reaksiyaning o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsiyentlar yig'indisi o'zaro teng bo'lsa, bosimning o'zgarishi muvozanat siljishiga olib kelmaydi.*

### Temperaturaning ta'siri

Kimyoviy muvozanatning siljishiga temperaturaning ta'siri reaksiyaning **endotermik yoki ekzotermik** ekanligiga, ya'ni reaksiyaning issiqlik effektiga bog'liq bo'ladi.

Agar ammiak hosil bo'lishi reaksiyasini o'rganishni davom ettiradigan bo'lsak:



Bunda to'g'ri (o'ngga) reaksiya ekzotermik, teskari (chapga) reaksiya endotermik bo'ladi.

Bu reaksiya issiqlik chiqishi bilan boradi, ya'ni u ekzotermikdir. ( $\Delta H < 0$ ). Bu sistemada temperaturani oshirsak, issiqlik yutilishi bilan boradigan

$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$   
reaksiya tezligi ortadi ( $V_{to'g'} < V_{tes}$ ) va muvozanat chapga siljiydi.

Temperatura pasaytirilsa, issiqlik chiqishi bilan boradigan jarayon, ya'ni to'g'ri reaksiya tezligi ortadi ( $V_{to'g'} > V_{tes}$ ) va muvozanat o'ngga —  $NH_3$  hosil bo'lishi tomonga siljiydi.

Har qanday muvozanatda turgan sistemada temperaturaning ortishi endotermik reaksiya tezligining ortishiga, temperaturaning pasayishi — ekzotermik reaksiya tezligining ortishiga olib keladi.

Kimyoviy muvozanatning siljishiga olib keluvchi uch omilning ta'sirini ko'rib chiqishdan kelib chiqadigan umumiy xulosa: **agar muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan ta'sir ettirilsa (moddalar konsentratsiyasi, bosimi, temperatura o'zgartirilsa) sistema o'z muvozanatini shu ta'sir kamayadigan jarayon tomoniga siljitadi.** Bunga kimyoviy muvozanatning siljishi to'g'risida *Le-Shatelye prinsipi* (yoki qoidasi) deyiladi. Bu qoida har qanday kimyoviy muvozanatda turgan sistemalar uchun qo'llaniladi, ularda ro'y berayotgan jarayonlarning yo'nalishini o'zgartirishning asosini tashkil etadi.

### Savollar

1. Qaytar va qaytnas reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi.
2. Kimyoviy muvozanat nima?
3. Muvozanat doimiysi nima va uning fizik ma'nosi nimada?
4. Le-Shatelye prinsipining mohiyatini tushuntiring.
5. Muvozanatga temperaturaning ta'sirini tushunish uchun nimaga e'tibor berish kerak?
6. Qanday sistemalarda muvozanatning siljishi bosimga bog'liq emas?
7. Muvozanatning siljishiga:
  - a) dastlabki moddalar miqdorining ortishi qanday ta'sir etadi?
  - b) dastlabki moddalar miqdorining kamayishi qanday ta'sir etadi?
  - v) mahsulotlar miqdorining ortishi qanday ta'sir etadi?
  - g) mahsulotlar miqdorining kamayishi qanday ta'sir etadi?
8.  $SO_2 + 1/2 O_2 \rightarrow SO_3 - \Delta H$  reaksiya muvozanatini chapga surish uchun bosim,  $t^\circ$ , C larni qanday o'zgartirish kirish?
9.  $CO + 1/2 O_2 \rightarrow CO_2 - \Delta H$  reaksiya muvozanatini o'ngga surish uchun bosim va temperatura qanday o'zgartirilishi kerak?

## XII bob

### DISPERS SISTEMALAR, ERITMALAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *dispers sistema, dispersion muhit, dispers faza, dag'al va nozik dispers sistemalar; suspenziya, emulsiya, kolloid eritma, zollar, chin eritma, qattiq, suyuq, gaz, aralashmalar, eritmalar, gidratlar, solvatlar, erish issiqligi (entalpiya), moddalarning eruvchanligi, tarqalish koeffitsiyenti, Genri qonuni; to'yingan, to'yinmagan, o'ta to'yingan eritmalar, eritma konsentratsiyasi (foiz, normal, molyar, titr, molyal, molyar qism); osmos hodisasi, Raul qonuni, ebulioskopiya va krioskopiya qonunlari.*

#### XII.1. Dispers sistemalar va ularning turlari

Ko'pchilik moddalar bir-birida (gaz-suyuqlik, suyuqlik-suyuqlik, qattiq modda-gaz, qattiq modda-suyuqlik) tarqaladi. Tarqalish natijasida geterogen yoki gomogen sistemalar hosil bo'ladi.

Bir modda ichida (muhitida) ikkinchi moddaning juda kichik zarrachalar (bo'lakchalar) holida tarqalishi (disperslanishi) dan hosil bo'lgan mikrogeterogen sistemalar *dispers sistemalar* deyiladi (dispersus — tarqalgan, sochilgan, maydalangan degan ma'noni bildiradi). Har qanday dispers sistema dispersion muhitidan va unda tarqalgan modda zarrachalari — dispers fazadan iborat bo'ladi. Dispers sistemalar bir-biridan dispersion muhit va dispers fazaning agregat holati, zarrachalarning o'lchami (katta-kichikligi), ya'ni disperslik darajasi bilan farq qiladi.

Disperslik darajasiga ko'ra: dag'al dispers sistemalar ( $r=10^{-3}$  sm) mavjud. Bunday sistemalar suspenziyalar (dispers muhit-suyuqlik, dispers faza-qattiq modda zarrachalari) — loyqa suv; uning suvdagi aralashmasi, emulsiyalar (dispers faza va dispers muhit-suyuqlik) — bo'yoqlar, sut kabi aralashmalar kiradi. Bu dispers noturg'un sistemalar bo'lib, vaqt o'tishi bilan buziladi. Masalan, loyqa suv ma'lum vaqt tinch tursa tinadi, ya'ni tuproq zarrachalari cho'kadi. Bu sistemalarga chang (qattiq modda — dispers faza, havo — dispersion muhit); ko'piklar (dispersion muhit-suyuqlik, dispers faza-gaz); tuman (dispers faza-suyuqlik-(suv), dispersion muhit-havo) ham kiradi.



**Dispers sistemalarning agregat holatlariga ko'ra  
sinflarga bo'linishi**

Disper- sion muhit	Dispers faza	Shartli belgisi Dis. faza/dis. muhit	Nomi va misollar
Qattiq	Qattiq	Q/q	Qattiq geterogen sistemalar: mi- neral, beton, qotishmalar, si- tallar, kompozitsion materiallar
---	Suyuq	S/q	Kapilyar sistemalar: g'ovak jism- ga singigan suyuqliklar, tuproqqa yutilgan namlik
---	Gazsimon moddalar	G/q	G'ovak sirtga ega qattiq modda- lar: gazsimon muhitdagi adsor- bent va katalizatorlar
Suyuq	Qattiq	Q/s	Suspenziya va zollar: sanoat sus- penziyalari, pulpa, loyqa, pasta- lar, iviqlar
---	Suyuq	S/s	Emulsiya: neft, kremlar, sut, mayonez, suyuq bo'yoqlar
---	Gazsimon moddalar	G/s	Ko'piklar: flotatsion, yong'inga qarshi, sovun ko'piklari
Gaz	Qattiq	Q/g	Aerozollar: shang, tutun, kukun- simon moddalar (un, kofe, ka- kao...)
---	Suyuq	S/g	Aerozollar: tuman, bulut, dezo- dorantlar
---	Gazsimon modda	G/g	Dispers sistema hosil bo'lmaydi

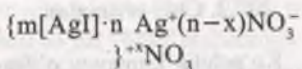
**Nozik dispers sistemalar yoki kolloid eritmalar.**

$r = 10^{-7} - 10^{-5}$  sm yoki 0,1 - 10,0 mkm kolloid eritmalarini "zollar" ham deyiladi. Kolloid eritmalar dag'al dispers sistemalariga nisbatan barqarordir. Ularga qog'oz yelimi ( $K_2SiO_3$  yoki  $Na_2SiO_3$  ning suvli aralashmasi — "suyuq shisha"), AgI,  $Fe(OH)_3$ ,  $As_2S_3$  — zollari misol bo'ladi. Kolloid eritmadagi zarrachalar murakkab tarkibli bo'lib, bu zarrachalar "mitsellalar" deyiladi. KI va  $AgNO_3$  tuzlari eritmaları aralashuvidan hosil bo'lgan AgI — zolini quyidagicha tasavvur etish mumkin.



Ahmedov Karim Sodiqovich  
(1914—2003 y.)

Kimyo fanlari doktori, professor, O'zFA akademigi, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi. Fizik-kolloid kimyo sohasida ilmiy ishlar olib borgan. 500 dan ortiq ilmiy maqolalari va 70 ta avtorlik guvohnomalari bor. Davlat mukofotlari sohibi.



yadro

granula

mitsella

Mitsellaning zaryadiga ko'ra zollarni "gidrofil zol" (musbat kolloid) va "gidrofob zol" (manfiy kolloid)ga bo'linadi. Bularga misollar sifatida  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ning gidrofil zoli —  $\{[x\text{Fe}_2\text{O}_3] \cdot y\text{H}_2\text{O} \cdot z\text{Fe}^{3+} \cdot \text{Cl}^-\}$  va  $\text{As}_2\text{S}_3$  ning gidrofob zoli  $\{[x\text{As}_2\text{S}_3 \cdot z\text{HS} \cdot z\text{H}^+]\}$  ni ko'rsatish mumkin. "Gidrofil" — "suvni yoqtiradi" (suv bilan ta'sirlashadi); "gidrofob" — "suvni yoqtirmaydi" (suv bilan ta'sirlashmaydi), degan ma'noni bildiradi.

Ko'pchilik yuqori molekulyar birikmalar (oqsillar, masalan, tuxum

oqsili)ning eritmalarida ular zarrachalarining o'lchamlari katta bo'lganligi uchun bu moddalarning eritmalarini ham kolloid eritmalariga kiritiladi.

Umuman, kimyo fanining kolloid eritmalarining olinishi, xossalari va ishla-tilishini o'rganuvchi bo'limi mavjud bo'lib, uni "kolloid kimyosi" deyiladi va max-sus o'rganiladi.

**O'ta nozik dispers sistemalar.** Bu sistemalarda zarracha radiusi  $r < 10^{-8}$  sm bo'lib, modda ion yoki molekula holida dispersion muhitda tarqalgan bo'ladi. Bu sistemalardagi zarrachalarni hatto mikroskop yordamida ham ko'rib bo'lmaydi. O'ta nozik dispers sistemalarni **chin (haqiqiy) eritmalar** deb ham aytiladi.

## XII.2. Chin eritmalar

Ko'pchilik kimyoviy o'zgarishlar, shu jumladan, texnologik jarayonlar eritmalarda kechadi. Xomashyo va mahsulotlar sifatini nazorat qilish, kimyoviy jarayonlar mexanizmini to'liq o'rganish, modda-larni sintez qilish, ularning xossa va tuzilishlarini aniqlash uchun eng ko'p qo'llaniladigan sistemalar — chin eritmalaridir.

*Eritma* — ikki yoki undan ortiq komponent (tarkibiy qism) dan iborat bo'lgan gomogen sistemadir. Eritmalar ularni tashkil qiluvchi moddalarning agregat holatiga ko'ra qattiq, suyuq, gazsimon holatlarda bo'ladi. *Qattiq eritmalar* — bular, kristallogidratlari metallarning turli tarkibga ega bo'lgan qotishmalari (po'lat, cho'yan, dyuralyuminii, bronza, latun) va tuzlarning yoki oksidlarning "aralashmasi" — shishalardir.

*Gazsimon eritmalar*ga havo (azot, kislorod va boshqa gazlardan iborat) tabiiy gaz va boshqa gazlarning aralashmalari kiradi.

Qattiq va gazsimon eritmalarda qaysi komponentning miqdori ko'p bo'lsa, shu komponent erituvchi hisoblanadi. Masalan: cho'yan — uglerod (4%) ning temir (96%) dagi eritmasi bo'lsa, havo — azotdagi (78%) kislorod (21%) va boshqa gazlarning eritmasi bo'ladi.

Eng ko'p o'rganiladigan va ko'p uchraydigan eritmalar suyuq eritmalaridir. *Suyuq eritmalar* — asoslar, kislotalar, tuzlar va organik moddalarning suv yoki boshqa suyuq moddalarda erishidan hosil bo'lgan sistemalaridir. Shu sababli, eritmalar qatoriga ko'pchilik suyuqliklar (suv-spirt, spirt-efir, benzol-efir, atseton-suv, atseton-spirt, benzol-benzin va hokazo) ning o'zaro aralashmalarini kiritish mumkin. Suyuq eritmalarda eritma hosil bo'lish jarayonida agregat holatini o'zgartirmaydigan komponent *erituvchi* deyiladi.



Xusni Rustamovich Rustamov  
(1914 y.)

O'zFA Akademigi O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan va texnika arbobi, kimyo fanlari doktori, professor. Ilmiy ishlari kislota-asos katalitik jarayonlarini o'rganishga qaratilgan.

Shunga ko'ra, suv bilan spirtning aralashuvidan hosil bo'lgan: 40% li spirt eritmasi — spirtning suvdagi (60%) eritmasi bo'lsa, 96% li aralashmasi — suvning (4%) spirdagi (96%) eritmasi deb tushunilishi kerak. Masalan: suvda osh tuzi eriganda (miqdoridan qat'iy nazar) osh tuzi kristallari suv ta'sirida kristall holatini yo'qotadi, suv esa suyuq holicha qolaveradi. Shuning uchun bunday eritmalarining barchasida suv erituvchi bo'ladi.

Agar suyuqliklarning o'zaro aralashuvidan hosil bo'lgan eritmalar bo'lsa, miqdori ko'p bo'lgan suyuqlik erituvchi hisoblanadi.

### XII.3. Eritmalarining hosil bo'lishi

Eritmalarining hosil bo'lishini fizikaviy va kimyoviy (gidratlar) nazariyalar quyidagicha tushuntiradi.

Eritma erituvchilarda turli modda molekularining tarqalib ketishi, ya'ni erishi natijasida hosil bo'ladi. Qattiq moddalar erishida uning sirtidagi zarrachalar erituvchi molekulari ta'sirida sirtidan "uzilib" eritmaga o'tadi. Diffuziya hodisasi va molekulararo ta'sir tufayli bu zarrachalar eritma "ichiga" singib ketib, bir tekis tarqala boshlaydi. Shu tariqa kristall panjarani tashkil etgan barcha zarrachalar (eritma erigan moddaga to'yinmaguncha) eritmaga o'tadi va eritma hosil bo'ladi. Bu jarayon natijasida bir jinsli sistema hosil bo'ladi va bunda erituvchining tabiati va qattiq moddaning tuzilishi, kimyoviy xossasi asosiy rol o'ynaydi.

Suyuq moddalar eritmalarining hosil bo'lishida erituvchi va eriydigan moddalarning molekulari (diffuziya hodisasi tufayli) o'zaro aralashib ketadi. Bu jarayonda moddalarning dipol momenti, qutblanuvchanligi kabi xususiyatlari asosiy o'rinni egallaydi. Shu sababli, qutbli moddalar qutbli erituvchida, qutbsiz moddalar qutbsiz erituvchilarda yaxshi eriydi.

Eritmalarining bir jinsli bo'lishi, erish jarayonida issiqlikning yutilishi yoki ajralib chiqishi eritmalarini **kimyoviy moddalar** deb aytishga asos bo'ladi.

Lekin eritmalar tarkibining har xilligi va o'zgaruvchanligi ularni **mexanik aralashmalarga** taalluqli, degan xulosaga olib keladi. Shu sababli, eritmalarini kimyoviy moddalar bilan mexanik aralashmalar o'rtasidagi "oraliq sistema" deb qarash kerak.

Yuqoridagi holatlarda va har qanday eritmalarining hosil bo'lishida erituvchi molekulari bilan eriydigan modda molekulari o'rtasida o'zaro

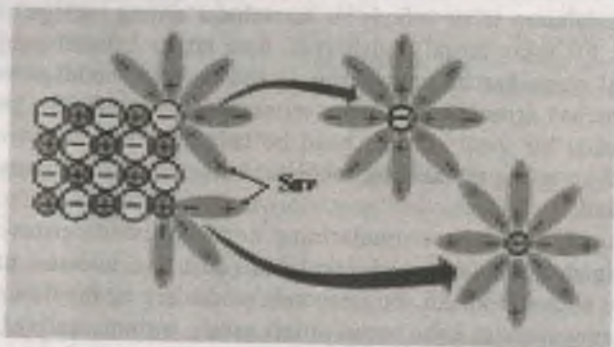
fizik-kimyoviy ta'sir ro'y beradi. Bu ta'sirning mahsuloti sifatida erigan modda molekularining *solvatlari* — *erigan modda molekulariga erituvchi molekulari birikishi mahsulotlari* hosil bo'ladi (14-rasm).

Agar A-modda biror eruvchi (lotincha "solvent")da erisa, eritmada hosil bo'lgan yangi modda — solvat  $[A \cdot n \text{ solv}]$  ko'rinishida yoziladi. Erituvchi suv bo'lsa, hosil bo'lgan moddalar  $(A \cdot n \text{ H}_2\text{O})$  gidratlar deyiladi. Eritmalar hosil bo'lishining solvatlar (gidratlar) nazariyasini D. I. Mendeleyev\* yaratgan. Bu nazariyaning rivojlanishiga S. Arrhenius va V. Konovalovlar ham katta hissa qo'shganlar.

Eritmalarda erituvchi va erigan modda o'rtasida o'zaro ta'sir yuz berishining yana bir isboti suvli eritmalarda kristallgidratlarning hosil bo'lishidir.

Suvli eritmalarda ajratib olingan ko'pchilik kristall moddalar tarkibida bir necha molekula suv bo'ladi:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{MgCl} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  va hokazo.



14-rasm. Kristallarning suvda erishi.

Demak, gidratlar (solvatlar) ning tarkibi erigan modda tarkibiga, tabiatiga, erituvchining miqdori va tabiatiga bog'liq bo'ladi.

Barcha kimyoviy jarayonlar singari moddalarning erishi ham sistemaning entalpiyasi ( $\Delta H$ ), entropiyasi ( $\Delta S$ ) va izobar-izotermik potentsiali  $\Delta G$  o'zgarishi bilan tavsiflanadi. Termodinamika nuqtai nazaridan biror modda boshqa ikkinchi moddada eriganda shu jarayon ro'y berayotgan sistema uchun

$$\Delta G = \Delta H - \Delta S < 0 \text{ shart bajarilishi kerak.}$$

Bundan ko'rinib turibdiki, doimiy temperaturada  $\Delta G$  ning qiymati erish jarayonida zarrachalarning tartibsizlik darajasi ( $\Delta S$ ) — entropiyaning va entalpiyaning ( $\Delta H$ ) o'zgarishidan tashkil topadi.

Bu ikkala kattalikning erish jarayonida o'zgarishi quyidagicha tushuntiriladi. Suyuqlik yoki qattiq modda eriganda ularning zarrachalari "tartibli" holatdan tartibsiz holatga o'tadi, ya'ni erituvchida tarqalib ketadi. Buning natijasida sistemaning entropiyasi ortadi ( $\Delta S > 0$ ), bu erish jarayonini o'z-o'zidan borishiga va  $\Delta G < 0$  bo'lishida entropiya omilining ijobiy hissa qo'shishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham aksariyat hollarda qattiq va suyuq moddalarning erishi temperatura ortishi bilan ortadi.

Gazsimon moddalarning suyuqliklarda erishida zarrachalar (gaz holatdagi) tartibsiz holatdan tartibi yuqoriroq bo'lgan (suyuqlik) holatga o'tadi va  $\Delta S < 0$ , ya'ni bu jarayon entropiyaning kamayishiga olib keladi. Bunda  $\Delta G$  ning qiymatiga entropiya faktorining qo'shadigan hissasi salbiy bo'ladi. Shu sababli gazsimon moddalarning eruvchanligi temperatura ortishi bilan kamayib, temperatura pasayishi bilan ortadi.

Eritma hosil bo'lish jarayonida sistemaning entalpiyasi yoki ortishi  $\Delta H > 0$ , yoki kamayishi  $\Delta H < 0$  mumkin. Agar  $\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V$  ekanligini e'tiborga olsak va erish jarayonida hajm o'zgarmaydi ( $\Delta V = 0$ ) deb qabul qilsak, sistema tashqi muhitga nisbatan ish bajarmaydi ( $A = p \cdot \Delta V = 0$ ), u holda erish paytida entalpiya o'zgarishi faqatgina sistema ichki energiyasining o'zgarishidan  $\Delta H = \Delta U$  iborat bo'ladi. Boshqacharoq aytganda,  $\Delta H$  (erish) asosan moddaning tuzilishi, kristall panjarasi buzilishiga sarflangan energiya —  $\Delta H_{\text{tuzilish}}$  bilan yangi hosil bo'lgan moddalarning (solvatlar, gidratlar) hosil bo'lish energiya ( $\Delta H_{\text{solv}}$ ) lari farqi  $\Delta H_{\text{erish}} = \Delta H_{\text{tuzilish}} - \Delta H_{\text{solv}}$  dan iborat bo'ladi.

Gazsimon moddalar uchun

$$\Delta H_{\text{tuzilish}} = 0 \text{ bo'lgani uchun}$$

$$\Delta H_{\text{(erish)}} = -\Delta H_{\text{(solv)}} \text{ bo'ladi,}$$

ya'ni gazlarning suyuqliklarda erishida gaz molekullari bilan erituvchi molekullari o'rtasidagi o'zaro ta'sir energiyasi asosiy faktor hisoblanadi va shu sababli doimo gazlarning erishi

$$(\Delta H_{\text{(erish)}} < 0) \text{ ekzotermik jarayondir.}$$

Shuningdek, shakar, glitserin, spirt, NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sulfat, xlorid va nitrat kislotalarning erishi ham ekzotermik jarayondir. Chunki, molekulyar kristallarning tuzilish energiyasi va suyuq moddalardagi molekulararo Van-der-Vaals kuchlarining energiyasi bu moddalarning solvatlanish (gidratlanish) energiyasidan kichik, ya'ni

$$\Delta H_{(\text{tuzilish})} < \Delta H_{(\text{solv})}^*$$

Ionli kristallardan iborat moddalar (NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, KCNS, NaCl, KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub> va boshqalar) da molekular orasidagi bog'lanish energiyasi juda katta qiymatga ega. Shuning uchun bu moddalar eriganda  $\Delta H_{(\text{tuzilish})} > \Delta H_{(\text{solv})}$  bo'lgani tufayli entalpiya o'zgarishi  $\Delta H > 0$  bo'ladi. Bu moddalarning erishi endotermik reaksiyalardir, boshqacha aytganda bu moddalarning erishi temperatura ortishi bilan ortib boradi. Moddalar eriganda issiqlikning yutilishidan foydalanib ba'zi bir sovutgich aralashmalar hosil qilinadi. Agar 60 g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ni 100 g H<sub>2</sub>O da eritilsa, sistemaning temperaturasi 30°S ga pasayadi, agar 88 g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 100 g suvda eritilsa, temperaturani 36°S ga pasaytirish mumkin.

Ba'zi moddalarda  $\Delta H_{(\text{tuzilish})} = -\Delta H_{(\text{solv})}$  bo'ladi. Bular molekulyar tuzilishli qutblanmagan moddalar bo'lib, ularning erishi entalpiya o'zgarishsiz ( $\Delta H_{(\text{erish})} = 0$ ) ro'y beradi. Bu erish jarayonida  $\Delta G < 0$  bo'lishi uchun asosan, entropiyaning ortishi ( $\Delta S > 0$ ) hal qiluvchi rol o'ynaydi. Bunga misol sifatida I<sub>2</sub> kristallarining CCl<sub>4</sub> da erishini keltirish mumkin. Bu eritma hosil bo'lishida erituvchi va erigan modda molekulari o'rtasida yangi modda (solvat) hosil bo'lmaydi va bunday eritmalar ko'pincha oddiy ikkita moddaning aralashmasiga, ya'ni *ideal eritmalarga* yaqin bo'ladi.

#### XII.4. Moddalarning eruvchanligi

Har qanday kimyoviy toza modda boshqa moddada eriydi. Moddalarning eruvchanligi shu moddaning va erituvchining tabiatiga va temperaturasiga bog'liq.

*Moddalarning eruvchanligi deb, ayni temperaturada 100 g erituvchida erigan moddaning gramm miqdoriga aytiladi.* Bunga moddalarning "eruvchanlik koeffitsiyenti" deyiladi S-harfi bilan belgilanadi.

Kengroq ma'noda moddalarning eruvchanligi sifatida ayni sharoitda to'yingan eritmaning konsentratsiyasini qabul qilsa ham bo'ladi. Shunga muvofiq, eruvchanlik miqdoran erigan modda massasining to'yingan eritma massasiga nisbatini ifodalovchi foiz (%) qiymatga tengdir. Ba'zan 1 litr

to'yingan eritmadagi erigan moddaning "mol" lar soni ham moddaning eruvchanligi deyiladi.

Ko'pchilik hollarda erituvchi sifatida suv ishlatilgani uchun moddalarning suvda eruvchanligi quyidagicha tavsiflanadi: agar 100 g suvda 10 g va undan ko'p miqdordagi modda erisa — *yaxshi eruvchan*, agar 10 g dan 0,001 gacha erisa — *kam (yomon) eriydigan*, agar 0,001 g dan kam erisa — amalda *erimaydigan* modda deyiladi.

Moddalarning eruvchanligi ularning tabiatiga bog'liq. Qutbli moddalar qutbli erituvchida (spirt suvda, ammiak suvda, vodorod xlorid suvda) yaxshi eriydi: qutbsiz moddalar qutbsiz erituvchilarda (yod xloroformda, yog' benzolda, naftalin benzolda) yaxshi eriydi.

Temperatura ortishi bilan moddalarning eruvchanligi ham ortib boradi. Buning sababi moddalarning erish issiqligi mavzusida batafsil bayon etildi.

Qattiq moddalarning eruvchanligi bosimga bog'liq bo'lmaydi.

Suyuq moddalar suyuqliklarda eriganda turlicha (cheksiz yoki cheklangan miqdorda) eriydi yoki aralashadi. Masalan: spirt suvda cheklanmagan miqdorda eriydi, boshqacha aytganda, spirt va suv o'zaro xohlagan miqdoriy nisbatlarda aralashadi.

Dietil efiri ( $C_2H_5-O-C_2H_5$ ) xona temperaturasida suvda cheklangan miqdorda eriydi, ya'ni suv va efir aralashmasi ikki qavatdan iborat bo'ladi. Yuqori qatlam — suvning efirdagi to'yingan eritmasi bo'lsa, pastki qatlam — efining suvdagi to'yingan eritmasidir. Temperaturaning ortishi bu moddalarning bir-birida eruvchanligini oshiradi va ma'lum temperaturada ikkala modda o'zaro hohlagan nisbatda aralashadi.

Gazlarning suyuqliklarda erishi ekzotermik jarayon bo'lib, *Genri qonuniga* bo'ysunadi.

*Doimiy temperaturada o'zgarmas hajmdagi suyuqlikda erigan gaz miqdori shu gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsional.*

$$C=K \cdot P$$

bunda; C — gazning eritmadagi miqdori, P — gazning parsial bosimi va K — proporsionallik koeffitsiyenti yoki Genri doimiysi.

Agar suyuqlikda bir necha gazlar aralashmasi erisa, har bir gazning eruvchanligi gazlarning umumiy bosimiga emas, balki shu gazning parsial bosimigagina bog'liq bo'ladi.

\* Bu ifodalarda absolut qiymatlarning taqqoslanishi shart ekanligini esda tutish kerak.



Gazlarning eruvchanligi "ml/100 ml" birlikda ifodalanadi.

Eritmalar moddalarning eruvchanlik koeffitsiyentiga ko'ra to'yinmagan, to'yingan va o'ta to'yingan xillarga ajratiladi.

*To'yinmagan eritma.* Ayni temperaturada ma'lum miqdor erituvchida erish koeffitsiyentidan kam miqdordagi modda erishidan hosil bo'lgan eritma — *to'yinmagan eritma* deyiladi. Agar eruvchanlik grafigiga e'tibor berilsa, 20°C da 100 g suvda 36 g NaCl eriydi.

Ba'zi gazlarning suvda eruvchanligi "ml/100 ml H<sub>2</sub>O"

Gaz	Eruvchanligi		Gaz	Eruvchanligi	
	0°C	20°C		0°C	20°C
Vodorod	2,2	1,8	CO <sub>2</sub>	171	88
Kislorod	4,9	3,1	Cl <sub>2</sub>	461	236
Azot	2,4	1,5	CH <sub>4</sub>	5,5	3,3
Ammiak		700			

Agar shu sharoitda 15 g NaCl eritilsa, to'yinmagan eritma hosil bo'ladi. Bu eritmada yana qo'shimcha 21 g modda eritib to'yingan eritma hosil qilinadi.

*To'yingan eritma* — ayni temperaturada ma'lum miqdordagi erituvchida erish koeffitsiyentiga teng miqdordagi modda erishidan hosil bo'lgan eritmadir. To'yingan eritmada doimo erigan modda miqdori kristall (erimay qolgan) modda miqdori bilan muvozanatda bo'ladi, ya'ni eritmaga o'tayotgan zarrachalar soni eritmadan kristallga o'tayotgan modda miqdoriga teng bo'ladi.

*O'ta to'yingan eritma.* Agar to'yingan eritmaga erigan moddadan qo'shib temperatura oshirilib boraverilsa, ortiqcha qo'shilgan modda erib ketadi. Yana modda qo'shib, temperatura oshirilsa, modda yana erib ketadi va natijada o'ta to'yingan eritma hosil bo'ladi. O'ta to'yingan eritmalar azaldan (T.E.Lovits, 1794 y) ma'lum bo'lib, ular oddiy sharoitda noturg'un (metastabil) sistemadir.

Shu tufayli bu eritmaga ozgina mexanik ta'sir (eritma turgan idishga oddiy zarb) berilsa yoki ozgina qattiq modda zarrachasi qo'shilsa, temperatura pasaytirilsa eritma buziladi — erigan moddaning ortiqcha miqdori qayta kristallanib ajralib chiqadi. Shu usul (qayta kristallash) bilan ko'pchilik

moddalar tozalanadi. Bunda ko'pincha kristallogidratlar olinadi. Masalan:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (natriy tiosulfat kristallogidрати),  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Glauber tuzi),  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (bura),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (mis kuporosi).

## XII.5. Eritmalarning konsentratsiyalarini ifodalash usullari

Eritmalarning asosiy miqdoriy tavsifnomasi sifatida ularning konsentratsiyalaridan foydalaniladi. Masalan, osh tuzining 10% li eritmasi,  $\text{CaCl}_2$  ning 5% li eritmasi,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning 20% li eritmasi,  $\text{NaOH}$  ning 0,1 normal,  $\text{KOH}$  ning 1 molyar eritmaları, degan tavsiflar ko'p uchraydi. Bularning hammasida bitta umumiy tushuncha — "eritma konsentratsiyasi" to'g'risida so'z boradi.

Eritmaning biror hajm yoki massa birligida erigan modda miqdorini ko'rsatuvchi kattalik **eritmaning konsentratsiyasi** deyiladi va  $C$  — harfi bilan belgilanadi.

Eritma konsentratsiyasini ifodalashning quyidagi turlari mavjud:

- a) erigan moddaning massa ulushi ( $\omega$ ) yoki foiz konsentratsiya ( $C_n$ );
- b) molyar konsentratsiya ( $C_m$ , mol/l);
- d) normal yoki ekvivalent konsentratsiya ( $C_n$ ;  $N$ , mol-ekv/l);
- e) titr ( $T$ , g/ml);
- f) molyal konsentratsiya ( $m$ , mol/1000 g);
- g) molyar qism ( $N$ , o'lchov birligi yo'q yoki %; ulush birligi yoki %).

### Eritmalarga doir masalalarni yechishda qo'llaniladigan asosiy FORMULALAR

Eritmalar zichligini topish  $p = m/V$

Eritma massasi  $m = p \cdot V$ ,

Eritma hajmi  $V = m/p$ ,

Erigan modda massasi  $m = C\% \cdot p \cdot V/100$ ,

Eritmalar ekvivalentligi  $C_1 V_1 = C_2 V_2$ ,

Dissotsilanish darajasi  $a = n/N$

Foiz konsentratsiya  $C\% = m \cdot 100/V \cdot p$

bundan hajmni topish  $V = m \cdot 100/C\% \cdot p$

Molyar konsentratsiya  $C_m = m \cdot 1000/M \cdot V$

bundan  $V = m \cdot 1000 / C_m \cdot M$   
 bundan modda massasi  $m = C_m M V / 1000$   
 Normal konsentratsiya  $C_n = m \cdot 1000 / E_{kv} \cdot V$   
 Bir konsentratsiyadan boshqasiga o'tish:  
 foizdan molyarga  $C_m = C\% \cdot p \cdot 10 / M$   
 molyardan foizga:  $C\% = C_m \cdot M / p \cdot 10$   
 foizdan normalga:  $C_n = C\% \cdot p \cdot 10 / e_{kv}$   
 normaldan foizga:  $C\% = C_n \cdot e_{kv} / p \cdot 10$

### Foiz (protsent) konsentratsiya

Har qanday eritmaning 100 grammida erigan moddaning gramm miqdorini ko'rsatuvchi qiymat foiz (protsent) konsentratsiya deyiladi. Foiz konsentratsiya quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C\% = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{erituvchi}} + m_{\text{modda}}} \cdot 100\%$$

Ko'pchilik hollarda bu konsentratsiyani "massa ulushi" holida:

$$\omega = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{erituvchi}} + m_{\text{modda}}}$$

ifodalanadi. Uning ma'nosi — eritma umumiy og'irligining qanchasi erigan modda hissasiga to'g'ri kelishini bildiradi.

Ma'lumki, eritmalar suyuq holda bo'lgani uchun uning miqdori hajm birligida ( $V$ , ml,  $\text{sm}^3$ , litr) ifodalanadi. Bunday hollarda eritma massasi bilan hajmi o'rtasidagi bog'lanish  $m = V \cdot \rho$  holida yoziladi. Bu erda  $\rho$  — eritmaning zichligi, ya'ni 1 ml ( $\text{sm}^3$ ) hajmdagi eritmaning og'irligi deyiladi va g/ml,  $\text{g}/\text{sm}^3$ ,  $\text{kg}/\text{m}^3$  da o'lchanadi. Masalan, 98% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasining zichligi  $1,84 \text{ g}/\text{sm}^3$  ga teng deganda shu eritmaning 1  $\text{sm}^3$  yoki 1 millilitri 1,84 g massaga ega, deb tushunish kerak.

Yuqoridagilarni e'tiborga olsak, eritmaning foiz konsentratsiyasi (yoki erigan moddaning massa ulushi —  $\omega$ ):

$$C\% = \frac{m_{\text{modda}}}{V \cdot \rho} 100\% \quad \text{yoki} \quad \omega = \frac{m_{\text{modda}}}{V \cdot \rho} \text{ bo'ladi.}$$

Faraz qilaylik, osh tuzi eritmasining konsentratsiyasi 15% ( $\omega = 0,15$ ) li bo'lsin. Buning ma'nosi, osh tuzi eritmasining 100

grammi 15 g NaCl moddasi va 85 g H<sub>2</sub>O dan tashkil topgan. Boshqacha aytganda, shu eritmaning 1 og'irlik qismi (g) da 0,15 og'irlik qism (g) NaCl va 0,85 og'irlik qism (g) H<sub>2</sub>O bor.

**1-masala.** 300 g suvda 45 g CaCl<sub>2</sub> tuzi erigan. Shu eritmaning foiz konsentratsiyasi va CaCl<sub>2</sub> ning massa ulushini hisoblang.

*Berilgan:*

$$m_{\text{eritma}} = 300 \text{ g}, m_{\text{modda}} = 45 \text{ g},$$

*Yechish:*

a) proporsiya usuli bo'yicha, 300 g suvda 45 g CaCl<sub>2</sub> eritilib, 345 g eritma hosil qilinganligi sababli:

345 g eritmada → 45 g CaCl<sub>2</sub> erigan bo'lsa,

100 g eritmada → x g CaCl<sub>2</sub> erigan,

$$x = \frac{45}{345} \cdot 100 = 13,07\% \text{ yoki } C=13,07\%.$$

b) formula bo'yicha hisoblansa,

$$\begin{aligned} \% &= \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{suv}} + m_{\text{CaCl}_2}} \cdot 100\% = \\ &= \frac{45}{300 + 45} \cdot 100\% = 13,07\%. \end{aligned}$$

v) massa ulushini hisoblaymiz:

$$\omega = \frac{m_{\text{modda}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{45}{(300+45)} = 0,1307$$

**2-masala.** 250 ml 20% li ( $\rho = 1,27 \text{ g/sm}^3$ ) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasida erigan sulfat kislotalari va suvning massasini hisoblang:

*Berilgan:*

$$V_{\text{eritma}} = 250 \text{ ml}$$

$$C\% = 20\%$$

$$\rho = 1,27 \text{ g/sm}^3$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = ? m_{\text{suv}} = ?$$

*Yechish:* a) eritmaning umumiy og'irligini hisoblaymiz:

$$m_{\text{eritma}} = V_{\text{eritma}} \cdot \rho = 250 \cdot 1,27 = 317,5 \text{ g}$$

b) eritmaning 20% li ekanligiga asoslanib, proporsiya tuzamiz:

100 g eritmada  $\rightarrow$  20 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  erigan bo'lsa,

317,5 g eritmada  $\rightarrow$   $m_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  erigan

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{2}{100} 317,5 = 63,5 \text{ g}$$

v) formula asosida hisoblash:

$$C\% = \frac{m_{\text{modda}}}{V \cdot \rho} = 100\%$$

$$m_{\text{modda}} = \frac{C\% \cdot V \cdot \rho}{100\%} = \frac{20 \cdot 250 \cdot 1,27}{100} = 63,5 \text{ g}$$

g) eritmadagi suvning massasi:

$$m_{\text{eritma}} = m_{\text{erituvchi}} + m_{\text{modda}} \text{ ga asosan}$$

$$m_{\text{erituvchi}} = m_{\text{eritma}} - m_{\text{modda}} = 317,5 - 63,5 = 254 \text{ g}$$

### ***Molyar konsentratsiya***

Eritmalarning molyar, normal konsentratsiyalari va titr hajmiy konsentratsiyalar qatoriga kirib, eritmaning hajm birligida erigan modda miqdorini ifodalaydi.

1 litr (1000 ml) eritmada erigan moddaning "mol" lar miqdorini ko'rsatuvchi qiymat *molyar konsentratsiya* deyiladi. Uni hisoblash formulasi:

$$C = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{litr})} \text{ bo}$$

Bu yerda:  $V$  — eritmaning hajmi,  $n$  —  $V$  hajmga ega bo'lgan eritmada erigan moddaning miqdori, ya'ni "mol" lar soni. Agar  $n = m/M$  va hajmni millilitrda ifodalasak, u holda:

$$C = \frac{n_{\text{(modda)}}}{M \cdot V_{\text{(ml)}}} \cdot 1000 \text{ bo'ladi}$$

Bu erda:  $m_{\text{modda}}$  — erigan modda massasi, g;  $M$  — erigan moddaning molyar massasi, g/mol.

Agar,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning 0,5 mol/l konsratsiyali eritmasi deyilsa, har bir litr eritmada 0,5 mol (yoki  $0,5 \cdot 98 = 49$  g)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  erigan, degan ma'noni tushunish kerak.

**Masala.** 300 ml eritmada 6 g NaOH erigan. Shu eritmaning molyar konsratsiyasini hisoblang.

*Berilgan:*

$$V_{\text{eritma}} = 300 \text{ ml}$$

$$m_{\text{NaOH}} = 6 \text{ g}$$

$$M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g/mol}$$

$$C_M = ?$$

*Yechish.* a) proporsiya usuli bilan hisoblash.

300 ml eritmada  $\rightarrow$  6 g NaOH  $\rightarrow 6/40 = 0,15$  mol erigan.

Agar 300 ml eritmada  $\rightarrow$  0,15 mol NaOH bo'lsa, shu eritmaning 1000 ml da  $\rightarrow C_m$  bo'ladi.

*Bundan:*

$$C_M = \frac{0,15 \text{ mol} \cdot 1000 \text{ ml}}{300 \text{ ml}} = 0,5 \text{ mol} = 0,5 \text{ M.}$$

**Masala.** 0,125 molyar eritma hosil qilish uchun 250 ml eritmada necha gramm  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  eritish kerak?

*Berilgan:*

$$C_M = 0,125 \text{ mol/l}$$

$$V = 250 \text{ ml}$$

$$M_{\text{modda}} = 250 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{Modda}} = ?$$

*Yechish:* a) formula asosida hisoblash:

$$C_M = \frac{m_{\text{mod da}} \cdot 1000}{M_{\text{mod da}} \cdot V} \text{ dan}$$

$$m_{\text{mod da}} = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,125 \cdot 250 \cdot 250}{1000} = 7,81 \text{ g}$$

Demak, 7,81 g mis kuporosi kerak.

### *Normal (ekivalent) konsentratsiya*

Har qanday eritmaning 1 litri (1000 millilitr) da erigan moddaning gramm-ekivalent soni (ekivalent miqdori) ni bildiruvchi qiymatga **normal konsentratsiya** deyiladi. Normal konsentratsiyani hisoblash formulalari:

$$C_H = \frac{n(\text{g.ekv})}{V} \text{ yoki } n_{(\text{g.ekv})} = \frac{m_{\text{mod da}}}{E_{\text{mod da}}} \text{ va}$$

$V = 1000$  ml ekanligini e'tiborga olsak:

$$C_H = \frac{m_{\text{mod da}} \cdot 1000}{E_{\text{mod da}} \cdot C(\text{ml})} (H)(\text{g.ekv / l}) \text{ bo'ladi}$$

Ushbu konsentratsiyani hisoblash uchun "Kimyoning asosiy qonunlari" mavzusidagi murakkab moddalarning ekvivalentini hisoblash formulalarini bilish shart.

Agar NaOH ning 0,25 n li eritmasi deyilsa, shu eritmaning har 1 litrida 0,25 g.ekv (yoki  $0,25 \cdot 40 = 10$  g) NaOH erigan, degan ma'noni anglash lozim.

**Masala.** 11,2 g KOH 500 ml eritmada eritilgan. Shu eritmaning normal konsentratsiyasini hisoblang. Bu eritmaga 250 ml suv qo'shilsa, eritma konsentratsiyasi qanday bo'ladi?

*Berilgan:*

$$M_{\text{KOH}} = 11,2 \text{ g}$$

$$V = 500 \text{ ml}$$

$$V_{\text{suv}} = 250 \text{ g / mol}$$

$$C_H^1 = ? \quad C_H^2 = ?$$

*Yechish:* normal konsentratsiya formulasi asosida hisoblash:

$$C_H = \frac{m_{\text{mod da}} \cdot 1000}{E_{\text{KOH}} \cdot V};$$

Bu formula asosida hisoblashda:

$$E_{\text{KOH}} = \frac{M_{\text{KOH}}}{n_{\text{OH}}} = \frac{56}{1} = 56 \text{ g/ekv bo'ladi. Qiymatlarini o'rniga}$$

qo'ysak,

$$C_H^1 = \frac{11,2 \cdot 1000}{56 \cdot 500} = 0,4 \text{ mol-ekv/l} = 0,4n$$

Eritmaga 250 ml suv qo'shilsa, umumiy hajm  $500+250=750$  ml bo'ladi. Modda massasi 11,2 g ligicha qoladi. Shunga asosan:

$$C_H^2 = \frac{11,2 \cdot 1000}{56 \cdot 750} = 0,266 \text{ mol-ekv/l} = 0,266n \text{ bo'ladi.}$$

Molyar va normal konsentratsiyalarning formulalaridan ko'rinib turibdiki, eritmaning konsentratsiyalari eritma hajmiga teskari proporsionaldir, ya'ni *aniq konsentratsiyali eritmaning hajmi avvalgisiga nisbatan necha marta ortsa, eritma konsentratsiyasi shuncha kamayadi.*

Aksariyat hollarda molyar va normal konsentratsiyalar foiz konsentratsiya bilan almashtirilishi yoki aksincha masalalarni hal etishga to'g'ri keladi. Shunday hollarda quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

$$C_M = \frac{C\% \cdot V \cdot \rho \cdot 1000}{100 \cdot V \cdot M} = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{M}$$

bo'ladi.

$$\text{Bundan, } C\% = C_M M / \rho \cdot 10$$

Bu yerda: E — erigan moddaning ekvivalent massasi.

### *Eritmaning titri*

Eritmaning 1 millilitr ( $\text{sm}^3$ )da erigan moddaning gramm miqdorini ko'rsatuvchi qiymatga *eritmaning titri* deyiladi.

Yuqoridagi qoidaga ko'ra, xlorid kislotasi (HCl) eritmasining titri 0,00365 g/ml ga teng deylik. Bu eritmaning 1 ml da 0,00365 g HCl erigan degan ma'noni anglatadi.



Umuman, eritmaning titri bilan molyar va normal konsentratsiyalari o'rtasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$T : \frac{m_{\text{modda}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{C_H \cdot E}{1000} \text{ va } T = \frac{C_M \cdot M}{1000}$$

### **Molyal konsentratsiya**

Molyal konsentratsiya odatda kam ishlatiladigan konsentratsiya turidir.

Molyal konsentratsiya deb, 1000 g erituvchida erigan moddaning "mol" lar soniga aytiladi va  $M = n/1000$  g formula bilan hisoblanadi. Agar 1000 g erituvchida 1 mol modda erigan bo'lsa, bu eritmaning konsentratsiyasi "1 molyalli" deyiladi.

### **Savollar**

1. Dispers sistema, disperslik tushunchalarini izohlang.
2. Dispers sistemalar qanday klassifikatsiyalanadi?
3. Eruvchanlik koeffitsiyenti nima?
4. To'yinmagan, to'yingan, o'ta to'yingan eritmalarga izoh bering.
5. Eritma konsentratsiyasi deganda nimani tushunasiz? Molyar, normal konsentratsiyalarni izohlang.
6. Erigan moddaning massa ulushi (foiz konsentratsiya) va eritma titri deganda nimani tushunasiz?
7. Eritmalarda diffuziya va osmos hodisalarining mohiyatini tushuntiring.
8. Eritmalarning muzlash va qaynash temperaturalari deganda nimani tushunasiz?
9. Krioskopik va ebullioskopik konstantalarning ma'nosini tushuntiring.

### XIII bob

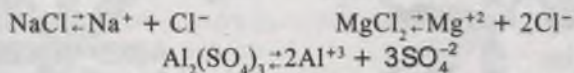
## ELEKTROLITLAR ERITMALARI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *elektrolit, elektrolitik dissotsilanish, izotonik koeffitsiyent, kation, anion, dissotsilanish darajasi, dissotsilanish doimiysi, kuchli va kuchsiz elektrolitlar, suyultirish qonuni, aktivlik, aktivlik koeffitsiyenti, ion kuchi, suvning ion ko'paytmasi, pH, pOH haqida tushuncha, pH shkalasi.*

### XIII.1. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi

Ko'pchilik tajribalar shuni ko'rsatadiki, aksariyat kislota, asos va tuzlarning eritmaları osmotik bosimi, muzlash temperaturasining pasayishi, qaynash temperaturasining ortishi, eritma bug' bosimining nisbiy pasayishi ularning nazariy hisoblangan qiymatiga nisbatan ikki, uch va bir necha marta yuqori bo'ladi.

Buning sababi shuki, bu moddalarning suvli eritmasida (shuningdek, suyuqlanmasida) zarrachalarning soni 2, 3, ... 5 marta ko'p, ya'ni kislota, asos tuzlar eriganda (yoki qattiq holdan suyuqlanmaga o'tganda) musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi:

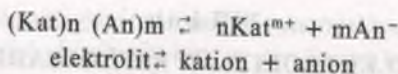


Moddalarni qarama-qarshi zaryadli ionlarga parchalanishi elektrolitik dissotsilanish (ajralish) deyiladi. Eritmada va suyuqlanmada musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajralib elektr tokini o'tkazish xossasiga ega bo'lgan moddalarni *elektrolitlar* deyiladi.

Yuqoridagi misollardan ko'rinib turibdiki, NaCl dissotsilansa, uning 1 molekulasida 2 ta ionga, MgCl<sub>2</sub> — 3 ta (1 ta Mg<sup>+2</sup> va ikkita Cl<sup>-</sup>) ionlariga, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> esa — 5 ta (2 ta Al<sup>+3</sup>, 3 ta SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)

Shved olimi S. Arrenius elektrolit eritmalarining elektr tokini o'tkazish xossalarini o'rganib elektrolitik dissotsilanish nazariyasini yaratdi. Uning nazariyasiga ko'ra:

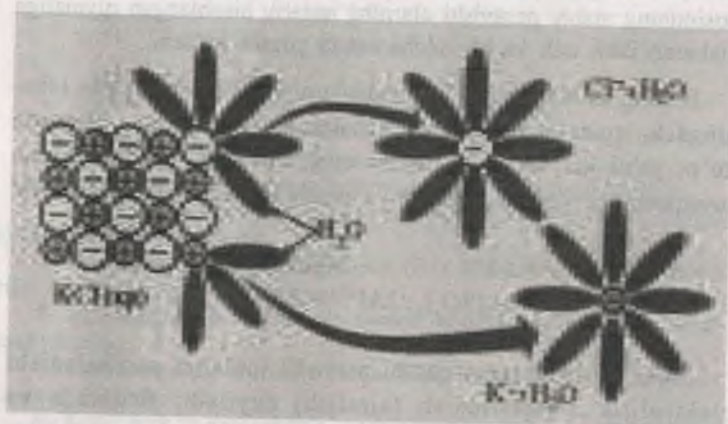
— har qanday elektrolit suvli eritmada yoki suyuqlanmada musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi:



— musbat zaryadli ionlar — kation (elektr toki manbai-ning manfiy zaryadli qutbi — katodga tortiluvchi ion). Bular  $H^+$ ,  $NH_4^+$  va barcha metallarning ionlaridir.

— Manfiy zaryadli ionlar — anion (elektr toki manbaining musbat qutbi anodga tortiluvchi ion) deb aytiladi. Bu ionlarga  $OH^-$  va barcha kislota qoldig'i ionlari kiradi.

Kation va anionlar eritmalar va suqlanmalarda elektr tashuvchi vazifasini bajaradilar va shuning uchun elektrolitlar eritma va suyuqlanmalari elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'ladi. Elektrolitlar ikkinchi tur o'tkazgichlar deb aytiladi.



15-rasm. KCl kristallining suvda erishi.

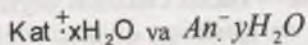
Elektrolitlarning suvda dissotsilanish mexanizmi molekulararo ta'sirning induksion, oriyentatsion turlari va eritma hosil bo'lishining gidratlar nazariyasidan kelib chiqadi.

Suvda erigan elektrolit molekulasini ionlardan yoki qutbli molekullardan iborat bo'lgani uchun suv molekullari bilan elektrolit molekullari (yoki kristall panjaradagi ionlar) o'rtasida oriyentatsion ta'sir yuzaga keladi va bu ta'sir natijasida kristall panjaraning "tugun" larida joylashgan ionlar o'rtasidagi elektro-

statik tortishuv kuchlari (ion bog'lanish) kuchsizlanib, elektrolit musbat va manfiy ionlarga ajraladi (28-rasm).

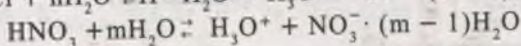
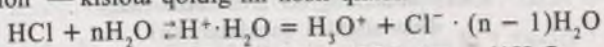
Agar modda molekulari qutbli bo'lsa, suv molekularining oriyentatsion ta'siri tufayli bunday molekulaning qutbliligi yanada ortadi va natijada elektrolitik dissotsilanadi, musbat va manfiy ionlar hosil bo'ladi.

Keltirilgan sxemadan ko'rinib turibdiki, eritmaga o'tgan har bir kation yoki anion erkin holda bo'lmaydi. Bu ionlar erituvchi suv molekulari bilan qurshab olingan, ya'ni gidratlangan holda bo'ladi. Shu sababli bu ionlarni



ko'rinishida yozish kerak.

Masalan: kislotalar dissotsilanganda kation sifatida  $\text{H}^+$  ionlarini va anion — kislot qoldig'ini hosil qiladi:



hosil bo'lgan vodorod ionining gidrati ( $\text{H}^+ \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) ni  $\text{H}_3\text{O}^+$  — gidroksoniy ioni deyiladi.  $\text{H}^+$  ni gidratlovchi suv molekularining soni 1 dan ortiq bo'lishi ham mumkinligi aniqlangan.

Lekin reaksiya tenglamalarini tuzishda bunday yozuv usuli ortiqcha murakkabliklar va behuda qiyinchiliklar tug'dirishi sababli ionli tenglamalarda suv molekulari yozilmaydi.

Shuni unutmash kerakki, faqatgina suv molekulari dissotsilovchi bo'libgina qolmay, balki ko'pchilik suyuq holdagi moddalar ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCOOH}$  — chumoli kislotasi,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  — etil spirti,  $\text{NH}_3$  — ammiak) ham ionlovchi moddalar (erituvchilar) qatoriga kiradi.

### XIII.2. Dissotsilanish darajasi va dissotsilanish doimiysi

S. Arrenius nazariyasiga binoan elektrolitik dissotsilanish jarayoni qaytar reaksiyadir. Erituvchida eritilgan yoki suyuqlanmadagi elektrolit molekularining hammasi ham ionlarga ajralib ketmaydi.

Elektrolitlarning dissotsilanishini miqdoriy ifodalash uchun dissotsilanish darajasi tushunchasi ( $\alpha$ -alfa) kiritilgan. Dissotsilanish darajasi — umuman eritilgan elektrolit molekularidan qancha qismi ion-

larga ajralganini ko'rsatadi va ionlangan molekularlar sonining (n) umumiy eritilgan elektrolit molekulari soni (N) ga nisbatiga tengdir:

$$\alpha = n/N$$

ning qiymati o'lchov birligisiz (0-1) va foizlarda (0-100%) ifodalanadi.

Dissotsilanish darajasining qiymatiga ko'ra elektrolitlarni kuchli, o'rta kuchli va kuchsiz elektrolitlarga ajratiladi. Agar elektrolitning dissotsilanish darajasi  $\alpha < 30\%$  (0,3) bo'lsa — kuchsiz elektrolit,  $30 < \alpha < 60\%$  ( $0,3 < \alpha < 0,6$ ) bo'lsa, o'rta kuchli elektrolit,  $\alpha > 60$  (0,6) bo'lsa — kuchli elektrolit deyiladi.

Dissotsilanish darajasining qiymati elektrolitning, hamda erituvchining tabiatiga, temperaturaga va eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

**Elektrolitlarning 0,1 n eritmalaridagi  
dissotsilanish darajalari ( $\alpha$ )**

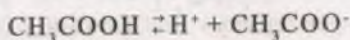
Elektrolit	$\alpha$ , %	Elektrolit	$\alpha$ , %
HCl	95	NaOH	95
KOH	90	HNO <sub>3</sub>	90
Ba(OH) <sub>2</sub>	77	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60
HF	8	NH <sub>4</sub> H	1,4
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,17	HCN	0,17

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanishini yanada aniqroq tavsiflash uchun dissotsilanish doimiysi tushunchasi kiritilgan. Har qanday kuchsiz elektrolit uchun dissotsilanish qaytar reaksiya  $Kat_n An_m \rightleftharpoons nKat^{m+} + mAn^{n-}$  bo'lgani uchun muvozanat doimiysi ifodasi ( $K_{muv}$ ) kelib chiqadi:

$$K_{muv} = K_{dis} = \frac{[Kat^+]^n \cdot [An^-]^m}{[Kat_n An_m]}$$

Bunda:  $[Kat^+]$  — kationning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l);  $[An^-]$  — anionlarning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l);  $[Kat_n An_m]$  — elektrolitning muvozanat konsentratsiyasi (mol/l).

Bu ifodani kuchsiz elektrolit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  — sirka kislota) uchun yozsak:



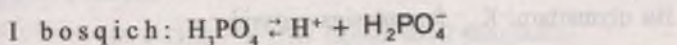
$$K_{\text{dis}} = K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

Dissotsilanish doimiysining ma'nosi — ayni temperaturada muvozanatda turgan ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasining muvozanatdagi elektrolit konsentratsiyasiga nisbati o'zgarmas sonidir.

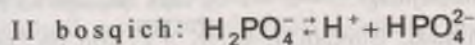
$K_{\text{dis}}$  qiymati erituvchining, elektrolitning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lib, eritma konsentratsiyasiga bog'liq emas.

$K_{\text{dis}}$  — qiymati qanchalik katta bo'lsa, elektrolit shunchalik kuchli hisoblanadi. Agar  $\text{HCOOH}$  va  $\text{CH}_3\text{COOH}$  larni o'zaro solishtirsak:  $K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$  va  $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,78 \cdot 10^{-5}$ . Bu chumoli kislotalari sirka kislotaga nisbatan 10 marta kuchli ekanligini ko'rsatadi.

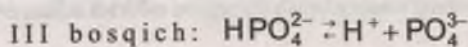
Ma'lumki, ko'pchilik kislota va asoslar bosqichli dissotsilanadi. Fosfat kislota ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ning uch bosqichli dissotsilanishi uchun 3 xil  $K_{\text{dis}}$  qiymati mavjud, ya'ni har bir bosqich o'ziga xos dissotsilanish doimiysi bilan tavsiflanadi:



$$K_{\text{dis1}} = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 8 \cdot 10^{-2}$$



$$K_{\text{dis2}} = \frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6 \cdot 10^{-8}$$



$$K_{\text{dis3}} = \frac{[\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = 1 \cdot 10^{-12}$$

Bunday elektrolitlarning umumiy dissotsilanish doimiysi

$$K_{\text{H}_3\text{PO}_4} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \frac{[\text{H}^+]^3[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \text{ bo'ladi.}$$

Ko'p negizli elektrolitlar uchun dissotsilanish bosqichi tartibi ortib borishi bilan  $K_{\text{dis}}$  qiymati kamayib boradi, ya'ni ionning dissotsilanuvchanligi kamayib boradi:  $K_1 > K_2 > K_3 \dots > K_n$ .

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish darajasi ( $\alpha$ ), dissotsilanish doimiysi ( $K_{\text{dis}}$ ) va eritmaning konsentratsiyalari ( $C$ ) o'rtasida o'zaro bog'lanish mavjud. Bu bog'lanishni sirka kislotasi eritmasi misolida ko'rib chiqaylik:

$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$  ga ko'ra kislota to'liq dissotsilanmaydi. Eritmadagi muvozanatda turgan ionlarning va dissotsilanmay qolgan kislota konsentratsiyasi quyidagicha bo'lsin:

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= C \cdot \alpha; & [\text{CH}_3\text{COO}^-] &= C \cdot \alpha; \\ [\text{CH}_3\text{COOH}] &= (1 - \alpha) \cdot C. \end{aligned}$$

Bu qiymatlarni  $K_{\text{dis}}$  formulasiga qo'ysak:

$$K_{\text{dis}} = \frac{(C \cdot \alpha)(C \cdot \alpha)}{(1 - \alpha)C} = \frac{(C \cdot \alpha)^2}{(1 - \alpha)C} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} C \text{ bo'ladi.}$$

Agar kuchsiz elektrolitlar uchun  $\alpha \ll 1$  ekanligini e'tiborga olsak, tenglamaning maxrajidagi  $1 - \alpha = 1$  bo'ladi. Shunga ko'ra,  $K_{\text{dis}} = \alpha^2 C$  kelib chiqadi. Bundan  $\alpha = \sqrt{K_{\text{dis}}/C}$  bo'lib, uni Ostvaldning suyultirish qonunining matematik ifodasi deyiladi. Boshqacharoq aytganda, *kuchsiz elektrolitning dissotsilanish darajasi shu elektrolit dissotsilanish doimiysining kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'lib, elektrolitning molyar konsentratsiyasi kvadrat ildiziga teskari proporsionaldir.* Bu formulaning amaliy ahamiyati shundan iboratki, kuchsiz elektrolitning dissotsilanish darajasini oshirish uchun erit-

mani suyultirish, ya'ni erituvchi miqdorini oshirish bilan eritma konsentratsiyasini kamaytirish kerak.

Shu qoidaning isboti sifatida quyidagi ma'lumotlarni keltirish mumkin. Sirka kislotasining turli konsentratsiyalari uchun 25°C dagi  $\alpha$  ning qiymatlari:

$C_m$	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001
$\alpha, \%$	0,95	1,4	1,9	4,2	6,0	12,4

### XIII.3. Ion almashinish reaksiyalari

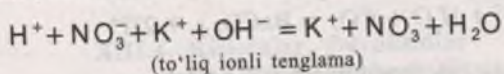
Barcha elektrolitlar o'zaro aralashtirilsa yoki ularga boshqa moddalar ta'sir ettirilsa **ion almashinish** reaksiyalari sodir bo'ladi.

Ion almashinish reaksiyalari quyidagi hollarda amalga oshadi, ya'ni oxirigacha boradi.

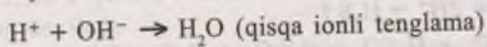
1. Kam dissotsilanuvchi moddalar yoki suv hosil bo'lsa:

a)  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (molekulyar tenglama).

Bu reaksiyani ionli ko'rinishda yozamiz:



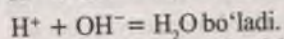
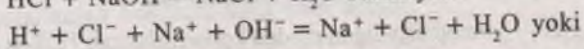
Tenglamaning ikkala tomonida ham mavjud bo'lgan ionlarni qisqartirib yozamiz. Chunki ion almashinish jarayonida ular ishtirok etmaydi:



Bu tenglama shu reaksiyaning mohiyatini, ya'ni reaksiya aynan qaysi ionlar o'rtasida borishini ko'rsatadi.

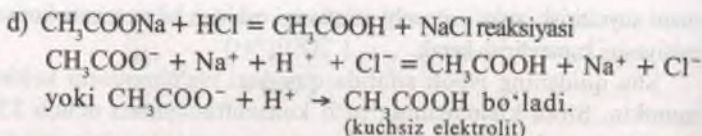
$\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlarining o'zaro birikib  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{pH} = 7$ ) hosil qilish reaksiyasi *neytrallanish reaksiyalari* deyiladi. Bu reaksiyalardan foydalanib eritmalardagi kislota, ishqor va gidrolizlanadigan tuzlar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , ...) miqdori aniqlanadi. Bu usul neytrallash yoki kislota-asos titrlash usullari deyiladi.

b)  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyasi

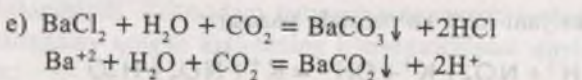
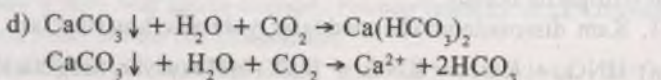
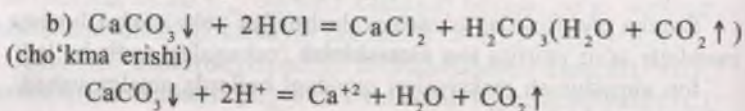
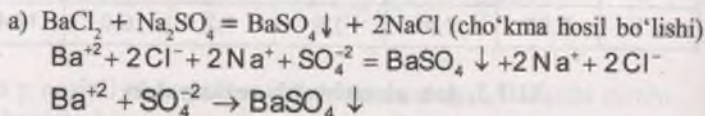


(kuchsiz elektrolit)

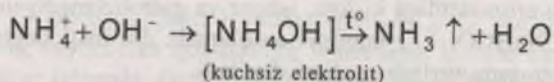
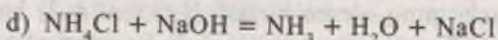
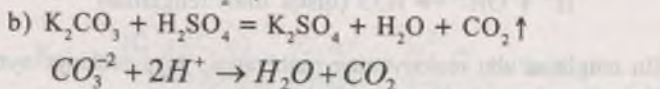
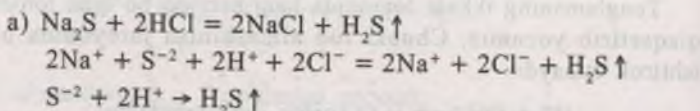




2. Kam eriydigan modda (cho'kma)lar hosil bo'lsa yoki cho'kma erisa:

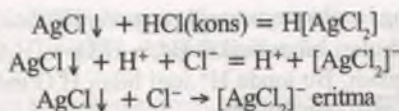


3. Gazsimon moddalar hosil bo'lsa:

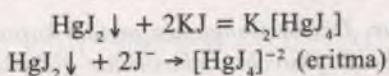


4. Kompleks birikma (ion)lar hosil bo'lsa:

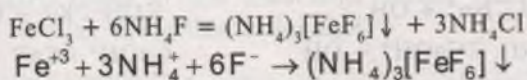
a)  $\text{AgCl}$  — yomon eriydigan modda konsentrlangan  $\text{HCl}$  da eriydi, chunki bu eritmada quyidagi ion almashinish reaksiyasi boradi:



5. Shuningdek,  $\text{HgJ}_2$  va  $\text{KJ}$  eritmalari aralashtirilganda ham:



a)  $\text{FeCl}_3$  eritmasiga ko'p miqdorda  $\text{NH}_4\text{F}$  qo'shilsa:



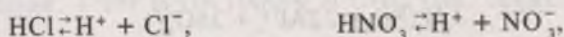
Ion almashinish reaksiyalari borish-bormasligi, qanday moddalar hosil bo'lishi, qaysi moddalar eruvchan, qaysilari erimaydigan degan savollarga javob olish uchun "Moddalarning eruvchanlik jadvali" (ilova) dan foydalanish kerak.

Keng tarqalgan ion almashinish reaksiyalari qatoriga tuzlarning gidrolizlanishi ham kiradi.

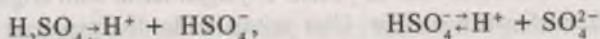
#### XIII.4. Kislotalar, gidroksidlar va tuzlarning dissotsilanishi

**Kislotalar.** Dissotsilanganda kation sifatida  $\text{H}^+$  ionlari va anion sifatida kislota qoldig'i ionlarini hosil qiluvchi elektrolitlarga *kislotalar* deyiladi.

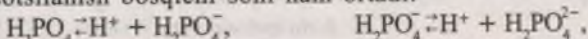
Kislotalar tarkibiga ko'ra quyidagicha ionlanadilar:



$\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$  kuchsiz kislota bo'lgani uchun keyingi bosqich bormaydi.



bu kislota tarkibida 2 ta vodorod atomi bo'lgani uchun ikki bosqichda ionlanadi. Kislota tarkibida H — atomi soni ortishi bilan, dissotsilanish bosqichi soni ham ortadi:

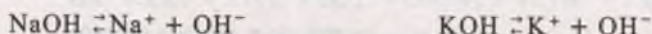


$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$  oxirgi bosqichda juda kam ionlanadi.

Kislotalarning barchasi eritmasida umumiy  $H^+$  kationi hosil bo'ladi. Bu ion suv molekulasini bilan birikib  $H^+ + H_2O \rightarrow [H_3O]^+$  gidroksioniy kationini hosil qiladi. Bu ionda  $H^+$  ionini bilan  $H_2O$  molekulasini donor-akseptor bog'i orqali bog'langan.

Kislotalar eritmalarida  $H^+$  bo'lgan uchun lakmus qizil rangga kiradi.

**Gidroksidlar.** Dissotsilanganda metall kationi va gidroksid anioni ( $OH^-$ ) hosil qiluvchi elektrolitlar gidroksidlar deyiladi. Gidroksidlar quyidagicha ionlanadilar.

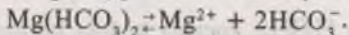
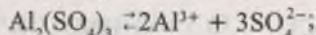
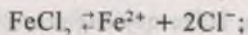
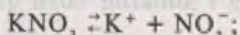
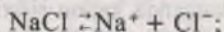


Suvda yaxshi erib ko'p dissotsilanadigan gidroksidlarni **ishqorlar** deyiladi. Ularning eritmalarini lakmusni ko'k rangga bo'yaydi. Suvda kam dissotsilanadigan gidroksidlar **asoslar** deyilib, ularga quyidagilar misol bo'ladi:

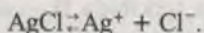


**Tuzlar.** Dissotsilanganda metall kationi va kislota qoldig'i anionlariga ajraladigan elektrolitlar tuzlar deyiladi.

Suvda yaxshi eruvchan tuzlar to'liq dissotsilanadi:

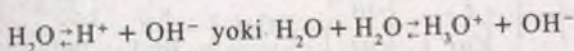


Ko'rinib turibdiki, tuzlar kislota va gidroksidlardan farqli ravishda bosqichsiz ionlanadilar. Suvda yomon eriydigan tuzlar kam eriganligi sababli kam dissotsilanadilar. Ular eritmalarida dissotsilanish muvozanati molekula hosil bo'lish tomonga siljigan bo'ladi:



### XIII.5. Suvning ion ko'paytmasi. pH — haqida tushuncha

Ma'lumki, suv kuchsiz elektrolit, aniqrog'i kuchsiz amfolitdir. Suv molekulasini oz miqdorda bo'lsa-da, quyidagi tenglama bo'yicha dissotsilanadi:



Muvozanat juda kuchli ravishda chap tomonga siljigan.

Bu reaksiya qaytar bo'lgani uchun unga massalar ta'siri qonunini qo'llasak, suvning dissotsilanish doimiysi:

$$K_{\text{dis}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \quad (t^\circ = 20^\circ\text{C}) \text{ bo'ladi.}$$

Ko'rinib turibdiki, suvda 1 molekula  $\text{H}_2\text{O}$  dissotsilansa, teng miqdorda  $\text{H}^+(\text{H}_3\text{O}^+)$  va  $\text{OH}^-$  ionlari hosil bo'ladi, ya'ni suvda doimo  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  dir.

Aksariyat hollarda suvli eritmalaridagi  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlarining miqdorini bilish zarur. Shu boisdan suvdagi  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari miqdorini  $K_{\text{dis}}$  formulasi asosida hisoblash mumkin:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{dis}}[\text{H}_2\text{O}] = K_w$$

bo'lib,  $K_w$  — suvning ion ko'paytmasi deyiladi va suvda doimo  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  lar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas sondir.

Agar suvda erigan suvning molyar konsentratsiyasini hisoblasak: 1 litr  $\text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ g H}_2\text{O}$  bo'ladi, chunki  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ .

$$C_m = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{1000 \cdot 1000}{18 \cdot 1000} = 55,56 \text{ mol/l.}$$

Demak, suv eritmasidagi suvning molyar konsentratsiyasi 55,56 mol/l ekan. Suvning juda kam miqdori ionlanishini e'tiborga olsak, muvozanatdagi suvning konsentratsiyasi  $[\text{H}_2\text{O}] = C_m = 55,56 \text{ mol/l}$  bo'ladi.

Bundan,  $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1 \cdot 10^{-14}$  kelib chiqadi. Suvda  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  ligini hisobga olsak,

$$\text{u holda } [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

kelib chiqadi. Ushbu qiymatlarga asosan suvda doimo

$[H^+] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  va  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$  bo'ladi.

Agar suvda biror modda eritilsa va bu modda tarkibiy qismi suv bilan o'zaro almashinuv reaksiyalariga kirishsa,  $[H^+] \neq [OH^-]$  bo'lib qoladi. Bu hollarda eritmadagi  $H^+$  va  $OH^-$  ning miqdori quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[OH^-]} \text{ va } [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[H^+]}$$

Ko'p hollarda  $H^+$  — ionlarining miqdori shu eritmada borayotgan reaksiyalarning asosiy tavsifnomasi hisoblanadi. Bunday hollarda vodorod ionlari miqdorini o'nli kasrlar holida ifodalash juda ko'p noqulayliklarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun amalda oson bo'lsin uchun vodorod ionlari miqdorining ko'rsatkichi (pH) tushunchasi qabul qilingan.

*Eritmaning pH i deb, shu eritmadagi  $H^+$  -ionlari konsentratsiyasining o'nli logarifmining manfiy ishora bilan olingan qiymatiga aytiladi:*

$$pH = \lg[H^+] = -\lg C_{H^+};$$

Toza, distillangan suvning pH i:  $pH = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = -[(\lg 1) + (-7 \cdot \lg 10)] = -(-7 \cdot 1) = 7$  bo'ladi.

Xuddi shuningdek,  $OH^-$  ionlari ko'rsatkichi ham mavjud (pOH) bo'lib,  $pOH = -\lg [OH^-] = -\lg 1 \cdot 10^{-7}$  bo'ladi.

Doimo  $pH + pOH = 14$  ga teng. Bundan,  $pH = 14 - pOH$  yoki  $pOH = 14 - pH$  bo'ladi.

Eritmalarning pH i asosiy, muhim kattalik bo'lib, uni eritmaga indikator qog'oz ta'sir ettirib aniqlanadi. Indikator qog'oz eritmadagi  $[H^+]$  yoki  $[OH^-]$  ning qiymatiga qarab turli rangga kiradi. Har bir rangga esa pH ning aniq qiymatlari mos keladi. Bunga pH - shkala deyiladi.

Kislotali muhit $[H^+] > [OH^-]$ $pH < 7$	Heytral muhit	Ishqoriy muhit $[H^+] < [OH^-]$ $pH > 7$
pH 0	1	2
3	4	5
6	← 7 →	8
9	10	11
12	13	14

Ushbu shkaladan foydalanib eritmalarning muhiti to'g'risida xulosa qilinadi.

**Masala:** 0,1 m  $\text{CH}_3\text{COOH}$  eritmasidagi  $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ ni va eritma pH, pOH larini hisoblang:

*Berilgan:*

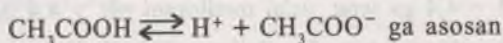
$$C_M = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$K_d = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = ? \text{ pH}, \text{ pOH} = ?$$

*Yechish:* a) eritmadagi  $[\text{H}^+]$  va  $[\text{OH}^-]$  qiymatlarini hisoblaymiz:  $[\text{H}^+] = \alpha \cdot C_m \cdot n$  bo'ladi.

Bu yerda,  $\alpha = \sqrt{K_D / C_M} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-5} / 0,1} = 1,3310^{-3}$   
n — bir molekula  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ionlanganda hosil bo'ladigan  $\text{H}^+$  - ioni soni:



n = 1, ya'ni 1 ta  $\text{H}^+$  ioni hosil bo'ladi.

Qiymatlarni o'rniga qo'yamiz:

$$[\text{H}^+] = 1,33 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 1 = 1,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Bundan foydalanib,  $[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-14} / 1,33 \cdot 10^{-4} = 0,752 \cdot 10^{-10} = 7,52 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$ .

b) pH va pOH ni hisoblaymiz:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 1,33 \cdot 10^{-4} = 4 - \lg 1,33 = 4 - 0,2 = 3,8$$

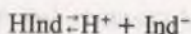
va pOH = 14 - 3,8 = 10,2 bo'ladi.

### XIII.6. Indikatorlar haqida tushuncha

Eritmalarning muhitini aniqlash uchun kislota asos indikatorlari ishlatiladi. "Indikator" — belgi, xabar beruvchi ma'nosini bildiradi. Kislota-asos indikator eritmadagi  $\text{H}^+$  yoki  $\text{OH}^-$  ionlari miqdoriga ko'ra o'z rangini o'zgartiradigan kuchsiz kislota yoki kuchsiz asos xossali moddalardir.

Indikatorlarning rang o'zgartirishi ular tarkibidagi  $\text{H}^+(\text{OH}^-)$  ionlari ajralishi (yoki birikishi) natijasida modda tuzilishi (bog'larning tartibi va joylashuvi)ning o'zgarishi bilan tushuntiriladi. Har qanday indikator-

larni HInd umumiy formulasi bilan belgilasak, rang o'zgarishiga olib keluvchi dissotsilanishi:



Bunda, HInd — rangli, Ind<sup>-</sup> — rangsiz bo'ladi, yoki HInd — rangsiz, Ind<sup>-</sup> — rangli yoki HInd va Ind<sup>-</sup> turli ranglarga ega bo'ladi.

Masalan, fenolftalein indikator kislotali eritmada (HInd) rangsiz, ishqoriy muhitda (Ind<sup>-</sup>) binafsha rangga ega.

Har bir indikator uchun rang o'zgartirish pH intervali bo'lib, uning qiymati indikatorning tuzilishi, tarkibi va dissotsilanish doimiysi  $K_{d(\text{ind})}$  ga bog'liq bo'ladi. Uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta\text{pH}_{(\text{ind})} = \text{p}K_{d(\text{ind})} \pm 1$$

Masalan:  $\Delta\text{pH}_{(\text{fenolftalein})} = 8,3 - 9,8$  bo'lsa, metiloranj uchun  $\Delta\text{pH} = 3,1 - 4,4$  ga teng, ya'ni metiloranj  $\text{pH} \geq 4,4$  dan boshlab sariq rangli,  $\text{pH} \leq 3,1$  gacha qizil rangli bo'ladi.

### Savollar

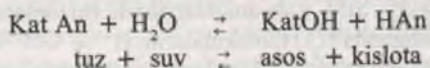
1. Elektrolit va elektrolitik dissotsilanish nima?
2. Izotonik koeffitsientning ma'nosi nimadan iborat?
3. Dissotsilanish darajasi nima va uning ahamiyati nimadan iborat?
4. Dissotsilanish doimiysi deganda nimani tushunasiz?
5.  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  tipidagi kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsilanish doimiysining matematik ifodalarini yozing va izohlang.
6. Nima uchun konsentrlangan elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi kam bo'ladi?
7. Ostvaldning suyultirish qonunining mohiyati nimada?
8. Suvning ion ko'paytmasining matematik ifodasini yozing va ma'nosini tushuntiring.
9. pH va pOH nima? pH-shkaladan qanday foydalaniladi?
10. 0,01 mol/l NaOH va HCl eritmalaridagi H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> ionlarining konsentratsiyasi, pH, pOH qiymatlarini hisoblang.
11. Agar BaCl<sub>2</sub> va KNO<sub>3</sub>, BaCl<sub>2</sub> va K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> teng hajmli va teng molyarli eritmaları o'zaro aralashtirilsa, qaysi aralashmada ionlar soni ko'proq bo'ladi?
12. CaCO<sub>3</sub> ga HCl va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmaları ta'sir ettirilganda, ularning qaysi birida erish to'liq bo'ladi?

### XIII.7. Tuzlarning gidrolizi

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** tuzlarning gidrolizi, gidroliz mexanizmi, gidrolizlanmaydigan tuzlar, kation bo'yicha, anion bo'yicha, kation-anion bo'yicha gidrolizlanish, gidrolizlanishni kuchaytirish va susaytirish, gidrolizning molekulyar, to'liq ionli va qisqa ionli tenglamalari, birgalikdagi gidroliz, gidroliz darajasi, gidrolizlanish jarayoni, keng ma'noda (tuzlardan boshqa moddalarning gidrolizi).

Tuzlar suvda (yoki boshqa erituvchilarda) eriganda suv molekularidagi atomlar bilan tuzning tarkibiy qismlari o'zaro almashinadi va kuchsiz elektrolit (kislota yoki asos) hosil bo'ladi. Bu hodisaga **gidroliz** deb aytiladi. Agar erituvchi suvdan boshqa modda (spirt, benzol, atseton, ammiak ...) bo'lsa, bunday reaksiyalar **solvoliz** deyiladi.

Gidroliz reaksiyalarini quyidagicha umumiy tenglama bilan ifodalash mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, tuz suvda eriganda u suv molekulari bilan reaksiyaga kirishib, yomon dissotsilanuvchi modda hosil qiladi, ya'ni gidroliz reaksiyasi natijasida eritmadagi  $[\text{OH}^-]$  va  $[\text{H}^+]$  ionlarining miqdori keskin o'zgaradi. Aniqrog'i gidroliz natijasida eritmaning pH i o'zgaradi va bu o'zgarish har qanday tuz gidrolizining mexanizmini tushunishda, gidroliz tenglamasini tuzishda, gidroliz reaksiyalaridan amaliyotda foydalanishda asosiy ko'rsatkich hisoblanadi.

Tuzlar gidrolizining mexanizmi tuz tarkibiga kirgan metall kationi va kislota qoldig'i — anionning tabiatiga, aniqrog'i, qutblanuvchanligiga bog'liq. Agar ion qanchalik kuchli qutblangan bo'lsa gidroliz shunchalik tez va to'liq boradi. Umuman  $\text{Kat}^{n+}$  va  $\text{An}^{m-}$  lar ishtirokida gidroliz borish jarayoni mexanizmlarini quyidagicha tasavvur etish mumkin.

Ma'lumki, har qanday kation suvli eritmada donor-akseptor ta'siri tufayli gidratlangan holda, ya'ni akvkompleks —  $[\text{Kat}(\text{H}_2\text{O})_x]^{n+}$  holda bo'ladi. Bu kompleksdagi kationning zaryadi qanchalik katta va radiusi qanchalik kichik bo'lsa, uning akseptorlik kuchi shunchalik katta, ya'ni  $\text{Kat} - \text{OH}_2$  bog'i barqaror bo'ladi. Bunday kompleks tarkibidagi  $\text{O}-\text{H}$  bog' kuchli qutblanuvchanlik xossasiga egadir. Shu sababli "gidrat



qobig'ida" gi ( $\text{Kat} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdots \text{H}_2\text{O}$ ) suv molekulari o'rtasidagi vodorod bog'lanish kuchli bo'ladi.

Bunday o'zaro ta'sirlashuv natijasida kation bilan bevosita bog'langan suv molekulasidagi O—H bog'i kuchsizlanib [ $\text{Kat} \cdot \text{HO}^- \cdots \text{H}^+ \cdots \text{H}_2\text{O}$ ], vodorod atomi sekinlik bilan ajraladi va "gidrat qobiq"dagi suv molekulasini bilan birikib  $\text{H}_3\text{O}^+$  gidroksoniy ionini hosil qiladi. Kation esa qoldiq  $\text{OH}^-$  bilan kuchliroq kimyoviy bog' hosil qilib  $\text{Kat}(\text{OH})_n$  - asosga aylanadi.

Ajralib chiqadigan  $\text{H}_3\text{O}^+$  — ionlari eritmadagi  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  muvozanatni buzib,  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  bo'lishiga, ya'ni eritmada kislotali muhit  $\text{pH} < 7$  yuzaga kelishiga olib keladi.

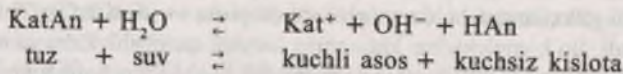
Bu o'zgarishlar asosan:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , ionlari ishtirokida ro'y beradi. *Boshqacharoq aytganda, hosil bo'ladigan asos  $\text{Kat}(\text{OH})_n$  qanchalik kuchsiz bo'lsa, gidroliz shunchalik oson va tez boradi.*

Aksariyat tuzlar tarkibiga  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  kationlari va  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$  kabi anionlar kiradi. Bu ionlar suv molekulari bilan ta'sirlashganda  $\text{H}_2\text{O}$  molekularini  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlarigacha ajrata olmaydilar. Shu sababli, bu ionlar birgalikda hosil qilgan tuzlar mutlaqo gidrolizlanmaydi. Bu tuzlar eritmada  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  muvozanatni o'ng yoki chap tomonga siljita olmagan uchun  $\text{pH}$  o'zgar olmaydi.

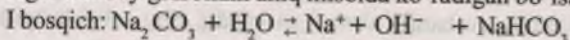
Ma'lumki tuz — kislota bilan asosning o'zaro ta'siri mahsulotidir. Shuning uchun tuzlarning gidroliz tenglamalarini tuzishda ularning qanday kislota va qanday asosdan hosil bo'lganligiga e'tibor berish kerak.

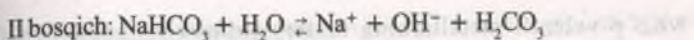
1. Kuchli asos ( $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  va kuchsiz yoki o'rtacha kuchli kislota ( $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCOOH}$ ) dan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi. Bu tuzlar tarkibidagi metall kationlari kuchli asos hosil qiluvchi bo'lganligi uchun ular suv molekulari bilan ta'sirlashmaydi.

Anionlarning qutblanuvchanligi yuqori bo'lgani uchun ular gidrolizda ishtirok etadilar. Bunday tuzlarning gidroliz tenglamasini shunday tasavvur etish mumkin:



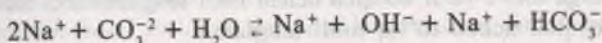
Agar bunday gidrolizni aniq misolda ko'radigan bo'lsak:



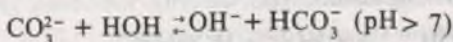


Soda —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  suvda eriganda gidrolizlanadi (bu gidroliz amalda oxirigacha bormaydi) va birinchi bosqichda deyarli to'xtaydi. Agar eritma qizdirilsa, II bosqichi boradi va ikkala holda ham eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi ( $\text{pH} > 7$ ).

I bosqichning ionli tenglamasi:

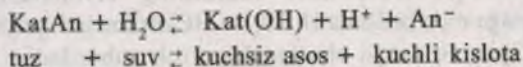


### Qisqa ionli tenglamasi:

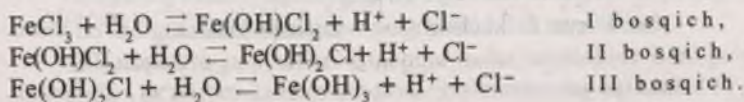


*Oxirgi tenglamadan ko'rinib turibdiki, kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzning gidrolizi anion bo'yicha boruvchi reaksiya bo'lib, kation gidrolizlanmaydi. Bunday gidrolizni eritmaga kislotaga qo'shib kuchaytirish, ishqor qo'shib susaytirish mumkin. Temperaturaning ortishi va eritmaning suyultirilishi muvozanatni o'ngga siljitadi, ya'ni gidrolizni to'liq oxirigacha borishiga olib keladi. Bu tuzlarning eritmalari doimo ishqoriy muhitli bo'ladi.*

2. Kuchsiz asos ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Rb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ) lardan kuchli kislotaga ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) lardan va hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi. Bu tuzlar gidrolizining umumiy tenglamasi:

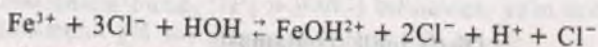


Bunday tuz tarkibiga kirgan  $\text{An}^-$  ning qutblanuvchanligi past bo'lgani uchun suv molekulari tarkibidagi vodorodni tortib ola olmaydi.  $\text{Kat}^+$  ning qutblanuvchanligi yuqori bo'lgani uchun suv molekulari bilan ta'sirlashadi va  $\text{OH}^-$  ionlarini tortib, birlashtirib oladi va eritmaga  $\text{H}^+$  ionlari ajralib chiqadi. Shuning uchun eritma ( $\text{pH} < 7$ ) kislotali muhitga ega bo'ladi. Aniq misolda ko'rib chiqamiz:

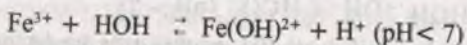


Ko'p valentli metallarning tuzlari gidrolizlanganda II, III... bosqichlarning borish ehtimolligi kamayib boradi. Shunga asosan  $\text{FeCl}_3$  tuzi suvda eriganda III bosqich deyarli amalga oshmaydi. Agar III bosqich bo'yicha gidroliz borganda edi,  $\text{FeCl}_3$  eritmasi tiniq sariq rangli bo'lmasdan, balki qo'ng'ir rangli loyqa (zangli suv) ga aylanib qolar edi. Lekin  $\text{FeCl}_3$  eritmasi tiniq eritma. Demak, gidroliz I yoki va II bosqich bo'yicha boradi. Aytilganlarni e'tiborga olib I va II bosqich uchun ionli tenglamalarni tuzamiz:

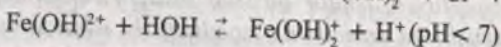
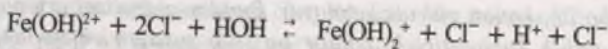
I bosqich uchun to'liq ionli tenglama:



qisqa ionli tenglama:

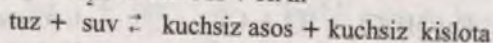
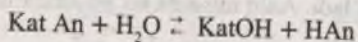


II bosqich uchun:

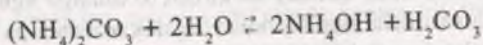


*Ionli tenglamalardan ko'rinib turibdiki, kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzning gidrolizi kation ishtirokida ro'y beradigan reaksiya bo'lib, bu tuz tarkibidagi anion gidrolizda ishtirok etmaydi, eritma kislotali muhitga ega bo'ladi (pH < 7). Bu gidrolizni to'liq oxirigacha etkazish uchun temperaturani oshirish, eritmani suyultirish yoki eritmaga bir oz ishqor qo'shish kerak. Gidrolizni to'xtatish uchun esa eritmaga kislota qo'shish zarur. Shu sababli  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{SnCl}_2$  kabi tuzlarning eritmalarini tayyorlashda eritmaga mos ravishda  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va  $\text{HCl}$  eritmaları qo'shiladi va hosil bo'lgan oq rangli cho'kmalar eritib yuboriladi.*

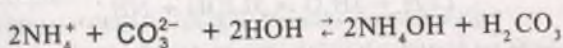
3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar suvda eriganda kation ham, anion ham mos ravishda o'rtacha qutblovchi va qutblanuvchi bo'lganliklari uchun ikkala ion ham gidrolizda ishtirok etadi. Gidrolizlanish mahsuloti sifatida kuchsiz asos (cho'kma) va kuchsiz kislota hosil bo'ladi. Bunday gidroliz reaksiyasining umumiy tenglamasi:



Aniq misolda ko'rib chiqaylik:



ionli holda:

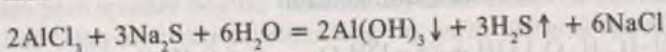


Reaksiya tenglamalaridan ko'rinayaptiki, kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuz ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi. Odatda bunday tuzlarning gidrolizi to'liq ro'y beradi. Eritmaning muhiti hosil bo'lgan kislotada va asosning  $K_{\text{dis}}$  — qiymatiga, ya'ni ularning qanchalik darajada dissotsilanishiga bog'liq bo'ladi. Agar  $K_{\text{dis.kisl.}} > K_{\text{dis.asos}}$  bo'lsa eritma kislotali muhitga ( $\text{pH} < 7$ ),  $K_{\text{dis.kisl.}} < K_{\text{dis.asos}}$  bo'lsa eritma ishqoriy muhitga ( $\text{pH} > 7$ ) ega bo'ladi.

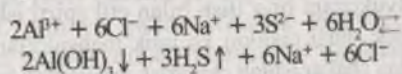
3-turdagi gidroliz reaksiyalari quyidagi hollarda ham boradi.

Agar kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan biror tuz eritmasi ikkinchi — kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuz eritmasi bilan aralashtirilsa ikkala tuz birgalikda gidrolizga uchraydi. Birgalikda ro'y beradigan gidroliz to'liq boradigan gidroliz bo'lib, uni quyidagi misolda ko'rib chiqaylik. Agar  $\text{AlCl}_3$  tuzi eritmasiga  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmasi qo'shilsa, eritma tezda oq rangli foyqaga aylanib, qo'lansa hid chiqara boshlaydi.

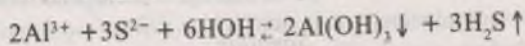
Uning sababi  $\text{AlCl}_3$  va  $\text{Na}_2\text{S}$  birgalikda gidrolizlanib suvda yomon eriydigan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  va qo'lansa hidli  $\text{H}_2\text{S}$  — gazi hosil bo'ladi:



Reaksiyaning ionli tenglamasi:



Qisqa ionli tenglamasi:

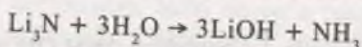


Eritmaning muhiti yuqoridagi (3-tur) gidroliz reaksiyalardagi singari hosil bo'ladigan kislotada yoki asosning kuchi bilan tavsiflanadi.

Gidrolizlanish jarayonlari faqatgina tuzlar ishtirokida boribgina qolmasdan, ba'zi (metallarning nitridlari, metallmaslarning birikmalari  $\text{PF}_3$ ,  $\text{PF}_5$ ,  $\text{PCl}_3$  oddiy va murakkab efirlar, yog'lar, kraxmal va selluloza kabi)

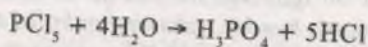
moddalar ham gidrolizlanadi. Bularning ayrimlari tuzlarning gidrolizi singari borsa, ayrimlari hech qanday elektrolit xossasiga ega bo'lmagan moddalarni hosil qiladi. Bunday hollar organik moddalarda uchraydi.

a) Metallarning nitridlari  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{K}_3\text{N}$ ,  $\text{AlN}$  suvli eritmada:



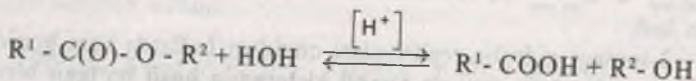
mexanizmda gidrolizlanib, gidroksid va ammiakni hosil qiladi.

b) Agar  $\text{PCl}_5$  suv bilan ta'sirlashsa, gidroliz reaksiyasi

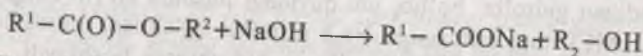


tenglamasi bo'yicha ro'y berib, tegishli kislotalarni hosil qiladi.

v) Agar murakkab efirlar kislotali sharoitda ( $\text{pH} < 7$ ) suv bilan ta'sirlashsa:

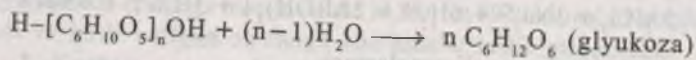


tegishli karbon kislota va spirt hosil bo'ladi. Bu reaksiya ishqoriy muhitda olib borilsa, tegishli kislotalarning tuzi (sovun) va spirt hosil bo'ladi:



Bu gidroliz amaliy jihatdan oxirigacha boradigan jarayon bo'lib, yog'lardan sovun olish jarayoni shu reaksiyaga asoslangan.

g) Kraxmal va sellyulozadan keng miqyosda foydalanish uchun ular har xil sharoitda gidrolizlanadi:



hosil bo'lgan glyukozani bijg'itish bilan etil spirti ishlab chiqariladi. Xuddi shuningdek, turli qishloq xo'jalik mahsulotlari (qand lavlagi, shakar qamish)dan shakar ishlab chiqarish jarayonlari ham gidroliz jarayonlaridan foydalanishga asoslangan.

### Savollar

1. Tuzlarning gidrolizi deganda nimani tushunasiz?
2. Tuzlarning gidrolizi jarayonining mohiyatini qanday tushunasiz?

3. Kation, anion va kation-anion bo'yicha boruvchi gidrolizga misollar yozing va izohlang.

4. Nima sababdan gidroliz jarayonida eritma pH ining qiymati o'zgaradi?

5. Gidroliz darajasi deganda nimani tushunasiz va u nimaga bog'liq bo'ladi?

6. Gidroliz doimiysining ma'nosini tushuntiring.

7. Birga gidrolizlanish nima?

8. Gidroliz jarayonini kengroq ma'noda qanday tushunish mumkin?

## XIV bob

### OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

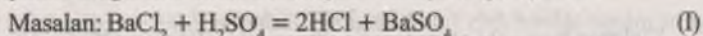
**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *oksidlanish darajasi, oksidlanish, qaytarilish, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, oksidlovchi, qaytaruvchi, elektron tenglama, elektron balans usuli, ion-elektron usuli, molekulararo, ichki molekulyar va disproportsiyalanish oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.*

#### XIV.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Biz kundalik hayotda juda ko'p jarayonlar — nafas olish, gaz yoki boshqa yonilg'ilarni yoqish, metall buyumlarning zanglashi kabilarning ishtirokchilari va guvohi bo'lamiz. Akkumulyator batareyalaridan foydalanamiz, bularsiz kundalik hayotni tasavvur etolmaymiz. Bu hodisalar bir qarashda bir-biri bilan o'zaro hech qanday bog'liq emasdek tuyuladi. Lekin bu hodisalar bir-biri bilan mohiyati jihatidan bog'liq, ya'ni ularning barchasi asosida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yotadi.

Ma'lumki, deyarli barcha texnologik (terini qayta ishlash, metallar olish, non va qandolatchilik mahsulotlarini ishlab chiqarish, ularni nazorat qilish) jarayonlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bilan amalga oshiriladi. Shu sababli oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini chuqurroq o'rganish zarur.

*Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb, elementlarning oksidlanish darajalari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi.*



Reaksiya oksidlanish-qaytarilish reaksiyasidir, chunki I reaksiyada birorta elementning oksidlanish darajasi o'zgarmaydi, (II) da Mg va H-elementlarning oksidlanish darajasida o'zgargan.

**Oksidlanish darajasi nima?** *Element atomi (yoki ion) ning oksidlanish darajasi deb, shu elementni o'z tarkibida saqlagan molekula faqat ionlardan iborat deb faraz qilinsa va molekula umumiy zaryadining yig'indisi nolga teng bo'lishi uchun har bir element atomining (ionining) ayni paytdagi rasmiy (shartli) zaryadi qiymatiga aytiladi.*

Shuni unutmash kerakki, elementning oksidlanish darajasi uning valentligidan farq qiladi. Bu farqni quyidagicha tushuntirish mumkin.

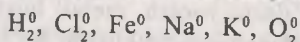
Valentlikning ishorasi (musbat yoki manfiy) bo'lmaydi. Ma'lumki, valentlik biror elementning ikkinchi element bilan nechta qutbsiz yoki qutbli kovalent bog'lanish hosil qilish qobiliyati. Shunga ko'ra biz bu elementning valentligi musbat, ikkinchisidiki manfiy deb ayta olmaymiz;

— valentlik nolga teng bo'lmaydi;

— elementlar oksidlanish darajasining ishorasi umuman olganda, musbat, nol va manfiy, qiymati esa rasmiy ravishda butun yoki kasr songa teng bo'lishi ham mumkin.

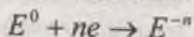
Elementlarning oksidlanish darajasini aniqlashda doimo quyidagilarni yodda tutish kerak:

— oddiy moddalarning oksidlanish darajasi doimo nolga teng:



— davriy sistema I gruppasi asosiy gruppachasidagi elementlarning birikmalarida oksidlanish darajasi doimo +1 ga teng, II gruppasi asosiy gruppachasi elementlariniki +2 ga teng, vodorodning oksidlanish darajasi metall gidridlari ( $NaH$ ,  $CaH_2$ ,  $AlH_3$ ) da —1 ga, boshqa hamma hollarda +1 ga teng, kislorodning oksidlanish darajasi ftorli birikmalarda +2 ga, boshqa birikmalarda (—2) ga, peroksidlarda (—1) ga teng.

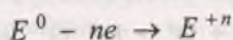
Umuman, elementning oksidlanish darajasi ikki holatda o'zgaradi. Birinchisi: elektron qabul qilganda uning oksidlanish darajasi kamayadi. Bu jarayon *qaytarilish jarayoni* deyiladi va uning elektron tenglamasini quyidagicha yozish kerak:



Elektron beruvchi atom (ion) *qaytaruvchi*, elektron qabul qiluvchi atom (ion) *oksidlovchi*. Qaytaruvchi vazifasini odatda barcha metallar: Na, K, Li, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Al, vodorod gazi va xlor ioni  $Cl^-$ , yod ioni

$J^-$ , oltinugurtning  $S^{2-}$  ioni (sulfid ioni), ammiak molekulasi —  $NH_3$ , “is gazi”  $CO$ , uglerod  $C$  kabilar bajaradi.

Ikkinchi holda element elektron berganda uning oksidlanish darajasi oshadi. Atom yoki ionning elektron berish jarayoni *oksidlanish jarayoni* deyiladi va buni quyidagicha yozish mumkin:



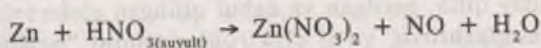
Oksidlovchilar tarkibida yuqori oksidlanish darajasidagi atomlar saqlangan molekula yoki ionlar, metallmaslarning atomlari bo‘lishi mumkin. Bularga:  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $F_2$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $KMnO_4$ ,  $H^+$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_3$ ,  $Na_2CrO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbO_2$  kabilar misol bo‘ladi.

#### XIV.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish

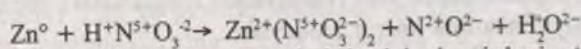
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalari ikki xil usulda tuziladi.

I. *Elektron balans usuli*. Bu usul oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga tengdir, degan qoidaga asoslanadi.

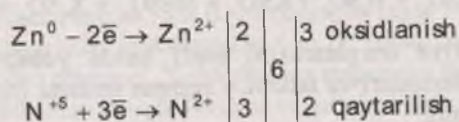
1. Quyidagi reaksiyani ko‘rib chiqaylik;



a) eng avval reaksiyada ishtirok etayotgan har bir atomning oksidlanish darajasini ularning ustiga yozib chiqamiz va oksidlanish darajalari o‘zgarishini aniqlab olamiz:



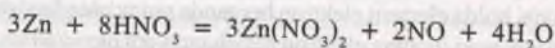
b) bu elementlarning oksidlanish darajalari o‘zgarishini ko‘rsatuvchi elektron tenglamalarni tuzamiz;



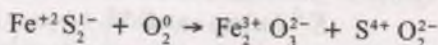
v) berilgan (2 ta) va qabul qilingan (3 ta) elektronlar sonini o‘ng tomondagi chiziqdan keyin yozamiz va bu ikkala sonning eng kichik qoldiqsiz bo‘linuvchisini topamiz. Bu son 6 ga teng. Endi 6 sonini 2 ga va 3 ga bo‘lib, chiqqan sonlarni ikkinchi chiziqdan keyin yozamiz. Bu



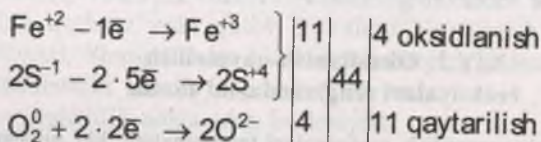
oxirgi sonlarni reaksiyaning to'liq tenglamasini tuzishda koeffitsiyentlar holda yozamiz;



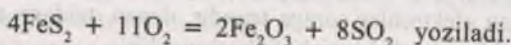
2. Quyidagi murakkabroq reaksiya bilan tanishaylik.



Ko'rinib turibdiki, bu reaksiyada  $\text{Fe}^{+2}$  va  $\text{S}^{-1}$  ionlari  $\text{Fe}^{+3}$  va  $\text{S}^{+4}$  holatiga o'tayapti.  $\text{O}_2$  molekulasi  $\text{O}^{-2}$  ionlariga aylanayapti. Bu o'zgarishlarga asosan reaksiyaning elektron tenglamasini tuzamiz:



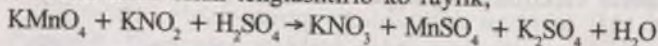
Koeffitsiyentlar (4 va 11) yordamida reaksiyaning to'liq tenglamasi:



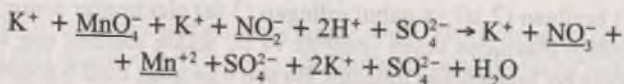
Shunday qilib, berilgan va qabul qilingan elektronlar sonini o'zaro tenglashtirib, ya'ni elektronlar sonini "balans" qilib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglamasini tuzdik.

II. *Ion-elektron usuli*. Bu usulga binoan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari eritmada ionlar o'rtasida boradi, deb qaraladi. Bu usulda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalari tuzishni biror reaksiya misolida ko'rib chiqaylik.

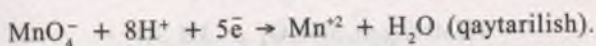
Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamasini ion-elektron usuli bilan tenglashtirib ko'raylik;



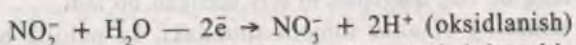
a) reaksiya tenglamasini ionli holda yozib olamiz va oksidlanish darajalari va tarkibi o'zgartirgan ionlarni (*osti chizilgan*) aniqlab olamiz;



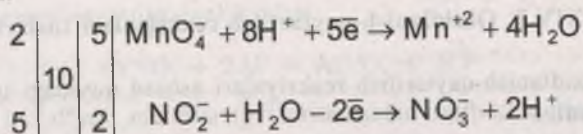
b) endi oksidlanish darajasi o'zgargan ionlar uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining elektron tenglamasini tuzamiz. Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki,  $\text{MnO}_4^-$  ioni  $\text{Mn}^{2+}$  holiga o'tayapti. Agar reaksiya natijasida ion tarkibidagi kislorod atomlari soni kamaysa yoki mutlaqo chiqib ketsa, bu ion eritmadagi  $\text{H}^+$  ionlari bilan ta'sirlashadi va bir vaqtning o'zida elektron biriktirib qaytariladi (ba'zi hollarda elektron chiqarib oksidlanishi ham mumkin);



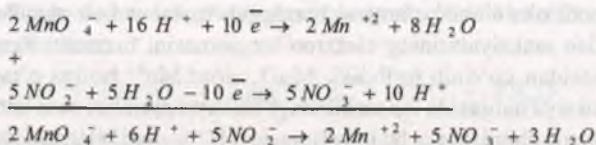
Agar reaksiya davomida ion o'z tarkibidagi kislorod atomlari sonini oshirsa, ya'ni  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  ga o'tsa, ion eritmadagi suv molekullari bilan ta'sirlashadi va o'zidan elektron chiqarib oksidlanadi;



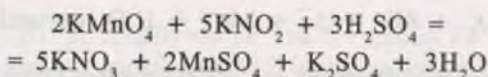
v) oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari doimo bir vaqtda sodir bo'ladi. Shu sababli bu ikkala reaksiya tenglamalarini birgalikda yozib tenglamaning chap tomonidagi chiziqdan keyin berilgan (2 ta ) va qabul qilingan (5 ta) elektronlar sonini yozib olamiz:



Tenglamalarning birinchisini (yuqorigi) 2 ga va ikkinchisini (pastkisini) 5 ga ko'paytirib ikkalasini qo'shamiz. Qo'shayotgan paytda tenglamalarning ikkala tomonida bir xil molekula va ionlar bo'lsa, ular o'zaro qisqartiriladi. Bu qisqartirish shu molekula yoki ion oldida koeffitsiyentlar ayirmasi holida yoziladi. O'rganayotgan reaksiyamizda reaksiyagacha 16 ta  $\text{H}^+$ , reaksiyadan keyin 10 ta  $\text{H}^+$  bor. Ularni o'zaro qisqartirsak reaksiyagacha 6 ta  $\text{H}^+$  qoladi; reaksiyadan keyin esa  $\text{H}^+$  ionlari qolmaydi. Xuddi shuning singari suv molekullari ham qisqaradi. Bulardan tashqari berilgan va qabul qilingan elektronlar soni ham qisqaradi va keyin ion tenglama tuziladi:



g) bu ion tenglama asosida reaksiyaning oxirgi — asosiy tenglamasi tuziladi:



Tenglamaning to'g'ri yoki noto'g'riligi reaksiyagacha va reaksiyadan keyingi kislorod atomlari umumiy sonini solishtirish bilan tekshiriladi. Agar ikkala tomondagi kislorod atomlari soni o'zaro teng bo'lsa, tenglama to'g'ri tuzilgan bo'ladi.

Bu usulning afzallik tomoni shundaki, ko'pchilik hollarda talabalar reaksiya natijasida qanday moddalar hosil bo'lishi mumkinligini bilmaydilar. Ana shunday hollarda bu usuldan foydalanib reaksiyaning ion-elektron tenglamasi tuzilsa, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan barcha moddalar osonlik bilan topiladi.

#### XIV.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari turlari

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosan quyidagi turlarga bo'linadi:

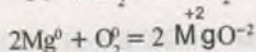
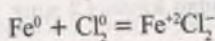
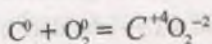
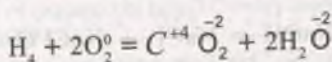
Molekulararo oksidlanish qaytarilish reaksiyalari. Ikki yoki undan ortiq modda molekulari o'rtasida boruvchi oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari *molekularo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari* deyiladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan uchchala reaksiya ham molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari turiga misol bo'ladi. Chunki 1-misolda oksidlovchi N(+5) atomi  $\text{HNO}_3$  tarkibida bo'lsa, qaytaruvchi rux atomlari (Zn) dir.

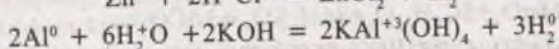
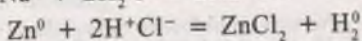
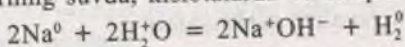
2-misolda oksidlovchi kislorod molekulasidagi kislorod atomlari bo'lsa, qaytaruvchi  $\text{FeS}_2$  tarkibida ham temir, ham oltingugurt atomlaridir. 3-misolda oksidlovchi  $\text{Mn}^{+7}$  atomi  $\text{KMnO}_4$  tarkibida, qaytaruvchi  $\text{N}^{+3}$  atomi  $\text{KNO}_2$  tarkibida elektron berish va olishda ishtirok etayapti. Bu turdagi reaksiyalar eng ko'p tarqalgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridir. Bu reaksiyalarga misollar:

a) yonish jarayonlari. Reaksiya natijasida yorug'lik nuri va issiqlik

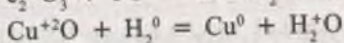
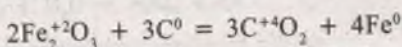
energiyasi chiqishi bilan boradigan barcha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yonish jarayonlari deyiladi.



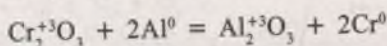
b) metallarning suvda, kislotalarda va ishqorlarda erishi:



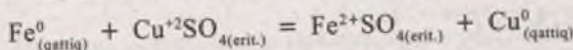
v) oddiy moddalarning oksidlarga ta'siri:



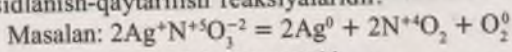
g) metallotermya reaksiyalari:



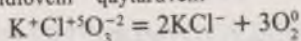
d) metallarni metallar tuzi eritmasidan siqib chiqarish:



2. Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Oksidlovchi element atomlari ham, qaytaruvchi element atomlari ham bir modda molekulasida tarkibida bo'lganda kechadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridir.



oksidlovchi      qaytaruvchi

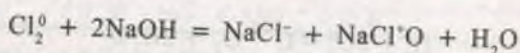


oksidlovchi      qaytaruvchi

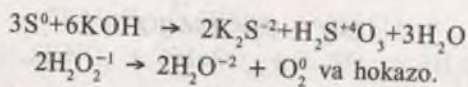
3. Disproporsiyalanish (dismutatsiyalanish) reaksiyalari.

Oksidlanish ham, qaytarilish ham bir xil element atomlari ishtirokida boruvchi reaksiyalar "disproporsiyalanish" reaksiyalari deyiladi. Bu reaksiyalarda ishtirok etuvchi oksidlovchi va qaytaruvchi element atom-

lari ba'zan bitta modda molekulari tarkibida, ba'zi hollarda esa ikki xil modda molekulari tarkibida ham bo'lishi mumkin:

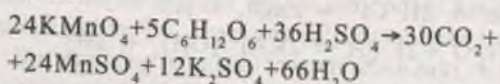


oksidlovchi va qaytaruvchi Cl — atomlari bitta  $\text{Cl}_2$  — molekulasida bo'lib, reaksiyadan keyin Cl ning zaryadi -1 va +1 bo'lib qoladi.

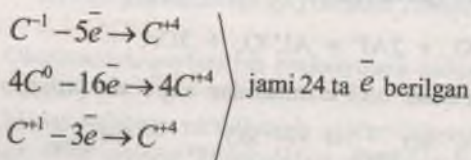
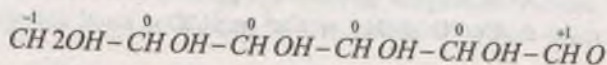


4. Sinproporsiyanalish reaksiyalari.

Misol:

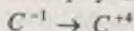


Glyukoza tuzilishi va unadagi uglerod atomlarining oksidlanish darajasi quyidagicha.



Mn + 7 + 5  $\bar{e}$  5 ta  $\bar{e}$  qabul qilingan

24 ni Mn bor bo'lgan molekularlar oldiga qo'yamiz, 5 ni esa qlyukoza oldida qo'yamiz.



Bunda  $\text{C}^0 \rightarrow 4\text{C}^{+4}$



turli oksidlanish darajalariga ega bo'lgan uglerod atomlari bir xil zaryadli bo'lib qoldi. Ana shunday reaksiyalar Sinproporsiya reaksiyalari deyiladi.

## Savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyatini tushuntiring.
2. Oksidlovchi va qaytaruvchi nima? Qanday moddalar oksidlovchi yoki qaytaruvchi bo'la oladi?
3. Elektron balans usulining mohiyati nimadan iborat?
4. Ion-elektron usuli deganda nimani tushunasiz va uning afzallik tomonlari nimada?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining asosiy turlarini izohlang.
6. Disproporsilanish reaksiyalarining mohiyatini tushuntiring.
7. Oksidlovchilarga misollar keltiring va oksidlovchilik xossalari sabablarini tushuntiring.
8. Qaytaruvchi moddalarga misollar keltiring va qaytaruvchilik xossalari sababini izohlang.
9. Quyidagi reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining qaysi turlariga kiradi?
  - a)  $\text{NaOH} + \text{J}_2 \rightarrow \text{NaJ} + \text{NaJO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - b)  $\text{KJO}_3 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{J}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - v)  $\text{J}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HJO}_3 + \text{HCl}$

Bu reaksiyalarning tenglamalarini tuzing.

10. Reaksiyalarning tenglamalarini elektron balans usuli bilan tenglashtiring:

- a)  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{N}_2 + \text{O}_2$
- b)  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- v)  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
- g)  $\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

11. Quyidagi jarayonlarning reaksiya tenglamalarini tuzing:

- a) nitrat kislota (suyultirilgan) eritmasida mis metalining erishi;
- b) temir simni mis sulfat eritmasiga tushirilganda, uning sirtini qizil rang bilan qoplanishi;
- v) kaliy permanganat eritmasiga sulfat kislota va temir (II) sulfat tuzi qo'shilganda eritma binafsha rangining yo'qolishi.

## XV bob

### ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR

*O'rganiladigan asosiy tushunchalar: qo'sh elektr qavat, oksidlanish potentsiali, elektrod, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari elektr yurituvchi kuch (EYuK), reaksiyalarning yo'nalishi, Nernst tenglamasi, standart oksidlanish potentsiali, normal vodorod*

elektrodi, metallarning kuchlanishlar qatori, galvanik elementlar, elektroliz, suyuqlanma va eritma elektrolizi, Faradey qonunlari, elektrokimyoviy ekvivalent, eruvchan anod elektrolizi, tok bo'yicha umum.

Kimyoning bu bo'limi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining amalda qo'llanilishiga tegishli bo'lib, bu mavzularni tushunib etish uchun eng avvalo element (ion) ning "oksidlanish potentsiali" tushunchasini bilish kerak.

### XV.1. Oksidlanish potentsiali haqida tushuncha

Har bir element yoki ionning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xususiyat (kuchi)ining miqdoriy tavsifnomasi sifatida oksidlanish potentsiali qiymati xizmat qiladi. Oksidlanish potentsiali (o. p.) tushunchasini quyidagi misol bilan tushunib olaylik.

Rux metali bo'lakchasini (xohlagan biror metall bo'lakchasi ham xuddi shunday xossaga ega) uning tuzi ( $ZnSO_4$ ) eritmasiga tushirilsa, rux elektrodi hosil bo'ladi va elektrodda metallning sirti bilan eritma sirti chegarasida elektrokimyoviy reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida Zn — plastinkasi tarkibidagi rux atomlari 2 tadan elektron chiqarib oksidlana boshlaydi:  $Zn^0 - 2e^- \rightarrow Zn^{+2}$ . Elektronlar metall plastinkasida qoladi, eritmaga  $Zn^{+2}$  ionlari o'tadi. Natijada eritma bilan metall plastinka sirtida qo'sh elektr (metall manfiy va eritma musbat) zaryadli qavat hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatda zaryadlarni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishi ro'y beradi.

Eritma bilan metall plastinkasi sirt chegaralarida zaryadning (yoki elektronlarning) bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishi tufayli bajarilgan ish — shu metall (ion)ning oksidlanish potentsiali deyiladi. Har qanday element (ion) ning oksidlanish potentsiali  $E_{\text{oksid/qayt}}$  holida belgilanadi va "volt — v", "millivolt — mv" birliklarda o'lchanadi.

Har bir elektrod potentsialining qiymati elementning yoki eritmadagi ionning tabiati, miqdori (konsentratsiyasi) va temperaturaga bog'liq. Bu bog'lanishini Nernst tenglamasi orqali ifodalash mumkin:

$$E = E_{\text{oksid/qayt}}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[\text{oksid}]}{[\text{qayt}]}$$

Bu yerda:  $E$  — oksidlanish potentsiali,  $v$ ;

$E^0_{\text{oksid/qayt}}$  — standart oksidlanish potentsiali,  $v$ ;

$R$  — gaz doimiysi  $8,314 \text{ J (mol}\cdot\text{K)}$ ;

$T$  — mutlaq temperatura (standart sharoit uchun),

$T=298 \text{ K (}t=25^\circ\text{C)}$ ;

$n$  — berilgan yoki qabul qilingan elektronlar soni;

$F$  — Faradey soni,  $96500 \text{ Kl}$ ;

[oksid] — moddaning oksidlangan shakli konsentratsiyasi,  $\text{mol/l}$ .

[qayt] — moddaning qaytarilgan shakli konsentratsiyasi,  $\text{mol/l}$ .

Agar  $R$ ,  $T$ ,  $F$  larning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, Nernst formulasi quyidagi ko'rinishga keladi

$$E = E^0_{\text{oksid/qayt}} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{oksid}]}{[\text{qayt}]} = \text{const.}$$

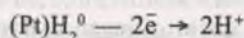
Metall elektrodlarida qaytarilgan shakl metall atomiga to'g'ri kelgani uchun tenglamadagi [qayt] =  $[\text{Me}^0] = 1 \text{ mol/l}$  ga teng, deb qabul qilinadi va u holda Nernst tenglamasi

$$E = E^0_{\text{Me}^{+n} / \text{Me}^0} + \frac{0,059}{n} \lg [\text{Me}^{+n}] \text{ ko'rinishda yoziladi.}$$

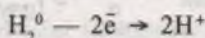
*Standart oksidlanish potentsiali.* Nernst tenglamasiga ko'ra, agar eritmada potensial hosil qiluvchi ion ( $\text{Me}^{+n}$ )ning konsentratsiyasi  $[\text{Me}^{+n}] = 1 \text{ mol/l}$  bo'lsa, u holda  $\lg[\text{Me}^{+n}] = \lg 1 = 0$  bo'ladi va shu sababli  $E_{\text{oksid/qayt}} = E^0$  bo'ladi. Boshqacha aytganda, standart oksidlanish potentsiali — bu  $25^\circ\text{C}$  da eritmada potensial hosil qiluvchi ion konsentratsiyasi "1 mol/l"ga teng bo'lganda yuzaga keladigan elektrod potentsialidir. Alohida olingan elektrod potentsialining mutlaq qiymatini aniqlash mumkin emas. Bunday usul shu paytgacha yaratilgani yo'q. Shu sababli kimyoviy element (ion)ning oksidlanish potentsiali qiymati normal vodorod elektrodi (NVE) potentsialiga nisbatan aniqlanadi. Ayrim kimyoviy elementlarning standart oksidlanish potentsiali qiymatlari ilovadagi 2-jadvalda keltirilgan. Standart oksidlanish potentsialining qiymatlaridan foydalanib oksidlovchi va qaytaruvchilarni hamda ularning kuchini aniqlash, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yo'nalishini, galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchi (EYuK)ni hisoblash mumkin.



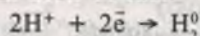
*Standart vodorod elektrodi:*  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasiga ( $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/l}$ ) tushirilgan va sirtiga  $\text{H}_2$  — gaz ( $P_{\text{H}_2} = 101,3 \text{ kPa}$ ) yuttirilgan platina plastinkasidan iborat elektrokimyoviy sistemadir. Bu elektrodda quyidagi oksidlanish:



va qaytarilish:  $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0$  (Pt), ya'ni  $\text{H}_2 - 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{H}^+$  qaytar reaksiya boradi. Bu elektrodning shartli kimyoviy formulasi —  $(\text{Pt})\text{H}_2/(\text{H}_2\text{SO}_4)$ . Agar NVE bilan oksidlanish potentsiali  $E^0_{\text{oksid/qayt}} > 0$  bo'lgan yarim element (elektrod) juftlanib ulansa, vodorod elektrodida vodorod gaz oksidlanadi va eritmada  $\text{H}^+$  — ionlari miqdori ko'payadi:



Agar aksincha,  $E^0 < 0$  bo'lgan yarim element (elektrod) — NVE bilan juftlashtirib ulansa, vodorod elektrodida vodorod ionlari qaytariladi va  $\text{H}_2$  — gaz hosil bo'ladi:



Har qanday element (ion)ning oksidlanish potentsialini aniqlash uchun NVE va potentsiali aniqlanishi zarur bo'lgan elementdan iborat elektrokimyoviy sistema — **galvanik element** tuziladi. Bu galvanik element NVE potentsiali bilan potentsiali aniqlanayotgan yarim element oksidlanish potentsiali qiymatlari farqiga teng elektr yurituvchi kuch (EYuK)ni hosil qiladi.

$$\Delta E = \text{EYuK} = E_{\text{n.v.e}} \pm E_{\text{Me}^{n+}} = 0 \pm E_{\text{Me}^{n+}}$$

Bu EYuK ning qiymati potentsiali aniqlanayotgan elektrod yoki ionning oksidlanish potentsiali sifatida qabul qilinadi. Agar ikkinchi yarim element sifatida o'z tuzi eritmasiga tushirilgan metall plastinkasi (M : NVE bilan  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  — mis elektrodi) ulansa, aniqlanadigan potentsial metall *elektrod-potentsiali* (masalan, Cu — elektrodi potentsiali) deyiladi.

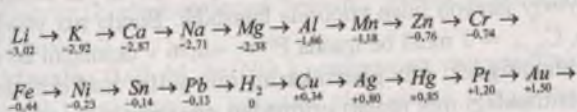
Agar yarim element-inert elektrod (Pt) va oksidlanish-qaytarilish jufti ( $M : MnO_4^- + H^+ \rightarrow Mn^{+2} + H_2O$ ) dan iborat bo'lsa, bu holda aniqlangan potensial oksidlanish-qaytarilish yoki "redoks" potentsiali deb aytiladi. Shu usul bilan aniqlangan oksidlanish potentsiallari qiymati har bir ionning oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik xossasini aniqlashda va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishini aniqlashda asosiy kattalik sifatida qo'llaniladi.

## XV.2. Metallarning kuchlanishlar qatori

Agar ilovadagi 2-jadvalda keltirilgan metallarning  $E_{\text{oksid/qayt}}^0$  qiymatlarini manfiy ishorali qiymatidan boshlab o'sib borishi tartibida joylashtirib chiqilsa, metallarning oksidlanish potentsiali qatori — metallarning kuchlanishlar qatori hosil bo'ladi

Bu qatorda elementlarning  $E_{\text{oksid/qayt}}^0$  qiymati ortib borishi bilan:

— metallarning qaytaruvchilik kuchi kamayib, ular musbat zaryadli ionlarining oksidlovchilik xossalari kuchayib boradi;



— vodoroddan chapda joylashgan barcha metallar ( $E^0_{\text{oksid/qayt}} < 0$ ) vodorod ioni ( $H^+$ ) ga nisbatan qaytaruvchi bo'lib, eritmalardan vodorodni siqib chiqaradi;

— vodoroddan o'ngda turgan ( $E^0_{\text{oksid/qayt}} > 0$ ) barcha metallar "passiv" metallar bo'lib, eritmadan  $H^+$  ionlarini  $H_2$  holida siqib chiqara olmaydi, ya'ni  $H^+$  ga nisbatan qaytaruvchi bo'la olmaydi.

— bu qatordagi har qanday metall o'zidan keyin (o'ngda) turgan har qanday metallni uning tuzi eritmasidan siqib chiqara oladi.

### XV. 3. Galvanik elementlar

*Galvanik elementlar deb, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini mobaynida ajralib chiqadigan kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektrokimyoviy sistemalarga aytiladi.*

Galvanik elementlar boshqacha nom bilan *kimyoviy tok manbalari* ham deb aytiladi. Bular qatoriga akkumulyatorlar, batareyalar kiradi. Galvanik elementlarning ishlash prinsipini tushunish uchun mis-rux elementining yasalishi va ishlash prinsipini o'rganamiz.

Rux metalini rux sulfat tuzi eritmasiga tushirilganda yuz beradigan elektrokimyoviy jarayon bilan yuqorida tanishdik. Bunda rux elektrodi hosil bo'lib,  $C_{Zn^{+2}} = 1 \text{ mol/l}$  bo'lganda  $E^0 = -0,76 \text{ v}$  ekanligini ko'rdik.

Xuddi shuningdek, mis plastinkasini mis sulfat tuzi eritmasiga tushirilsa, eritmadagi mis ionlari eritmadan plastinka sirtiga ko'chib o'tadi va qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi, plastinka musbat zaryadlanadi. Bu ikkala elektrodlarni KCl eritmasi bilan to'ldirilgan "elektrolitik ko'priq" orqali tutashtirilib (16-rasm), elektrodlar voltmetrga ulansa, quyidagi reaksiyalar boradi: anodda:  $Zn^0 - 2\bar{e} \rightarrow Zn^{+2}$  (qaytaruvchi oksidlanadi).

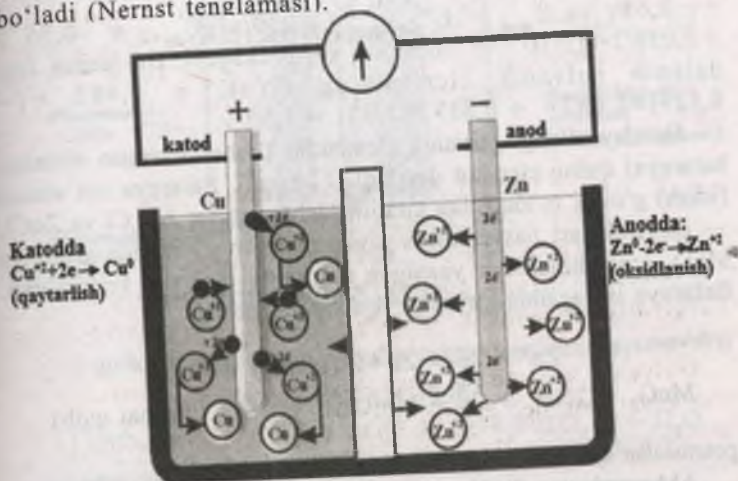
Katodda:  $Cu^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$  (oksidlovchi qaytariladi) potensiallar farqi yuzaga kelib, elektr yurituvchi kuch (EYuK) paydo bo'lib, uning qiymati:

$\Delta E = E^0_{\text{oksid}} - E^0_{\text{qayt}} = +0,34 - (-0,76) = +1,10 \text{ v}$  ga teng bo'ladi.

Bunda mis elektrodi musbat zaryadlanib *katod* deyiladi, rux elektrodi manfiy zaryadlanib, *anod* deyiladi. Bu galvanik elementning kimyoviy tuzilish, sxematik formulasi:

(anod) (-) Zn/ZnSO<sub>4</sub>//KCl//CuSO<sub>4</sub>/Cu (+) katod.

Shu sababli  $\Delta E = E_{\text{katod}} - E_{\text{anod}}$  holdida ham hisoblanadi. Har qanday galvanik elementning EYuK i ionlarning konsentratsiyasiga, ionning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi (Nernst tenglamasi).



16-rasm. Mis — Rux galvanik elementi sxemasi.

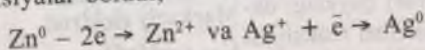
Galvanik elementlarga tegishli ayrim masalalarni ko'rib chiqaylik.

**Masala:** 0,01 M Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> eritmasiga rux plastinkasi, 0,001 M AgNO<sub>3</sub> eritmasiga kumush plastinkasi tushirilganda hosil qilingan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini hisoblang.

**Yechish.** Ma'lumki, rux plastinkasi o'z tuzi eritmasiga tushirilsa rux eriy boshlaydi, ya'ni oksidlanadi (anod).

$E^0 = -0,76$  v. Ikkinchi — Ag plastinka o'z tuzi eritmasiga tushirilganda eritmadagi Ag<sup>+</sup> ionlari plastinkaga o'tira boshlaydi va u musbat zaryadlanadi (katod), ikkala plastinka o'tira boshlaydi zanjir vositasida tutashirilganda Ag — ionlari qaytariladi.

Umuman rux — kumush galvanik elementi ishlaganda quyidagi reaksiyalar boradi;



Har qanday galvanik elementning EYUK quyidagi formula bilan hisoblanadi:

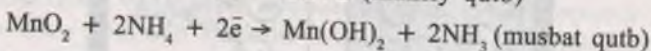
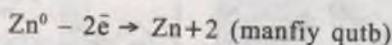
EYuK =  $E_{\text{kato}} - E_{\text{anod}} = E_{\text{oksidlovchi}} - E_{\text{qaytaruvchi}}$  dan kelib chiqib, rux va kumushning standart oksidlanish potentsiallarini bilgan holda Nernst formulasi bilan foydalanib, har ikkala elektrodning oksidlanish potentsialini hisoblaymiz.

$$E_{\text{kato}} = E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}^0} + 0,059/n \lg C_{\text{Ag}^+} = 0,80 + 0,059/1 \cdot \lg 1 \cdot 10^{-3} = +0,68 \text{ v}$$

$$\text{va } E_{\text{anod}} = E^0_{\text{Zn}^{+2}/\text{Zn}^0} + 0,059/n \lg C_{\text{Zn}^{+2}} = -0,76 + 0,059/2 \cdot \lg 1 \cdot 10^{-2} = -0,819 \text{ v}$$

kelib chiqadi. Bu-lardan foydalanib galvanik elementning EYuK =  $0,682 - (-0,819) = 0,682 + 0,819 = 1,501 = 1,50 \text{ v}$ .

Bunday xildagi galvanik elementlar (konsentrlangan element, batareya) quruq element deyiladi (17-rasm). Batareya rux stakan (idish) g'ovak to'siq bilan ajratilib, ichiga quruq  $\text{NH}_4\text{Cl}$  va  $\text{ZnCl}_2$  — elektrolitlari pasta holida joylashtirilgan. O'rtasida grafit va  $\text{MnO}_2$  aralashmasidan yasalgan markaziy elektrod tushirilgan. Batareya ishlaganda quyidagi reaksiyalar borib:



potentsiallar ayirmasi + 1,48 v bo'lgan EYuK hosil qiladi.

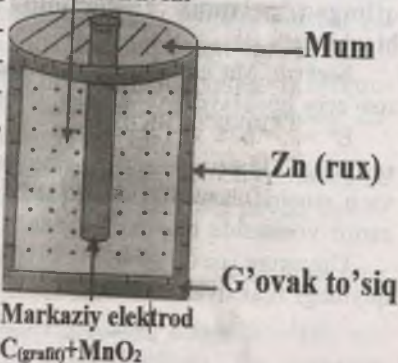
**Akkumulyator** ("Akkumulyator" — "yig'uvchi", "o'zida saqlovchi" ma'nosini bildiradi).

Ko'pchilik hollarda ishlatiladigan akkumulyatorlar qatoriga ishqorli va qo'rg'oshinli kislotali akkumulyatorlar kiradi.

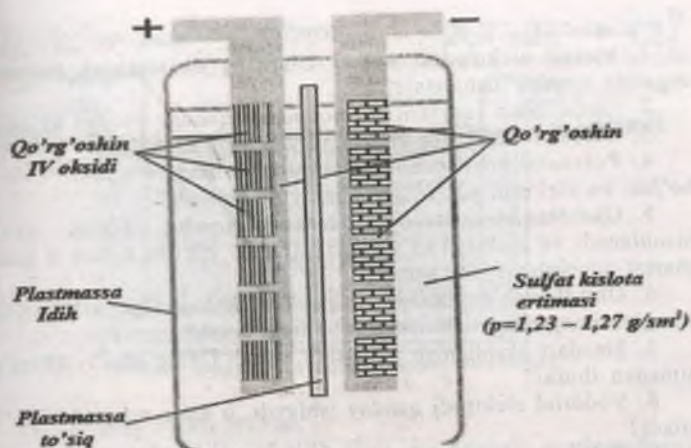
Qo'rg'oshinli akkumulyator sxemasi 18-rasmda keltirilgan. Uning tuzilishi: plastmassa idish, qo'rg'oshin metallidan yasalgan plastinkalar, plastinkalar orasidagi to'siqlar,  $\text{PbO}_2$  — bilan to'ldirilgan qo'rg'oshin plastinkalar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  elektrolit eritmasiga tushirilgan.

Akkumulyator ishlaganda (razryadlanganda) quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi boradi:

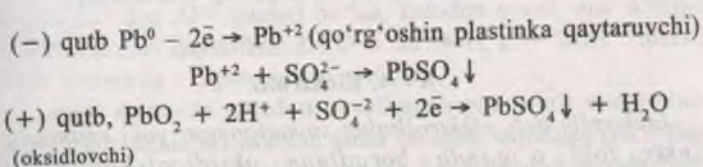
Elektrolit pastasi  
( $\text{NH}_4 + \text{ZnCl}_2$ ) va  
Inert to'ldiruvchi



31-rasm.  
Batareyaning tuzilishi.



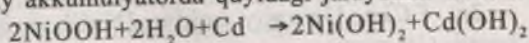
17-rasm. Qo'rg'oshinli akkumulyator.



Ikkala reaksiya natijasida ham  $PbSO_4$  cho'kmasi hosil bo'lib, eritmada  $H_2SO_4$  (elektrolit) miqdori kamayib boradi. Uning miqdorini *areometr* (zichlikni o'lchovchi asbob) bilan elektrolit zichligini o'lchab aniqlab turiladi. Shu bilan akkumulyatorning ishchi holati ham aniqlanadi.

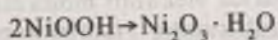
Akkumulyator kuchsizlanib qolganda yoki ishlash jarayonida zaryadlab turiladi. Zaryadlanganda akkumulyatorlarda yuqoridagiga teskari reaksiyalar boradi. Har bir akkumulyator "bankasi" — 2 v kuchlanishli tok beradi. Ularni ketma-ket ulab 3, 6, 12 bankali (6 v, 12 v, 24 v) akkumulyatorlar ishlab chiqariladi.

Ishqoriy akkumulyatorlarda quyidagi jarayonlar boradi:



elektrolit KOH eritmasi

$$\Delta E = 1,4V$$



### Savollar

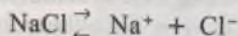
1. Metall elektrodlar nima? Ularning oksidlanish potentsiali deganda nimani tushunasiz?
2. Oksidlanish (qaytarilish) potentsiali qanday yuzaga keladi?
3. Nernst formulasini yozing va uni izohlab bering.
4. Potensial hosil qiluvchi ionning konsentratsiyasi "1 mol/l" bo'lsa, bu elektrod potentsiali qanday nomlanadi?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining EYuK qanday hisoblanadi va reaksiya to'g'ri yo'nalishda borishi uchun u qanday shartni qanoatlantirishi kerak?
6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bajarilgan ish va Gibbs energiyasining o'zgarishi qanday bo'lishi kerak?
7. Standart oksidlanish potentsiali nima? Uning amaliy ahamiyati nimadan iborat?
8. Vodorod elektrodi qanday ishlaydi, u nima maqsadda qo'llaniladi?
9. Galvanik element nima? U qanday ishlaydi?
10. Galvanik elementning EYuK i qanday hisoblanadi?

### XV.4. Elektroliz

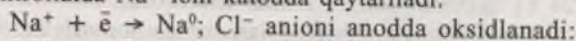
*Elektroliz deb, elektrolitning suyuqlanmasi yoki eritmasidan elektr toki o'tganda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga aytiladi.*

Ma'lumki, elektrolitlar eritma yoki suyuqlanma holatida tok o'tkazadilar. Shu sababli elektroliz suyuqlanmada va eritmada borishi mumkin.

*Suyuqlanmada boradigan elektroliz natijasida anodda shu modda tarkibiga kirgan anion oksidlanadi, katodda esa shu modda tarkibidagi kation qaytariladi. Masalan, NaCl tuzi suyuqlanmasi:*

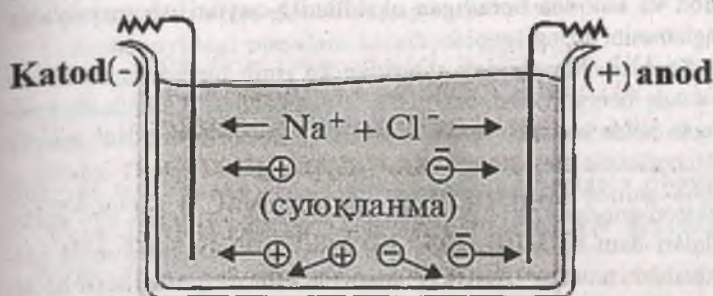
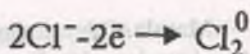
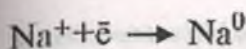


elektrolizida  $\text{Na}^+$  ioni katodda qaytariladi:



$2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$ . Umumiy holda:  $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$   
reaksiya boradi. (19-rasm)

*Eritmaning elektrolizi.* Eritma elektrolizi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida elektrolit molekulari bilan birgalikda suv (erituvchi) molekulari ishtirok etgani uchun ancha murakkabdir. Eritmada boradigan elektroliz sxemasini tuzayotganda quyidagi qoidalarni bilish zarur:



19-rasm. Osh tuzi suyuqlanmasining elektrolizi.

Katod jarayonlari uchun:

1. Agar eritmada oksidlanish potentsiali vodorodning oksidlanish potentsialidan kichik bo'lgan kationlar (aktivlik qatorida  $\text{Li}^+$  dan  $\text{Al}^{+3}$  gacha) bo'lsa, katodda avval, ular o'rniga suv molekullari qaytarilib:  $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$  metall ionlari eritmada o'zgarmasdan qoladi.

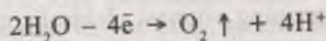
2. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan kichik, lekin Al nikidan katta bo'lgan kationlar ( $\text{Al}^{+3}$  dan  $\text{Pb}^{+2}$  gacha) bo'lsa, u holda katodda bir vaqtning o'zida ham vodorod ionlari, ham metall kationlari qaytariladi.

3. Agar eritmada standart oksidlanish potentsiali vodorodnikidan yuqori bo'lgan kation bo'lsa, katodda avval shu kation qaytariladi (aktivlik qatorida bu kationlar  $\text{H}^+$  — dan keyin turadi).

Anod jarayonlari uchun:

1. Agar eritmada kislorodsiz kislotalarning anionlari;  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{F}^-$  lar bilan birga  $\text{H}_2\text{O}$  — molekullari mavjud bo'lsa, anodda avval kislorodsiz kislota anionlari oksidlanadi.

2. Agar eritmada kislorodli kislota anionlari:  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{NO}_3^-$  bo'lsa, bu anionlarning oksidlanish potentsiallari suv molekulasining oksidlanish potentsialidan katta bo'lgani uchun anodda avval (dastlab)  $\text{H}_2\text{O}$  molekullari oksidlanadi:



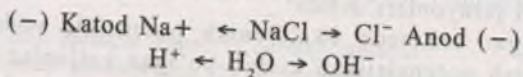
Endi yuqoridagi qoidalarga amal qilgan holda ba'zi bir elektroliz jarayonlarini ko'rib chiqaylik.



**Masala.** Osh tuzining suvli eritmasining elektroliz sxemasini tuzing. Anod va katodda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamasini tuzing.

*Yechish.* Masalaning shartidan ko'rinib turibdiki, elektroliz eritmada boryapti. Osh tuzi (NaCl) molekulari eritmada dissotsilangan holda bo'ladi:  $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ . Bu ionlardan  $\text{Na}^+$  manfiy

zaryadli elektrod-katodga tortiladi,  $\text{Cl}^-$  esa musbat zaryadli elektrod-anodga tortiladi. Bulardan tashqari, eritmada suv molekulari ham bo'lgani uchun ular ham elektroliz jarayonida qatnashadilar, aniqrog'i, suvning dissotsilanishi natijasida hosil bo'ladigan  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari mos ravishda katod va anodga tortiladi. Buni quyidagi sxemada ko'rish mumkin:



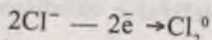
Sxemadan ko'rinayaptiki, katod  $\text{Na}^+$  va  $\text{H}^+$  ionlari qaytarilishini kutish mumkin.

A. Bulardan  $\text{Na}^+$  ionining oksidlanish potentsiali ( $E^0 = -2,71$  v) vodorod ionining shartli oksidlanish potentsiali ( $E^0 = 0$  v) dan kichik:

$$E^0_{\text{Na}^+/\text{Na}} < E^0_{2\text{H}^+/\text{H}_2}$$

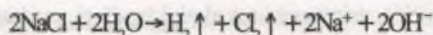
Shuning uchun katodda vodorod ionlari qaytariladi, eritmada  $\text{Na}^+$  — ionlari qoladi:  $2\text{H}^+ \rightarrow +2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0$  (to'g'rirog'i:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$  cuv molekulari qaytariladi). Chunki  $\text{H}^+$  ionlarining eritmada muvozanat konsentratsiyasi juda kichkina —  $10^{-7}$  mol/l. Tok kuchi etarli bo'lsa  $\text{H}^+$  lar etmay qoladi va ularning o'rniga  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari qaytariladi.

B. Anodda xlor anioni va  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari oksidlanishi mumkin. Lekin xlor ionlari kislorodsiz kislota qoldig'i bo'lganligi uchun anodda  $\text{Cl}^-$  ionlarining oksidlanishi ro'y beradi:



Demak, NaCl tuzining eritmasi elektroliz qilinganda katodda  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari qaytariladi, anodda xlor ionlari oksidlanadi.

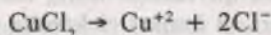
Elektroliz mahsuloti sifatida vodorod va xlor gazlari hosil bo'ladi. Eritmada esa  $\text{Na}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari qoladi, eritma kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi:



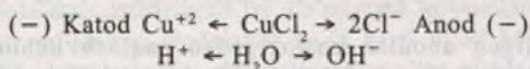
Endi quyidagi masalani ko'rib chiqaylik.

**Masala:**  $\text{CuCl}_2$  tuzi eritmasining elektroliz sxemasini tuzing.

*Yechish.* Elektroliz qilinayotgan tuz tarkibiga kirgan kation yuqorida ko'rib chiqilgan masaladagi kationdan ancha farq qiladi. Chunki kation ( $\text{Cu}^{+2}$ ) oksidlanish potentsiali qatorida vodoroddan keyin turadi.  $\text{Cl}^-$  anioni kislorodli kislotaga qoldig'i. Shuning uchun bu tuz eritmasining elektrolizi quyidagicha boradi. Eritmada tuz dissotsilanadi:



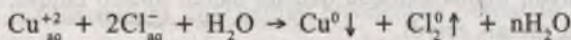
Bu eritmaga elektrodlar tushirilib, ularga tok ulansa, katodga mis (II) ionlari, anodga esa xlor ionlari yo'naladi. Eritmada suv molekullari ham bo'lgani uchun elektroliz jarayonida ular ham ishtirok etadilar.



Yuqoridagi qoidalarga ko'ra elektrodalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini yozamiz.

A. Katodda:  $\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}^0$  (eritmada  $\text{H}^+$  ionlari qoladi).  
 Chunki,  $E^0_{2\text{H}^+/\text{H}_2} < E^0_{\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^0}$

B. Anodda:  $E^0_{\text{Cl}^-/\text{Cl}_2} < E^0_{\text{H}^+/\text{H}_2\text{O}}$  bo'lgani uchun xlor ionlari oksidlanadi, ya'ni  $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$ . Bu elektroliz paytida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini birgalikda yozib, elektrolizning umumiy tenglamasini tuzamiz:



Demak,  $\text{CuCl}_2$  tuzi eritmasi elektroliz qilinsa, anodda xlor ionlari oksidlanib xlor gazi chiqar ekan. Katodda  $\text{Cu}^{+2}$  ionlari qaytarilib mis metali holda katod satxida ajralar ekan. Eritmada suv molekullari qolaveradi.

**Ba'zi hollarda elektrolizni elektroliz qilinayotgan tuz tarkibiga kirgan metallardan yasalgan elektrodlar yordamida ham o'tkaziladi. Bunday elektrolizni "eruvchan anod" elektrolizi deyiladi. Bunga quyidagi elektroliz misol bo'ladi.**

**Masala:**  $\text{NiSO}_4$  eritmasini nikel elektrodleri yordamida elektroliz qilindi. Shu elektrolizning sxemasini tuzing.

*Yechish.* Eritmada  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  ionlari va suv molekullari bor.

Elektrodlarga kuchlanish berilganda:

A. Nikeldan yasalgan anod eriy boshlaydi, ya'ni nikel atomlari oksidlanib, eritmaga nikel ionlari holda o'ta boshlaydilar:  $\text{Ni}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^{+2}$ .

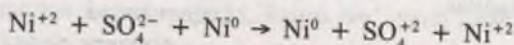
B. Eritmadagi nikel ionlari esa katodga tortilib qaytarila boshlaydi:  $\text{Ni}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^0$ .

**Bunda anod erib qancha  $\text{Ni}^{+2}$  ionlarini hosil qilsa, shuncha  $\text{Ni}^{+2}$  ionlari katodda qaytarilib nikel metallini hosil qiladi. Eritilgan tuz miqdori va ionlari elektroliz paytida o'zgarishsiz qoladi.** Aytilganlarni sxema ko'rinishida yozsak:

Katodda:  $\text{Ni}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^0$ .

Anodda:  $(\text{Ni})\text{Ni}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^{+2}$ .

Elektrolizning umumiy tenglamasi:



Eriydigan anodlar korroziyadan saqlash uchun metall buyumlar sirtini qoplashda, metallarni tozalashda ishlatiladi. Sirdan nikel qoplashda katodda  $\text{Ni}^{+2}$  ionlari konsentratsiyasi katta bo'lgani uchun va o'ta kuchlanish sababli  $\text{H}_2$  emas, balki  $\text{Ni}$  ajralib chiqadi. Anodda esa metallning  $\text{OH}^-$  ioniga nisbatan qaytaruvchiligi kuchli bo'lgani sababli nikeldan yasalgan anod elektron berib,  $\text{Ni}^{+2}$  ioniga aylanadi, ya'ni anod eriydi.

Bunda katodda:  $\text{Ni}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}$

anodda:  $\text{Ni} - 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^{+2}$

Eriydigan anodlar buyumlar sirtiga metall qoplashda metall ioni konsentratsiyasini bir xilda o'zgarmasdan turishini ta'minlaydi, bunda katodda qancha metall ajralib chiqsa, anodda shuncha metall eriydi.

Bu usulda  $\text{Au}$ ,  $\text{Cu}$  kabi metallarni tozalash mumkin. Eriydigan anod sifatida ifloslangan metall olinsa, katodda toza metall ajralib chiqadi.

Ma'lumki, elektroliz paytida elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalar miqdorini hisoblash mumkin. Elektroliz paytida ajralib chiqadigan moddalar miqdori **Faradey qonunlari** asosida keltirib chiqarilgan formulalar yordamida hisoblanadi.

*1-qonun.* Elektroliz natijasida elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdori eritmadan o'tgan elektr miqdori ( $I \cdot \tau$ ) ga to'g'ri proporsionaldir.

*2-qonun.* Elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdori shu modda (ion) larning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir. Modda miqdoriga tegishli bo'lgani uchun ikkala qonunni umumlashtirib elektrodalarda ajralib chiqadigan modda miqdorini hisoblash mumkin:

$m = I \cdot \tau \cdot E / F$ . Bu erda:  $m$  — ajralib chiqayotgan modda massasi, g; kg;  $I$  — tok kuchi, A;  $\tau$  — vaqt, sekund;  $F$  — Faradey soni = 96500 Kl;  $E$  — kimyoviy ekvivalent.

Shu formulani gazsimon moddalar uchun ham yozish mumkin;

$$V = I \cdot \tau \cdot V_e / F$$

Bu yerda:  $V$  — ajralib chiqqan gazning hajmi, ml; l,  $\text{sm}^3$ .  $V_e$  — ajralib chiqayotgan gazning ekvivalent hajmi.

Formulalarda keltirilgan  $I \cdot \tau$  ko'paytma eritmadan o'tayotgan elektr miqdorini ifodalaydi va  $Q$  harfi bilan belgilanadi. Agar 1 Kl elektr miqdori elektrolizerdan o'tsa elektrodalarda  $E = E/F$  miqdor modda ajralib chiqadi. Bunda  $E$  — moddaning "elektrokimyoviy ekvivalenti" deyiladi. Uning ma'nosi, eritmadan 1 Kl elektr miqdori o'tganda ajralib chiqadigan moddalar massasidir.

**Masala.** Rux xlorid eritmasidan 1 soat davomida 0,6 amper kuchli tok o'tganda elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalar miqdorini hisoblang.

*Yechish:* Avval elektroliz sxemasini tuzamiz:

(-) Katod  $\text{Zn}^{+2} \leftarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$  Anod (+)

( $\text{H}_2\text{O}$ -erituvchi)

Bu tuz tarkibidagi  $\text{Zn}^{+2}$  kationi oksidlanish potentsiali qatorida vodorod bilan Al o'rtasida joylashgan  $E = -0,76$  v. Shu sababli katodda bir vaqtda rux ionlari va vodorod ionlari (aniqrog'i suv molekullari) qaytariladi. Anodda esa  $\text{Cl}^-$  ionlari oksidlanadi:

Katodda:  $\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}^0$  va  $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

Anodda:  $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$

Elektrolizning umumiy tenglamasi:

$\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}^0 + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2^0 \uparrow + 2\text{OH}^-$

Demak, katodda rux metali va vodorod, anodda esa xlor gazi ajralib chiqadi. Rux metalining massasini, vodorod va xlor gaz holda chiqqani uchun ularning hajmini hisoblaymiz:

$$m_{Zn} = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{32,5 \cdot 0,6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0,727 \text{ g}$$

$$V_{H_2} = \frac{V_E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{11,2 \cdot 0,6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0,250 \text{ g}$$

$$V_{Cl_2} = \frac{V_E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{11,2 \cdot 0,6 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0,250 \text{ g}$$

Ba'zi hollarda elektroliz natijasida ajralib chiqadigan modda miqdori nazariy hisoblangandan kam bo'ladi. Buni miqdoriy tomondan tavsiflash uchun elektrolizning **tok bo'yicha unumi** degan tushuncha kiritilgan. Tok bo'yicha unum  $\eta$  — harfi bilan belgilanib, quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \frac{m_{\text{tajriba}}}{m_{\text{nazariy}}} \cdot 100\%$$

Bunda;  $m_{\text{tajriba}}$  — tajribada ajralib chiqqan modda massasi;  $m_{\text{nazariy}}$  — shu moddaning nazariy hisoblanganda ajralib chiqishi kerak bo'lgan massasi.

*Elektrolizning ahamiyati.* Elektroliz jarayonlari katta amaliy ahamiyatga ega.

1. Elektrolizdan foydalanib, ko'pchilik metallar (Na, K, Ca, Al, Ag, Cu, Au, Ni) olinadi. Boshqa usullar bilan olingan metallar yuqori tozalikda (99,99%) olish uchun elektroliz usuli bilan **elektrorefinatsiya** qilinadi. Bu asosan, "eruvchan anod" usuli bilan amalga oshiriladi.

2. Cho'yan, po'lat va boshqa qotishma hamda metallarning sirti korroziyaga chidamli metallar bilan qoplanadi. Masalan: nikel, kumush va oltin bilan qoplanadi. **Bu jarayonlar galvanostegiya va galvanoplastika deb ataladi.**

3. Turli qiyin yasaladigan detallar, siluetlar, nishonlarning qoliplari ganch, plastmassa, grafitlardan yasalib, ularga manfiy zaryadli tok berib (katod) elektrolit suyuqlanmasi eritmasiga tushirib qo'yiladi. Ma'lum vaqtdan so'ng qolip sirtiga metall ajralib chiqishi tufayli ayni shakldagi detal olinadi.

4. Elektroliz usuli bilan  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$  kabi metallmaslar ham olinadi, kimyo sanoatining bu moddalarga bo'lgan ehtiyojining ma'lum qismi shu usul bilan ta'minlanadi.

### Savollar

1. Elektrolizning mohiyati nimadan iborat?
2. Eritmada boradigan elektroliz uchun qanday (anod va katod) qoidalar bor?
3. Eruvchan anod elektrolizining mohiyatini tushuntiring.
4.  $\text{CuSO}_4$  eritmasini ko'mir va mis elektrodleri ishtirokidagi elektroliz sxemalarini tuzing.
5. Elektrokimyoviy ekvivalentning ma'nosini tushuntiring.
6. Elektroliz natijasida ajralib chiquvchi moddalar massasi (hajmi)ni hisoblash formulalarini yozing va uni izohlang.
7. Tok bo'yicha unum nima? Uning ma'nosini tushuntiring.
8. Oksidlanish potentsiali qatoridan foydalanib, eng katta EYuK ga ega bo'lgan galvanik element tuzing.
9. Al/Cu galvanik elementi sxemasini tuzing, anod va katodni ko'rsating, EYuK ni hisoblang.
10. Temir sim va sirti tozalangan mis sim limonga tiqib qo'yilgan. Ularning uchlari voltmetrga ulanganda nimani kuzatish mumkin? Buning sababini tushuntiring.
11. KJ eritmasi 10 minut davomida 0,2 A tok kuchi ostida elektroliz qilindi. Elektrodlar ajralib chiqqan moddalarning massalarini hisoblang.
12.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  eritmaları bir vaqtda ketma-ket ulanib, 15 minut davomida 3 A tok kuchi bilan elektroliz qilindi. Qaysi hollarda katodda bir xil va anodda bir xil moddalar ajralib chiqadi. Ularning massa va hajmlarini hisoblang.

## XVI bob

### METALLMASLAR

#### XVI.1. Metallmaslar to'g'risida ma'lumot

Davriy jadvaldagi barcha elementlarni shartli ravishda "metallmas" va "metallar"ga bo'linadi. Ularni bir-biridan ajratish uchun davriy jadvaldagi berilliy (Be) elementidan astat (At) ga tomon to'g'ri chiziq (diagonal) o'tkazilsa, chiziqning yuqorisidagi barcha asosiy gruppacha elementlari metallmaslarni va pastdagi elementlar metallarni tashkil etadi.

Atomlarning elektron tuzilishiga ko'ra (s-metallmaslar) metallmaslar qatoriga 2 ta s-element  $H_2$  va He; qolganlariga p-elementlar (p-metallmaslar) kiradi, ularning o'ziga xos xususiyatlari: gazsimon, suyuq yoki kristall holatda bo'lishi, issiqlikni yomon o'tkazishi, dielektriklik, elektromanfiyligi yuqoriligi, oksidlovchilik xossalari qaytaruvchilik xossalari nisbatan ancha yuqori bo'lishidir. Metallmaslar atomlari o'zaro va bir-birlari bilan kovalent bog'lanish ( $H-H$ ,  $Cl-Cl$ ,  $H-F$ ,  $N-H$ ,  $H-O$ ,  $S-Cl$ ), metallar bilan ion bog'lanish ( $Na-Cl$ ,  $K-F$ ,  $Na-S$ ,  $Ca-O$ ,  $Al-H$  va h.k.) lar hosil qiladi. Oksidlari asosan kislotalarni hosil qiladi. Vodorodli birikmalari gazsimon ( $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_2$ ,  $SiH_4$ ) va suyuq ( $H_2O$ ) holatlarda bo'lib, ko'pchiligining molekulari o'zaro vodorod bog'lanish hosil qiladi.

Metallmaslarning davrlarda tartib raqami ortib borishi bilan ularning elektronga moyilligi va elektromanfiyligi, oksidlovchilik xossasi kuchayib boradi. Gruppalarda aksincha tartib raqami ortishi bilan elektronga moyilligi, elektromanfiyligi susayib boradi va qaytaruvchilik xossalari kuchayadi.

Ular oddiy moddalar holida turli allotropik shakllarda mavjud bo'lish xosidir. Metallmaslar oddiy moddalarni hosil qilib ular nomolekulyar tuzilishli (C, B, Si) va molekulyar tuzilishli ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $J_2$ ,  $P_4$ ,  $S_8$ ) bo'ladilar.

Nomolekulyar tuzilishli metallmaslar qattiq, atom kristall panjarali moddalar bo'lib, yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'ladi. Lekin bundan nodir gazlar mustasno!

Molekulyar tuzilishli metallmaslar gazsimon, suyuq va past temperaturada suyuqlanuvchan (yoki bug'lanuvchan  $J_2$ ) qattiq moddalardir. Ular asosan molekulyar kristall panjaralar hosil qiladilar.

Metallmaslarning bunday xususiyatlar namoyon qilishining asosiy sababi ular atomlari yadrolarining tarkibi va elektron tuzilishining o'ziga xosligidir.

Oksidlari "beparq" indifferent ( $CO$ ,  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $SiO$ ) yoki kislota xossali bo'lib, ularda metallmasning oksidlanish darajasi va davrlarda tartib raqami ortishi bilan kislotaning kuchi ortadi.

Masalan:  $HN^{+3}O_2$  ga nisbatan  $HN^{+5}O_3$  kuchli;  $H_2S^{+4}O_3$  ga nisbatan  $H_2S^{+6}O_4$  kuchli kislota va  $H_2SiO_3$  ga nisbatan  $H_2SO_4$  kuchli,  $H_2SO_3$  ga nisbatan  $HNO_3$  kuchli kislotalardir. Gruppalarda bu xususiyat teskari — tartib raqami ortsa,

kislotaning kuchi kamayadi:  $\text{HNO}_3$  ga nisbatan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  kuchsiz,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ga nisbatan  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  kuchsiz va hokazo.

Metallmaslar atomlarining (erkin holatda yoki birikmalarda) tashqi elektron qavatlarida bir yoki bir nechta bog'lanishda ishtirok eta oladigan (taqsimlanmagan) elektron juftlar mavjud bo'ladi.

Shu sababli ular elektronodonorlik (donor-akseptor bog'lanish hosil qilish) xossalariga ega bo'lib, aksariyat kompleks birikmalar tarkibida ligandlar vazifasini bajaradilar va, shuningdek, vodorod bog'lanishlarini hosil qiladilar.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarning isboti sifatida ayrim metallmaslarning birikma va xossalari bilan yaqindan tanishamiz.

## VODOROD VA KISLOROD

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** vodorod, deyteriy, tritiy, suv bug'i, qaldiroq gaz, konversiyalash, kislorod, ozon, peroksidlar, suv, og'ir suv, suvni tayyorlash, havoni rektifikatsiyalash, suvning qattiqligi.

### XVI.2. Vodorod (H, Z=1)

Davriy sistemada birinchi element — vodorod (Hydrogenium) bo'lib, uning nomi "suv hosil qiluvchi" ma'nosini bildiradi. Uning atomi eng oddiy elektron tuzilish ( $1s^1 \uparrow$ ) ga ega.

*Qisqacha tarixiy ma'lumot.* Vodorod XVI asrda nemis tabiatshunos-hakimi Paratsels tomonidan ochilgan. 1776 yilda Angliya olimi G. Kavendish uning xususiyatlarini o'rgangan. Lavuaze 1783 yilda eng birinchi bo'lib suvdan vodorod olib, suv vodorod va kislorodning birikmasi ekanligini isbotlagan va shu sababli "Hydrogenium" — "suv hosil qiluvchi" ma'noni anglatadi.

*Vodorod elementining asosiy fizik-kimyoviy tavsifnomasi.* Ionlanish energiyasi — 13,6 ev, elektromanfiyligi — 2,1, elektronga moyilligi — 0,75, atom radiusi — 0,053 nm. Birikmalarida namoyon qiladigan oksidlanish darajalari — 1, 0, +1.

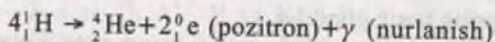
Uch xil izotop:  $^1_1\text{H}$  (vodorod yoki protiy);  $^2_1\text{H}$  (deyteriy — D) va  $^3_1\text{H}$  (tritiy — T) holida uchraydi. Uchinchi izotopi radioaktiv xossaga ega



bo'lib, yadro reaksiyalari natijasida hosil bo'ladi. Protiiy va deyeriy tabiiy izotoplar bo'lib, ular 1 ta deyeriyga 6800 ta protiiy to'g'ri keladigan miqdoriy nisbatda bo'ladi.

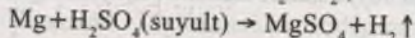
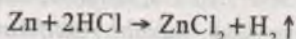
H dan hosil bo'lgan suv  $H_2O$  - oddiy suv, D dan  $D_2O$  - og'ir suv, T dan  $T_2O$  - ota og'ir suv deyiladi.

**Vodorodning tabiatda tarqalishi.** Tabiatda juda kam miqdorda (tabiiy gazlar va vulqon gazlari tarkibida) erkin holda uchraydi. U juda ko'p miqdorda quyosh sistemasida (termoyadro reaksiyasi tufayli) mavjud.

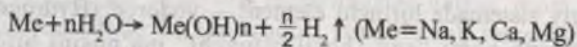


Quyoshning qariyb yarmi, yulduzlar, Yupiter, Saturn planetalarining asosiy qismi vodoroddan iborat. Vodorod suv massasining 11,12% ini tashkil etadi. O'simliklar va hayvonlar organizmida, neft va gaz tarkibida vodorod asosiy elementlardan biri sifatida mavjud.

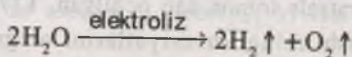
**Olinishi.** Vodorodni laboratoriya sharoitida kislotalarga ( $HNO_3$  dan tashqari) Zn, Mg metallarini ta'sir ettirib olinadi:



Aktiv metallarning suv bilan ta'siri natijasida ham vodorod olish mumkin:

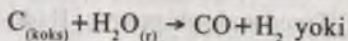


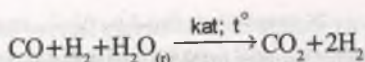
*Sanoatda vodorod turli usullar bilan olinadi:* a) Suvni elektroliz qilish:



Bu jarayonning unumini oshirish uchun suvda  $Na_2SO_4$ ,  $KNO_3$ , KOH, NaOH kabi kuchli elektrolitlar eritilib, elektroliz qilinadi. Bu usuldan foydalanib, laboratoriyada ham vodorod olish mumkin.

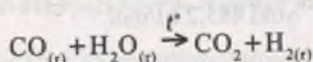
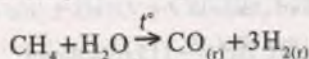
b. Suvni konversiyalash (buzish, o'zgartirish). Suv bug'lari cho'g'lanib turgan ko'mir (koks) ustidan o'tkaziladi:



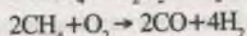
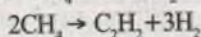
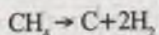


Hosil bo'lgan gazlar ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) aralashmasi "suv gazi" yoki sintez gazi deb ataladi.

v. Metanni konversiyalash bilan:



g. Metanni piroliz qilish va chala oksidlash reaksiyasi yordamida:

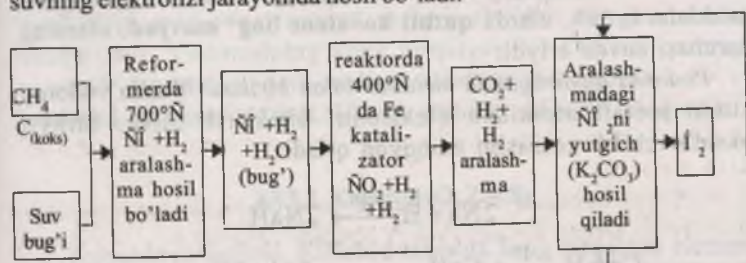


**Fizikaviy xossalari.** Vodorod ikki atomli molekulyar gazsimon modda. Rangsiz, mazasiz, hidsiz, havodan juda engil ( $\rho = 0,089 \text{ g/l}$ ), suvda juda oz eriydi ( $10^\circ\text{C}$  da  $0,09 \text{ g}$ ).  $-252,85^\circ\text{C}$  da suyuqlanib,  $-259,25^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tadi.

**Kimyoviy xossalari.** Vodorodning kimyoviy xossasi uning atomida 1 ta elektron borligi va odatdagi sharoitda 2 atomli molekula —  $\text{H}_2$  hamda uning "dissotsilanish" (parchalanish) energiyasi ancha yuqori ( $435 \text{ kJ/mol}$ ) ekanligi bilan tushuntiriladi.

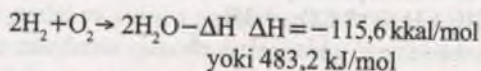
Atomar holdagi vodorod xona sharoitida juda qisqa vaqt mavjud bo'lib, tezda  $\text{H}_2$  ni hosil qiladi:

$\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2$  ko'pincha atomlar vodorod kislotalarga metall ta'siri, suvning elektrolizi jarayonida hosil bo'ladi.

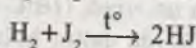
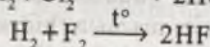
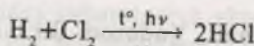


36-rasm. Konversiya usuli bilan  $\text{H}_2$  olish sòemasi.

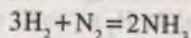
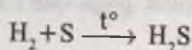
*Vodorodning metallmaslar bilan ta'siri.* Molekulyar vodorod havo kislorodi ta'sirida ko'kintir alanga berib yonadi. 2 hajm vodorod va 1 hajm kislorod gazlari aralashmasi "qaldiriq gaz" deb ataladi. Reaksiya portlash bilan boradi, juda xavfli:



Bunda katta issiqlik chiqadi va temperatura 2600°C gacha etadi. Bu reaksiyadan o'tga chidamli metallarni qirqish va payvandlashda foydalaniladi. Vodorod xlor bilan quyosh nuri ta'sirida, boshqa galogenlar bilan bir oz qizdirilganda reaksiyaga kirishib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi, gazsimon, suvda eruvchi birikmalarni hosil qiladi:

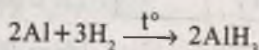
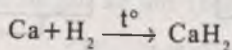
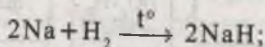


Oltinugurt, fosfor, azot va uglerod ma'lum sharoitda vodorod bilan birikib, tegishli birikmalarni hosil qiladilar. Bu reaksiyalarda ham vodorod +1 oksidlanish darajasiga o'tib, qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:

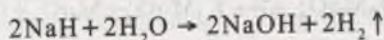
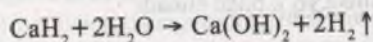


Bu birikmalarning barchasi odatdagi sharoitda gazsimon moddalar bo'lib, ularda **qutbli kovalent bog' mavjud**, ularning barchasi suvda eriydi.

*Vodorod qizdirilganda metallar bilan birikadi.* Bunda vodorod atomi metall atomidan elektronni biriktirib olishi tufayli oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:

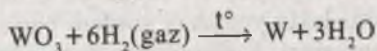
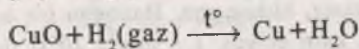
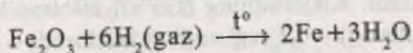


Bu birikmalar *metall gidridlari* deb ataladi va qattiq holda bo'lib, ularda bog'lanish **ionli tabiatga** ega. Shu sababli bu moddalar suvda yaxshi erish bilan birgalikda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishib, metall gidroksidi va vodorod gazini hosil qiladi:



Yuqoridagi metallar va metallmaslarning vodorod atomi bilan ta'sirlashuvi vodorodning bir vaqtda galogenlarga o'xshash gazsimon holatga o'tishi va ular singari oksidlovchilik xossasini namoyon qilib, (-1) oksidlanish darajasidagi birikmalari hosil bo'ladi. Ikkinchi tomondan ishqoriy metallar singari bitta elektronini oson berib (qaytaruvchi), (+1) oksidlanish darajasidagi birikmalar hosil qiladi. Shu sababli, davriy sistemada vodorod elementi ham I, ham VII gruppaga kiritilgan.

*Vodorod gazi kuchli qaytaruvchi* modda sifatida ba'zi metallarning oksidlari bilan ta'sirlashib, metallarni oksidlaridan siqib (ajratib) chiqaradi. Bu reaksiyalardan foydalanib kukunsimon metallar olinadi:



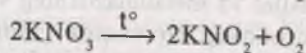
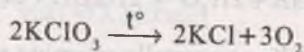
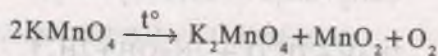
O'simliklardan olinadigan moylar o'z tarkibida bir yoki bir necha qo'shbog'ga ega. Bu moylardan sun'iy yog'lar olish uchun ular vodorod gazi bilan qayta ishlanadi (gidrogenlanadi). Shu usul bilan oziq-ovqat sanoati mahsulotlaridan margarin ishlab chiqariladi. Vodorodning keng tarqalgan birikmalari qatoriga organik moddalar, neft mahsulotlari, tabiiy gazlar, suv va vodorod peroksidi kiradi. Ularni alohida o'rganib chiqamiz.

### XVI.3. Kislород (O, Z = 8)

*Tabiatda tarqalishi.* Kislород tabiatda keng tarqalgan element (52,3%). Turli minerallar, rudalar va suv tarkibida kislород bo'ladi. Kislород havoning hajmi jihatidan 20,9% ni tashkil

etadi. Litosfera, atmosfera va gidrosferada eng ko'p uchraydigan element kisloroddir. Kislorod uch xil izotop:  $^{16}\text{O}$ (99,76%),  $^{17}\text{O}$ (0,037%) va  $^{18}\text{O}$ (0,203%) holda mavjud.

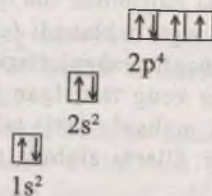
*Olinishi.* Kislorod laboratoriyada Bertole tuzi  $\text{KClO}_3$  ni,  $\text{KMnO}_4$  ni va nitratlarni qizdirish yo'li bilan olinadi:



Bundan tashqari, laboratoriya sharoitida suvni, ishqorlar va kislorodli kislotalar tuzlarining eritmalarini elektroliz qilib kislorod olinadi. Texnikada kislorod suyuq havoni rektifikat-siyalab va suvni elektroliz qilish usuli bilash olinadi. Havoni rektifikatsiyalashda yuqori bosim ostida havo juda past temperaturada suyultiriladi. Shunda havo tarkibidagi har bir gaz suyuq holga o'tadi. Kislorod  $-183^\circ\text{C}$  da suyuladi va ajratib olinadi.

**Fizikaviy xossalari.** Kislorod  $-218,9^\circ\text{C}$  da qattiq holga o'tadi. Suyuq va qattiq holdagi kislorod paramagnitik xossasi tufayli magnitga tortiladi. Kislorodning ikki xil allotropik shakli bo'lib, kislorod (dikislorod) —  $\text{O}_2$  va ozon (trikislorod) —  $\text{O}_3$  dir. Kislorod rangsiz, mazasiz, hidsiz gaz. Havodan bir oz og'ir ( $\rho=1,429$  g/l). Suvda juda kam eriydi. 1 l suvda  $20^\circ\text{C}$  da 25 ml kislorod eriydi. Yonmaydi, lekin yonishga yordam beradi.

**Kimyoviy xossalari.** Kislorodning kimyoviy xossalari uning elektron tuzilishi va davriy sistemadagi o'rni bilan tavsiflanadi ( $1s^2 2s^2 2p^4$ ):

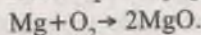
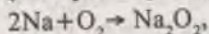
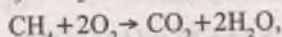
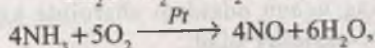
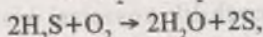
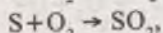
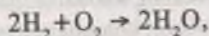


Elektron formulaga binoan har bir kislorod atomida ikkitadan toq elektronlar bo'ladi. Shu sababli kislorod molekulasida uning atomlari orasida ikkilamchi bog' bo'lib, kislorod atomlari II valentli, oksidlanish darajasi nolga teng. Qutbsiz molekula.

Suyuq yoki qattiq holga o'tganda  $:\ddot{O} \equiv \ddot{O}:$  yoki  $:\ddot{O} \equiv \ddot{O}:$  tuzilish ega bo'ladi.

Bu tuzilishga ko'ra har bir kislorod atomida bittadan toq spinli elektron bo'lib, bunday agregat holatlarda kislorod **paramagnit xossali** bo'ladi, ya'ni suyuq va qattiq holdagi kislorod **magnitga tortilish xossasiga** ega bo'ladi. Kislorod molekulasidagi bog'ning uzunligi  $r_{(0-0)} = 1,207 \text{ \AA}$  bo'lib, ikkilamchi bog'ga to'g'ri keladi, shu sababli uning atomlarga parchalanish energiyasi  $494 \text{ kJ/mol}$ . Kislorod molekulasi ultrabinafsha nur ( $\lambda = 190 \text{ nm}$ ) ta'sirida ham atomlarga parchalanadi (fotolizlanadi).

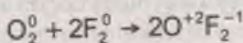
Kislorod odatdagi sharoitda metallar, metallmaslar umuman davriy jadvaldagi *geliy, neon va argondan* boshqa barcha elementlar va turli moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. *Bu reaksiyalarda kislorod asosan oksidlovchi xossalari namoyon qiladi:*



Bu reaksiyalarning barchasida issiqlik energiyasi ( $\Delta H < 0$ ) va yorug'lik energiyasi ajralib chiqadi, ya'ni yonish jarayoni sodir bo'ladi. Yonish jarayonlarida asosiy komponentlardan biri tarkibida kislorod saqlagan gazsimon aralashma — havo bo'lib, havoda kislorod miqdori qanchalik ko'p bo'lsa (toza kislorod qo'shish yo'li bilan) yonish jarayoni tezlashadi va ko'p issiqlik ajralib chiqadi. Yonish reaksiyalarining mahsuloti oksidlardir.

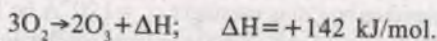
Tabiatda (yoki boshqa hollarda) sodir bo'ladigan chirish, shu'lalanish, nafas olish jarayonlarining barchasi molekulyar kislorod ishtirokida borib, ularning asosida ham kislorodning oksidlovchilik xossalari yotadi.

*Faqat bitta element — F (ftor) bilan kislorod ta'sirlashsa qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:*



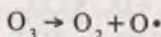
Chunki kislorodning elektromanfiyligi (3,5) ftornikidan (4,0) kichik bo'lib, kislorod ftor atomiga elektron beradi va +2 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.  $OF_2$  — kislorod ftorid deyiladi.

Kislorod elektr razryadi ta'sirida ikkinchi allotropik shakli — ozonga aylanadi:

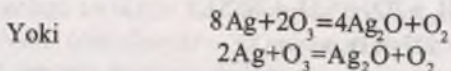


Ozon ( $O_3$ ) (grekcha "ozonos" — "hidli", 1840 y, Shyonenbeyn aniqlagan), o'ziga xos hidli, ko'kimtir rangli, mazasiz gaz. Diamagnit, zaharli modda,  $-112^\circ C$  da suyuqlanadi, suvda yaxshi eriydi. Suyuq ozon to'q-ko'k rangli suyuqlik,  $-192,7^\circ C$  da binafsha rangli qattiq moddaga aylanadi.

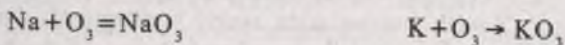
**Olinishi.** Laboratoriyada maxsus asbob — ozonatorida hosil qilinadi. Uni suvning radiolizi, kislorodning fotolizi natijasida hosil qilish mumkin. Ozon molekulasi barqaror, yuqori konsentratsiyada portlab parchalanadi.



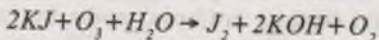
Ozonning oksidlovchilik xossalari kislorodga qaraganda kuchliroq. Shuning uchun odatdagi sharoitda kimyoviy passiv elementlarni ham oksidlay oladi:



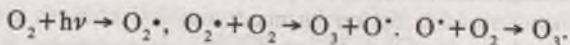
Ishqoriy metallar ozon bilan reaksiyaga kirishib qizil rangli ozonidlarni hosil qiladi. Masalan:



Ozonning bor yoki yo'qligini aniqlash uchun KJ eritmasi orqali havo o'tkaziladi (yoki eritma ochiq qoldiriladi). Ozon kuchli oksidlovchilik xossasi tufayli



reaksiya natijasida yod ajralib chiqadi, eritma avval sariq, keyin qo'ng'ir rangga kiradi. Undan ichimlik suvini tozalashda, havoni dezinfeksiyalashda qog'oz va ip-gazlamalarni ohorlashda foydalaniladi.

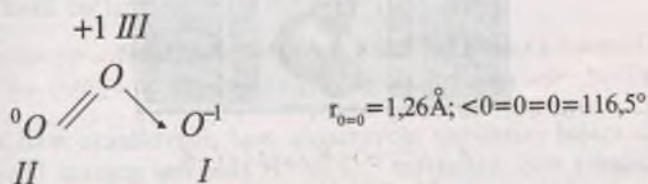


“Ozonlashtirilgan kislorod” da 10% gacha ozon bo’ladi. Yuqori darajada ozonga to’yingan kislorod bilan nafas olish zararli bo’lib, inson o’pkasini teshib yuborishi ham mumkin.

Shu sababli havoda ozonning hajmiy miqdori  $1/1000=1/10^3$  (promille-p.m. $10^{-3}$ ) bo’lishi kerak.

Tabiatta ozon yer yuzidan 10–30 km balandlikda ultrabinafsha nur ta’sirida hosil bo’ladi (osmonning ko’k rangi), bu “ozon qatlami” deyiladi. “Ozon qatlami” yer yuzida hayotni ta’minlashda juda zarur bo’lib, *birinchidan* — quyosh nuridan keladigan ultrabinafsha nurlarini o’zida yutib qolib kishilarni turli nur kasalliklari (“teri raki”) dan himoya qilsa, *ikkinchidan* — yerning infraqizil nurlarini o’ziga yutib, yer yuzini “sovib ketish” dan saqlaydi. Shu sababli “Ozon qatlami”ning tuzilishi keyingi yillarda katta ekologik muammolarga aylanayapti.

Ozon molekulasida ( $OO_2$ ) kislorod atomlari turli oksidlanish darajalari va valentlikka ega. Bu molekulanı quyidagicha tasavvur etish mumkin:



Molekula burchakli tuzilishga ega, chunki markaziy atom  $sp^2$  gibridlanishga ega. Umumiy oksidlanish darajasi  $0+1-1=0$  ga teng. Valentlik esa  $I+II+III=VI:3=II$ .

Kislorod valentligi II, III va IV bo’lishi mumkinligini gidroksoniy ioni  $H_3O^+$  hosil bo’lishida ham ko’rish mumkin. Bunda kislorod valentligi III ga teng.

#### XVI.4. Suv ( $H_2O$ )

Kislorodning vodorod bilan hosil qilgan asosiy birikmasi suv ( $H_2O$ ) dir. Suv tarkibida massasi jihatdan 88,8% kislorod va 11,2% vodorod bor.

**Fizikaviy xossalari.** Suvning  $+4^\circ C$  dagi zichligi  $1 \text{ g/sm}^3$  ga teng. Suvning solishtirma issiqlik sig’imi  $1 \text{ kal/g}$  yoki  $4,18 \text{ J/g}$  ga teng. Demak,  $1 \text{ g}$  suvni  $1^\circ C$  ga isitish uchun  $4,18 \text{ kJ}$  issiqlik sarf qilinadi. Suv tirik organizmlar va o’simliklar uchun eng kerakli modda hisoblanadi, chunki suv yaxshi erituvchidir. Tirik organizmlar va o’simliklar ozuqa moddalarni suv orqali tabiatdan qabul qiladilar. Suvning molekulari o’zaro vodorod bog’lari or-

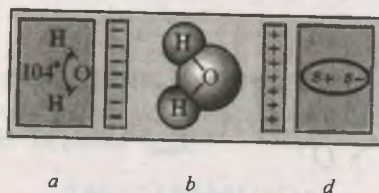


qali bog'langan. Shu sababli xona temperaturasida suyuq bo'ladi, 0°C da muzlaydi, 100°Cda qaynaydi.

Suvning tarkibidagi vodorod izotoplari turiga ko'ra: H<sub>2</sub>O (oddiy), D<sub>2</sub>O (og'ir) va T<sub>2</sub>O(o'ta og'ir) suv bo'ladi. Lekin tabiatda asosan H<sub>2</sub>O holida uchraydi.

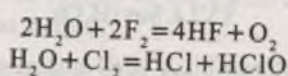
Og'ir suvning fizikaviy xossalari: zichligi 1,1005 g/sm<sup>3</sup>, t<sup>o</sup><sub>muz</sub> = 3,8°C, t<sup>o</sup><sub>qayn</sub> = 101,4°C. Og'ir suvda kimyoviy reaksiyalar sekinroq boradi. H<sub>2</sub>O ni uzoq vaqt elektroliz qilganda elektrolizyorda D<sub>2</sub>O ham to'planadi. Undan moddalarning spektral xossalari o'rganishda (vodorod — deyteriy almashinuvi) va yadro reaktorlarida neytronlardan sekinlashtirgich sifatida foydalaniladi.

**Kimyoviy xossalari.** Suv molekulasida vodorod-kislorod bog'i qutbli bog'lanish bo'lganligi va ularning o'zaro 104° burchak ostida joylashganligi sababli uning molekulari qutblangan.



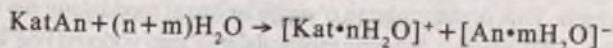
- 20-rasm. Suv molekulasining qutbliligini ko'rsatuvchi s'dema:  
*a* — suv molekulasining fazoviy tuzilishi;  
*b* — suv molekulasining tashqi elektr mayonida;  
*c* — suv molekulasining qutbli ekanligini va doimiy dipol momentiga ega ekanligini ko'rsatuvchi s'dema.

Shu sababli oddiy sharoitda metall va metallmaslar (ftor va xlor) bilan reaksiyaga kirishadi:

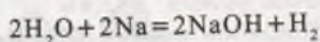


Suv molekulari vodorod bog'lanish orqali bog'langan. Shu sababli oddiy sharoitda suv suyuq modda.

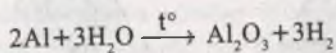
Suvda ko'pchilik moddalar eriydi va suvning molekulari turli ionlar bilan gidratlar hosil qiladi. Suvning bu xususiyatini quyidagi 21-rasmdan ko'rish mumkin.



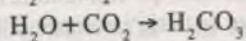
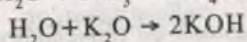
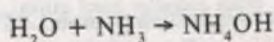
Suv ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan ta'sirlashib ishqorlarni hosil qiladi:



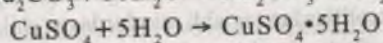
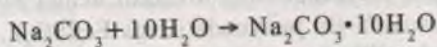
Yuqori temperaturada suv bug'i boshqa metallar bilan ham birikib oksid hosil qiladi:



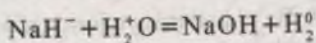
Suv ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirishadi:



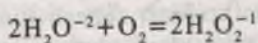
Bu reaksiyalar natijasida tegishli asos, kislota yoki kristallgidratlar hosil bo'ladi:



Suv ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi. Chunki suvning tarkibida  $\text{H}^+$  va  $\text{O}^{2-}$  mavjuddir. Shu sababli suv metall gidridi bilan reaksiyaga kirishib, oksidlovchi:



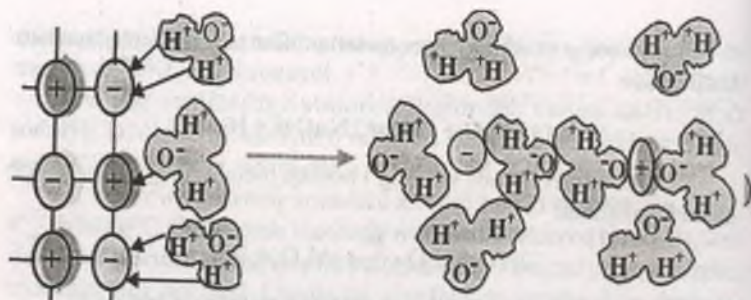
Kislorodni biriktirib olib vodorod peroksid hosil qilish reaksiyasida qaytaruvchi bo'la oladi:



### *Sanoatda suvni tayyorlash*

Iste'mol uchun va texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun suv hayot manbai, erituvchi, xomashyo va energiya tashuvchi vosita vazifalarini bajaradi. Suvning kundalik hayotda o'ta muhim modda ekanligi e'tiborga olinib, u maxsus tayyorlash jarayonlaridan o'tadi.

Bu jarayon quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:



21-rasm. Suv molekularining turli ionlar bilan gidratlar hosil qilishi.

1. *Tabiiy suvni mexanik qo'shimchalardan tozalash-tindirish.* Bunda oqib keladigan suv katta sig'imli inshootlarga yig'iladi va ma'lum muddat saqlab tindiriladi.

2. *Tindirish bosqichidan keyin suvni unda "muallaq" holda qoladigan mikroeterogen zarrachalardan tozalash uchun bu zarrachalar koagulyatsiyalanadi.* Bu jarayonda suvga  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $Al_2(SO_4)_3$  va  $CuSO_4$  kabi elektrolitlardan tegishli miqdorda qo'shiladi. Bu moddalar koagulyantlar deyiladi, chunki suvdagi muallaq zarrachalar musbat va manfiy zaryadli bo'lgani sababli, bu kuchli elektrolitlar  $Fe^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  ionlarini hosil qilib, zarrachalarni o'zlari bilan yirik zarrachalar hosil qilib cho'kmaga tushiradi.

3. *Suvni filtrlash.* Ba'zi hollarda yuqoridagi ikkala bosqichda ham suvni mexanik qo'shimchalardan tozalash imkoniyati bo'lmasa u "mato"li, qog'ozli yoki boshqa turdagi filtrlar orqali o'tkazilib, tozalanadi.

4. *Suvni dezinfeksiyalash.* Suvni unda mavjud bo'lgan mikroorganizmlar, mikroblar, zaharli kimyoviy moddalardan tozalash uchun xlor gazi, xlorli ohak solingan naychalar, ozon, kislorod gazi bilan qayta ishlanadi. Bu moddalar kuchli oksidlovchi xossalariga ega bo'lgani uchun mikroblar va zaharli kimyoviy moddalarni oksidlab zararsizlantiradi.

5. *Suvni deaeratsiyalash.* Suv unda erigan  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$  kabi gazlardan tozalash uchun gazsizlantiriladi. Bunda suv maxsus qurilmalarda aylanma harakatga keltirilib, gazlar chiqarib yuboriladi.

6. *Suvning pH ini aniqlash.* Suvda  $H^+$  va  $OH^-$  larning miqdori (pH yoki pOH) maxsus asboblarda pH-metr, ionomerlar yordamida doimiy o'lchanib, nazorat qilib boriladi.

7. *Suvning qattiqligini aniqlash va uni yumshatish.* Sanoati rivojlangan hududlarda texnologik jarayonlarda foydalanilgan suvlar "oqava suv"lar deyilib, ulardan foydalanish uchun bu suvlarni ham yuqoridagi usullar (birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi usullar) yordamida tozalanadi. *Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, iste'mol va sanoat ehtiyojlari uchun suvni yaroqli holga keltirish katta mehnat va mablag' talab qiladigan ekologik va iqtisodiy tadbirdir. Shu sababli har qanday ishlab chiqarish jarayonida, turmushda suvdan tejab foydalanish zarur!*

### XVI.5. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari

Suvda turli tuzlar, ayniqsa,  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  — ionlari tutgan tuzlarning eriganligi tufayli "suvning qattiqligi" yuzaga keladi.

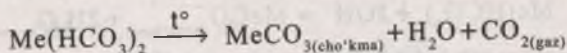
*Suvning qattiqligi deb, 1 litr (1000 ml) suvda erigan  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  lar tuzlarining "mg•ekv" (milligram ekvivalent) miqdoriga aytiladi.*

Shu tushunchaga asosan "suvning qattiqligi" quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{Qattiqlik} = \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{20,04} + \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{12,16} = \frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{20,04} + \frac{m_{\text{Mg}^{2+}}}{12,16} \text{ (mg•ekv/l)}$$

Suvning qattiqligi uch xil: a) *vaqtinchalik*, b) *doimiy*, v) *umumiy bo'ladi.*

a. *Vaqtinchalik qattiqlik* suvda erigan  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  (ba'zan  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  bo'lishi ham mumkin) tuzlar tufayli yuzaga keladi. Shuning uchun karbonatli qattiqlik ham deyiladi. Buni vaqtinchalik qattiqlik deyilishiga sabab, suv qaynatilganda bu qattiqlik yo'qoladi:



Shu sababli suv qaynatilgan idishlarda "quyqa", ya'ni suvda erimaydigan karbonat tuzlari hosil bo'ladi. Bu usulda suvni yumshatganda suvning qattiqligi 5—7 mg•ekv/l gacha kamayadi.

b. *Doimiy qattqlik* suvda erigan  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$  va  $\text{MgSO}_4$  tuzlari tufayli yuzaga keladi. Bu qattqlik suvni qaynatilganda yo'qolmaydi.

d. *Doimiy qattqlik bilan vaqtinchalik qattqliklarning yig'indisi umumiy qattqlik* deyiladi. Suvning umumiy qattqligiga asoslanib, suv turli qattqlik darajasidagi turlarga ajratiladi.

I. Agar qattqlik 0 dan 4 mg•ekv/l (yoki 4°) bo'lsa, *juda yumshoq* suv deyiladi. Bunga distillangan, yomg'ir va qor suvlari kiradi.

II. Qattqligi 4—7 mg•ekv/l (4° dan 7° gacha) bo'lsa, bunday suv *yumshoq* suv deyiladi. Bunday suv kishilar iste'mol qilishi uchun yaroqli bo'ladi. Bu suvga ichimlik suvlari, ba'zi daryo va ko'l suvlari kirishi mumkin.

III. Qattqligi 7—14 mg•ekv/l bo'lgan suv *qattiq suv* deyiladi. Bu suv iste'mol uchun ham, texnologik jarayonlar uchun ham yaroqsiz bo'ladi.

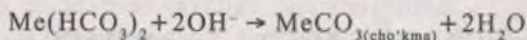
IV. Qattqligi 14 mg•ekv/l dan (14° dan) yuqori bo'lgan suv *o'ta qattiq* suv deyiladi.

Suvning qattqligini yo'qotish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

**Fizikaviy usullar.** Suvni qaynatish va distillash bu usulning asosini tashkil etadi. Qaynatganda vaqtinchalik qattqlik yo'qoladi, suv qisman yumshaydi. Distillanganda suvning umumiy qattqligi yo'qoladi, suv to'liq yumshaydi.

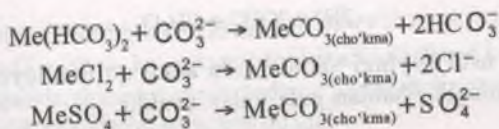
**Kimyoviy usullar.** Bu usullarga ishqorlash, sodalash, fosfatlash va ionitlar bilan ishlash kiradi. Bularning barchasi suvda erigan tuzlarni kimyoviy reaksiya natijasida suvda yomon eruvchi birikma holiga o'tkazishga yoki ionitlar vositasida ion almashuvi tufayli suvli eritmadan chiqarib yuborishga asoslangan.

*Ishqorli usulda* suvning qattqligini yo'qotish uchun unga tegishli miqdorda NaOH yoki  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  qo'shiladi. Bunda karbonatli qattqlik yo'qoladi:



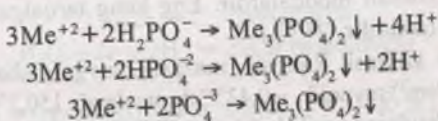
Ishqorli usul bilan suvning qattqligini to'liq yo'qotib bo'lmaydi. Bu usul oxirgi vaqtlarda deyarli qo'llanilmaydi.

**Sodali usulda** suvga uning qattqligi qiymatidan kelib chiqqan holda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yoki  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  qo'shiladi:



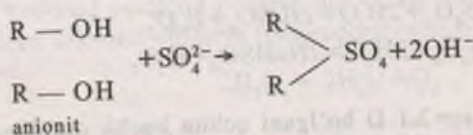
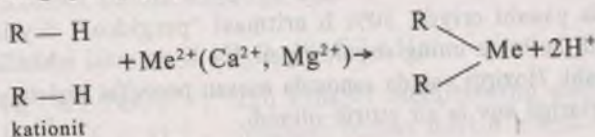
Ko'rinib turibdiki, sodali usulda suvning umumiy qattiqligini ancha (0,5–0,08 mg•ekv/l) gacha kamaytirish mumkin.

**Fosfatli usulda** suvning qattiqligini yo'qotishda suvga tegishli miqdorda  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yoki  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$  tuzlari qo'shiladi. Bu usulda  $\text{Mg}^{2+}$  va  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari fosfatlari holida cho'kmaga tushadi:

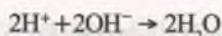


Fosfatli usulda suvning qattiqligi 0,1–0,03 mg•ekv/l gacha kamaytiriladi.

Keyingi yillarda polimer moddalar kimyosi keskin rivojlanishi bilan tarkibida  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$  — kationlari,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$  — anionlari saqlagan polielektrolit moddalar (kationitlar va anionitlar) sintez qilingan. Ularning umumiy formulasi  $\text{R}-\text{H}$ ;  $\text{R}-\text{Na}$  va  $\text{R}-\text{Cl}$ ,  $\text{R}-\text{OH}$  holida belgilanib, bu moddalar suvga solinsa yoki suv bilan to'ldirilgan "kolonka"lar orqali o'tkazilsa, suvning qattiqligini tashkil etuvchi  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  ionlari  $\text{H}^+$  ( $\text{Na}^+$ )lar bilan va  $\text{OH}^-$  ( $\text{Cl}^-$ ) ionlari bilan almashinib, suvning qattiqligi yo'qoladi:



Ajralib chiqqan vodorod va gidroksil ionlari o'zaro birikib suv hosil qiladi:



Ionitli usul keyingi vaqtda juda keng qo'llanilayotgan, kam xarj va ekologik jihatdan juda qulay usuldir.

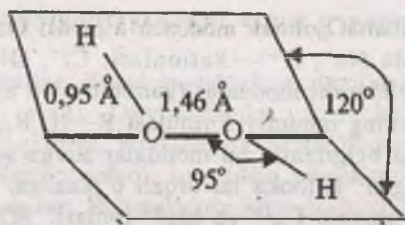
## XVI. 6. Vodorod peroksid

*Tarkibida (—O—O—) — peroksid gruppasi bo'lgan moddalar peroksidlar deyiladi.*

Ularda kislorod atomlari ikki valentli bo'lsalar-da, -1 oksidlanish darajasiga ega. Shu sababli bu birikmalar o'ziga xos tuzilishli va xossalari moddalardir. Eng keng tarqalgan peroksid — vodorod peroksididir ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

**Fizikaviy xossasi.** Rangsiz, mazasiz, suvga nisbatan quyuqroq ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}_2} = 1,44 \text{ g/sm}^3$ ) suyuqlik.  $-0,43^\circ\text{C}$  da muzlaydi.  $150,2^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Vodorod peroksidning tuzilishi 22-rasmda keltirilgan.

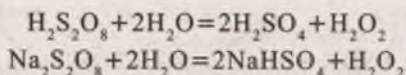
$$E_{\text{—O—O—}} = 210 \text{ kJ/mol}, E_{\text{H—O}} = 468 \text{ kJ/mol}$$



22-rasm. Vodorod peroksidi molekulasining tuzilishi.

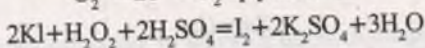
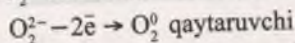
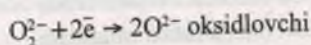
Suvda yaxshi eriydi. 30% li eritmasi "pergidrol" deyiladi. Ko'pchilik hollarda uning suyultirilgan 3% li eritmasi ishlatiladi.

**Olinishi.** Hozirgi vaqtda sanoatda asosan persulfat kislotasi yoki uning tuzlariga suv ta'sir ettirib olinadi.

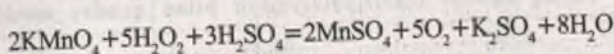
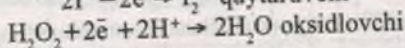
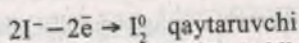


Dipol momenti  $\mu = 2,1 \text{ D}$  bo'lgani uchun kuchli qutblangan molekula. Dipol momenti suvnikiga nisbatan kattaroq bo'lganligi uchun molekularlar o'rtasida oriyentatsion ta'sir va vodorod bog'lari kuchliroq bo'ladi va shu sababdan u suvga nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi.

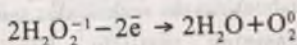
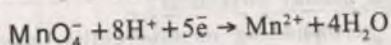
Vodorod peroksidning tuzilish formulasi  $\text{H} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$  dir. Kislorod atomlari  $-\text{O} - \text{O}-$  ko'prik orqali birikadi. Kislorod ko'prigining uzilishi natijasida, sharoitga qarab, vodorod peroksid oksidlovchilik yoki qaytaruvchilik xossalari namoyon qiladi:



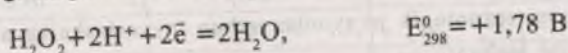
Bu reaksiyada  $\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchi sifatida ishtirok etadi:



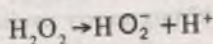
Bu reaksiyada  $\text{H}_2\text{O}_2$  qaytaruvchi vazifasini bajaradi:



Oksidlanish potensialning qiymatiga qarab, peroksidlarning oksidlovchi xossalari qaytaruvchi xossalarga nisbatan kuchliroq ekanligi haqida xulosa chiqarish mumkin:

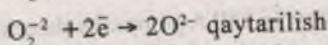
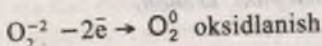
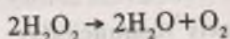


Kuchsiz kislota xossasiga ega:



( $K_{\text{dis}} = 2,24 \cdot 10^{-12}$ ). Shu sababli metallarning peroksidlari  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}_2$  ni  $\text{O}_2^{2-}$  — ionining tuzlari deyish mumkin.

Vodorod peroksid beqaror modda bo'lib, yorug'lik ta'sirida o'zidan kislorod chiqarib (disproporsiyalanib), suvga aylanadi.





Shu sababli uning eritmasi yorug'lik tushmaydigan (qora) idishlarda, salqin joyda saqlanishi kerak.

Vodorod peroksid tibbiyotda, dezinfeksiya maqsadlarida, yoqilg'ilarning yonishini kuchaytirishda, raketa yonilg'isida, to'qimachilik va qog'oz sanoatida oqartirishda ishlatiladi. Peroksobirikmalar kuchli oksidlovchilar sifatida ishlatiladi.

### Savollar

1. Vodorodning davriy sistemada o'ziga xos o'rni to'g'risida izoh bering.
2. Vodorod — qaytaruvchi ekanligini misollar bilan izohlang.
3. Vodorod — oksidlovchi ekanligini misollar bilan izohlang.
4. Vodorodni konversiya usuli bilan olishni tushuntiring.
5. Suyuq havoni rektifikatsiyalash bilan qanday moddalar olinadi?
6. Ozonning asosiy kimyoviy xossalarini tushuntiring.
7. Peroksidlar qanday birikmalar?
8. Vodorod peroksidning oksidlovchilik, qaytaruvchilik va kislotali xossalarini tushuntiruvchi reaksiyalar tenglamalarini yozing.
9. Suv molekulasining tuzilishi, bog'lanishlar tabiatini tushuntiring.
10. Suvning metallar va metallmaslar bilan o'zaro ta'siri reaksiyalarini yozing.
11. Suvni texnologik jarayonlar uchun tayyorlashning asosiy bosqichlarini tushuntiring.
12. Suvning qattiqligi nima? Uning turlarini tushuntiring.
13. Suvni "yumshatish"ning asosiy usullarini izohlang.
14. Suvni yumshatishning fizikaviy usullarini tushuntiring.

### XVI. 7. Inert gazlar yoki VIII A gruppacha elementlari

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *inert (nodir) gazlar, geliy, neon, argon, kripton, ksenon.*

Nodir (inert) gazlar yoki VIII A gruppacha elementlari qatoriga He — geliy, Ne — neon, Kr — kripton, Xe — ksenon va Rn — radon kiradi.

Nodir gazlar to'g'risidagi dastlabki ma'lumotlar N. A. Reley (1880 y.), N. A. Morozov (1883 y.) va U. Ramzay (1894 y.) lar tomonidan keltirilgan va ularning mavjudligi isbotlagan. Nodir gazlar erkin holatda havo, quyosh sistemasida, tabiiy gaz tarkibida bo'ladi va havoni suyuqlantirish yo'li bilan olinadi. Quyidagi jadvalda havoning tarkibi va nodir gazlarning qaynash temperaturalari keltirilgan.

### Havo tarkibidagi gazlar va ularning qaynash temperaturasi

Gaz	Havo tarkibidagi hajmiy miqdori, %	$t_{qay}$ , °C
Havo	100	-190
N <sub>2</sub>	78,09	-195,8
O <sub>2</sub>	20,95	-183
CO <sub>2</sub>	0,030	-78,5
H <sub>2</sub>	0,00005	-252,8
O <sub>3</sub>	$1 \cdot 10^{-6}$	-111,9
He	0,0005	-268,9
Ne	0,0018	-245
Ar	0,9325	-185,8
Kr	0,000108	-152,9
Xe	0,000008	-108
Rn	$0,6 \cdot 10^{-17}$	-61,8

Bu elementlar atomlarining geliydan radonga tomon yadro zaryadi va atom radiuslari ortib borishi bilan elektron qobig'ining qutblanishi ham ortib boradi.

Shu ustunda bu elementlarning reaksiyaga kirishuvchanligi ham ortib boradi, ionlanish potentsiali esa kamayib boradi.

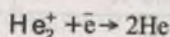
### Inert gazlarning xossalari

Element	Tartib raqami	Tuzilishi	Atom radiusi (nm)	Ionlanish potentsiali (kJ/mol)
He	2	$1s^2$	0,093	2372 geliy "helios" — "quyosh"
Ne	10	$(He)2s^2 2p^6$	1,12	2081 "neos" — "yangi"
Ar	18	$(Ne)3s^2 3p^6$	1,54	1521 "argos" — "yalqov"
Kr	36	$(Ar)3d^{10} 4s^2 4p^6$	1,69	1350 "kryptos" — "yashirin"
Xe	54	$(Kr)4d^{10} 5s^2 5p^6$	1,90	1171 " Xenos" — "noma'lum"
Rn	86	$(Xe)5d^{10} 6s^2 6p^6$	2,20	1037 " radios" — "nur"

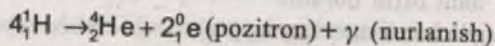
Radonning ionlanish potentsiali ksenonning ionlanish potentsialidan kamroq bo'lsa ham, radioaktivligi sababli radon xossalari ksenonga nisbatan kamroq o'rganilgan. Hozirgi vaqtda nodir gazlarning xossalari asosan ksenon misolida o'rganilgan.

Nodir gazlar ma'lum sharoitda suv bilan klatratlar, ya'ni gidratlar hosil qiladi:  $Ar \cdot 6H_2O$ ,  $Kr \cdot 6H_2O$ ,  $Xe \cdot 6H_2O$ . Ushbu birikmalar hosil bo'lishida valent bog'lar hosil bo'lmaydi, ammo muz tuzilishidagi bo'shliqlar klatratlar hosil qilishda alohida ahamiyatga ega.

**Kimyoviy xossalari.** Bu elementlarning tashqi elektron qavatida 8 tadan juftlashgan (oktet sistemasi) elektronlar mavjud. Kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi yoki juda qiyin kirishadi. *Geliy* oddiy sharoitda rangsiz, hidsiz, molekulasi bir atomli, inert gaz, ammo atomlari g'alayonlangan holatida molekulyar ionlar  $He_2^+$  hosil qilishi mumkin. Oddiy sharoitda bu ionlar beqaror, etishmaydigan elektronni birlashtirib olib, ikkita neytral atomga ajraladi.



Spektral analiz yordamida geliyning Quyosh atmosferasida termoyadro reaksiyalari mahsuloti sifatida mavjudligi aniqlangan:



**Geliy atomi**  ${}^4_2He$  shu jumladan  $\alpha$ -zarrachalar turli xil yadroviy reaksiyalar olib borishda ishlatiladi. Geliy metallarni payvandlashda inert atmosfera, havo sharlari (dirijabl)ni, meteorologik zondlarni to'ldiruvchi engil, xavfsiz gaz sifatida ishlatiladi.

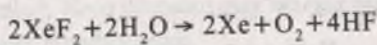
Neon (Ne) atomi inert gaz u ham kuchli g'alayonlangan holatda molekulyar ion hosil qiladi:  $Ne_2^+$ . Hozirgacha Ne ning birikmalari borligi aniqlanmagan yoki sintez qilinmagan.

**Kripton (Kr), ksenon (Xe) va radon (Rn)** ham bir atomli gazlar bo'lib, boshqa elementlar bilan, xususan, fluor va kislorod bilan turli tarkibli birikmalar hosil qiladi.

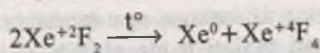
### Ksenonning birikmalari

Inert gazlardan, dastlab Xe ning  $PtF_6$  (kuchli oksidlovchi) bilan reaksiyasi natijasida 1962 yilda kanadalik N. Bartlett  $Xe^{+1}[PtF_6]$  ni sintez qilgani uchun unga Nobel mukofoti berilgan. Reaksiya tenglamasi:  $Xe^0 + Pt^{+6}F_6 \rightarrow Xe^{+1}[Pt^{+5}F_6]^-$ . Ksenon fluor atmosferasida alanganadi, bu reaksiyalar ekzotermik bo'lib,  $XeF_2$ ,  $XeF_4$ ,  $XeF_6$ ,  $XeF_8$ ,  $XeOF_4$ ,  $XeOF_2$  tarkibli moddalarni hosil qiladi.

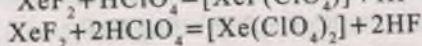
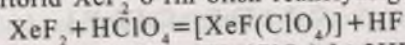
$XeF_2$  rangsiz, barqaror,  $t_c = 140^\circ C$ , suvda eruvchanligi 25 g/l, asosli tabiatga ega, suvli eritmada gidrolizlanadi va kuchli oksidlovchi xossasiga ega:



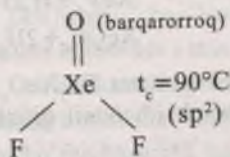
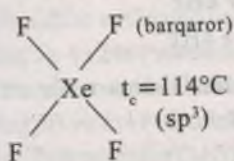
Qizdirilganda disproporsiyalanadi:



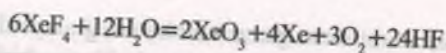
Ksenon diflorid  $XeF_2$  o'rin olish reaksiyasiga kirishadi:



Ksenon (IV) ning birikmalari  $XeF_4$  va  $XeOF_2$  rangsiz kristall moddalar. Bularda Xe ning gibridlanish turiga ko'ra ularning tuzilishi va xossalari o'zaro farq qiladi:

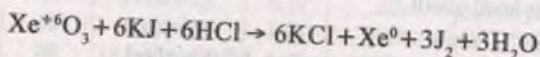


Oksidlanish-qaytarilish (disproporsiyalanish) reaksiyasi bilan boradigan gidrolizlanish xossasiga ega:

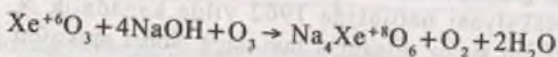


Bu moddalar ham kuchli oksidlovchilik xossasiga ega.

$\text{XeO}_3$  — ksenon (VI)-oksidi, oq rangli, juda oson portlovchi modda. Uning molekulasini trigonal piramida tuzilishli bo'lib, kuchli oksidlovchi modda:

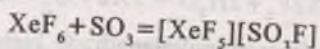


Kuchli oksidlovchilar ta'sirida qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:

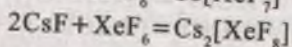
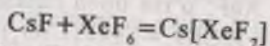


$\text{XeF}_6$  oktaedr tuzilishli,  $\text{XeOF}_4$  (xona sharoitida)  $-28^\circ\text{C}$  da kristallanadigan suyuqlik bo'lib, piramidasimon tuzilishga ega modda.

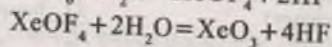
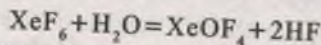
Ksenon geksaftorid amfoter xossalarini namoyon qiladi. O'zidan kuchli kislota xossasiga ega bo'lgan modda bilan reaksiyaga kirishganda, asos xossalarini namoyon etib, kation kompleks hosil qiladi:



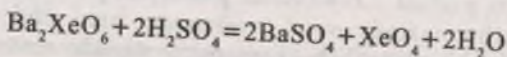
O'zidan kuchli asos xossasiga ega moddalar bilan reaksiyaga kirishganda kislotali tabiati ustun chiqib, anion kompleks hosil qiladi:



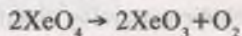
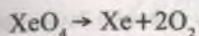
Ksenon tuzlarining gidrolizi quyidagicha boradi. Reaksiya mahsulotlari Xe ning oksibirikmalari — tuzlari yoki to'liq oksidi va HF hosil bo'ladi:



Bariy oksoksenat  $\text{Ba}_2\text{XeO}_6$  tuziga sulfat kislota ta'sir ettirib ksenon tetraoksidi hosil qilish mumkin:



Ksenon tetraoksid —  $\text{XeO}_4$  ksenon (VIII) ning birikmasi bo'lib, oddiy sharoitda gazsimon modda, asta-sekinlik bilan  $\text{Xe}$ ,  $\text{XeO}_3$  va  $\text{O}_2$  ga parchalanadi:



### Nodir gazlar va ularning birikmalarini ishlatilishi:

*Ksenon birikmalari — kuchli oksidlovchi moddalar.* Ular yordamida amalda hamma elementlarning (hatto oltinning) eng yuqori oksidlanish darajasidagi birikmalari hosil qilingan. Masalan:  $\text{AuF}_3$ ,  $\text{BrF}_7$  lar  $\text{XeF}_2$  yordamida olingan.

So'nggi yillarda nodir gazlarning xossalari Rossiyalik olim akademik V. A. Legasov tomonidan o'rganilgan. Nodir gazlarning ftoridlari ftorlovchi va oksidlovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Ksenon oksidlari portlovchi modda, raketa yonilg'isi sifatida qo'llaniladi. Radioaktiv elementlar (asosan  $^{235}\text{U}$  va  $^{238}\text{U}$ -uran) ni bir-biridan ajratish va toza holda olishda ksenonning ftorli birikmalari ishlatiladi.

Neon va argon gazlari lampochkalarni, gaz yoritgich naylarni to'ldirishda qo'llaniladi. Neon lampalari qizg'ish rang berib yonadi, argon lampalari esa zangori rangda yonadi.

Nodir gazlarning kimyoviy jihatdan "befarqligi" ning sabablaridan biri ular atomlarining tashqi elektron qavatlarini ikki (Ne) va sakkiz elektron (oktet) bilan to'lib, ularning hammasi o'zaro juftlashganligidir. Ikkinchi tomondan p-elektronlarning boshqa elektron qavatlariga (yoki orbitallarga) o'tish (toqlashish) energiyasini juda kattaligidir. Buning isboti sifatida Xe atomidagi normal holatdan ( $5s^25p^6$ ) qo'zg'algan holatlar ( $5s^25p^56s^1$ ;  $E_{qo'zg'} = 795 \text{ kJ}$ ); ( $5s^25p^55d^1$ ;  $E_{qo'zg'} = 963 \text{ kJ}$ ); ( $5s^25p^45d^2$ ;  $E_{qo'zg'} = 1758 \text{ kJ}$ ); ( $5s^25p^45d^16s^1$ ;  $E_{qo'zg'} = 1926 \text{ kJ}$ ) ga o'tish juda katta energiya talab qiladi. Bu miqdor energiya ikki elektronli kimyoviy bog'lanishlar hosil bo'lishi hisobiga "qoplana" olmaydi va shu sababli Xe ning birikmalari uch markazli bog'lanishlar vositasida hosil bo'lgan. Uch markazli bog'lanish Xe atomining 5p-va 2 ta F atomining 2p-orbitallari ishtirokida 3 ta uch markazli bog'lanishlar vositasida hosil bo'lgan. Uch markazli bog'lanish Xe atomining 5p-va 2 ta F atomining 2p-orbitallari ishtirokida 3 ta uch markazli molekulyar orbitallar (MO) (bog'lovchi, bo'shashtiruvchi, bog'lamaydigan) hosil bo'lib, ular 4 ta elektron bilan to'ladi va barqaror ( $E_{bog'} = 120 \text{ kJ}$ ) bog'lar hosil bo'ladi. Bunday bog'lar hosil qilish imkoniyati He, Ne, Ar da yo'qligi sababli, bu elementlar birikma hosil qilmaydilar.

### Savollar

1. "Nodir gazlar" deb nimaga aytiladi?
2. Nodir gazlarning "inert"ligining asosiy sababini atom tuzilishi asosida tushuntiring.
3. Qanday inert gazlar birikmalar hosil qiladi?
4. Sizga Xe ning qanday birikmalari ma'lum?
5. Xe ning +4 va +6 oksidlanish darajasidagi birikmalari formulalarini yozing.
6. Xe ning birikmalari qanday xossalarga ega?
7. Inert gazlar qanday maqsadlarda ishlatiladi?

### XVII bob

#### VA GRUPPACHA ELEMENTLARI

**Asosiy tushunchalar:** azot; fosfor; oq; qora va qizil fosfor; ammiak; fosfin; nitrit va nitrat angidridi; fosfit va fosfat angidridi; selitra; karbamid; nitrat kislota; fosfat kislota; ammoniy ioni; mineral o'g'itlar; "zar suvi".

#### XVII.1. VA grupp elementlarining umumiy xossalari

Beshinchi grupp asosiy gruppachasi elementlari azot, fosfor, mishyak, surma va vismutdan iboratdir. Ushbu gruppacha elementlarining agregat holatlari, xossalari bir-biridan keskin farq qiladi. Azot gaz holatdagi moddadir. Fosfor qattiq holatdagi metallmasdir. Mishyakdan vismutga o'tgan sari metallik xossalari kuchayadi.

11-jadvalda elementlar xossalarining o'zgarishi o'z ifodasini topgan.

Elementlarning gruppachada tartib raqamining ortishi bilan metallmaslik xossalari susayib, metallik xossalari ortadi. Bu elementlar birikmalarida  $-3, 0, +3, +5$  oksidlanish darajalarini namoyon qiladi.

Faqat azot  $-3$  dan  $+5$  gacha bo'lgan barcha oksidlanish darajasi-dagi birikmalarni hosil qiladi. Vodorodli birikmalari:  $NH_3, PH_3, AsH_3$  va  $BiH_3$  ning barqarorligi N dan Bi ga tomon kamayadi.

Kislorodli birikmalarining ( $E_2O_5$ ,  $MEO_3$ ) barqarorligi ortadi, kislotalik xossalari kuchsizlanib, suvda eruvchanligi kamayib boradi

11-jadval

V A gruppada elementlarining xossalari

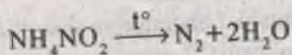
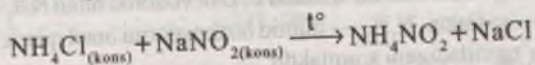
Element	${}^7N$	${}^{15}P$	${}^{33}As$	${}^{51}Sb$	${}^{83}Bi$
Elektron formulasi	$(He)2s^22p^3$	$(Ne)3s^23p^3$	$(Ar)3d^{10}4s^24p^3$	$(Kr)4d^{10}5s^25p^3$	$(Xe)4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$
$T_{qayn}$ °C	-195,8	280 (oq) 416 (qiz.)	633	1635	1560
$T_{suyuql}$ °C	-210	44,1 (oq) 590 (qiz.)	817	630,5	271,3
Zichligi $\rho$ g/sm <sup>3</sup>	1,25 g/l	2,3 (qiz.)	5,72	6,68	9,80
r(atom) nm	0,071	0,130	0,148	0,161	0,182
$r_{(ion)}$ E <sup>+5</sup>	0,015	0,035	0,047	0,062	0,074
Nisbiy E.M.	3,07	2,2	2,1	1,8	1,7
Ionlanish energiyasi ev	14,53	10,49	9,82	8,64	7,3
Oksidlari E <sup>+5</sup>	$N_2O_5$	$P_2O_5$	$As_2O_5$	$Sb_2O_5$	$BiO_5$
Kislotalari	$HNO_3$	$H_3PO_4$	$H_3AsO_4$		

### XVII.2. Azot (N, Z=7)

Azot V A gruppachaning birinchi elementi bo'lib, ko'p o'rganilgan metallmaslar qatoriga kiradi ( $1s^22s^22p^3$ ).

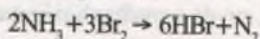
**Tabiatda uchrashi.** Azot erkin holatda havoning 78,2% ( $4 \cdot 10^{15}t$ ) ini tashkil qilib, Yer sharidagi 0,01 og' qism miqdori birikmalar, minerallar (neft 1,5%, toshko'mir 2,5% og' qism) tarkibida va tirik organizmlarda uchraydi.

**Olinishi.** Laboratoriyada azot ammoniy nitritni qizdirib olinadi, reaksiya ikki bosqichda boradi:

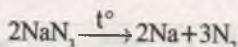




Shuningdek, ammiakni  $\text{Br}_2$  ta'sirida oksidlab olinadi:



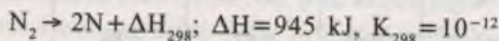
Juda toza azot olish uchun natriy azidni termik parchalash usulidan foydalaniladi:



Sanoatda azot suyultirilgan havoni rektifikatsiyalash yo'li bilan olinadi.

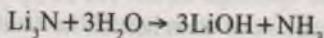
**Fizikaviy xossalari.** Azot ( $\text{N}_2$ ) rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz. Havodan ozgina engil (28 u.b.), yonmaydi, yonishga yordam bermaydi, suvda juda oz eriydi (1 l suvda 15 ml azot eriydi). Temperatura pasayishi bilan eruvchanligi ortadi (11-jadval).

**Kimyoviy xossalari.** Azot molekulasi  $\text{N}_2$  da azot atomlari orasida uchlamchi bog'  $\text{N}\equiv\text{N}$  ( $r_{\text{N}=\text{N}}=0,1055$  nm) bo'lib, ulardan bittasi sigma -  $\sigma$  va ikkitasi  $\pi$  — bog'lardir. Shuning uchun ham azot molekulasi juda barqaror va yuqori temperaturada atomlarga ajraladi:



Hatto  $3000^\circ\text{C}$  temperaturada azot molekularining dissotsiylanishi 0,1% ni tashkil etadi.

Erkin holdagi azot faqat litiy metali bilan bevosita birikib:  $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$  litiy nitridni hosil qiladi. Bunday nitridlar ( $\text{Na}_3\text{N}$ ,  $\text{K}_3\text{N}$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{AlN}$ ) tegishli metallarni azot atmosferasida qizdirish bilan hosil qilinadi. Bu reaksiyalarda azot oksidlovchi xossalarni namoyon qiladi. Ularda  $\text{N}^{-3}$  holida bo'ladi. Nitridlar suvda oson gidrolizlanadi:

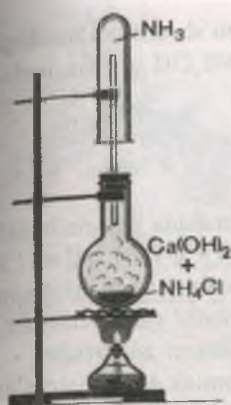


va tegishli asos hamda ammiakni hosil qiladi.

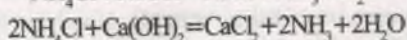
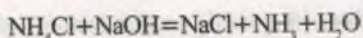
Azot metallmaslardan  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  lar bilan ta'sirlashadi. Vodorod bilan ta'sirlashganda oksidlovchi, boshqa metallmaslar bilan ta'sirlashganda qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi.

**Azotning vodorodli birikmalari.** Azot vodorod bilan  $\text{NH}_3$  — ammiak,  $\text{N}_2\text{H}_4$  — gidrazin,  $\text{N}_2\text{H}_2$  — diimid birikmalarini hosil qiladi. Bulardan eng ko'p o'rganiladigani ammiakdir.

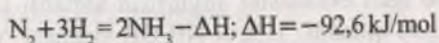
**Ammiakning olinishi.** Laboratoriya sharoitida ammoniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi (23-rasm):



23-rasm. Ammiakni laboratoriyada olish.



Sanoatda ammiak havodan ajratib olingan azot va pirolitik vodorod gazi aralashmasini yuqori 200—1000 atm bosim, 500—550°C temperaturada  $\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$  katalizatori ishtirokidagi reaksiyasi natijasida olinadi.



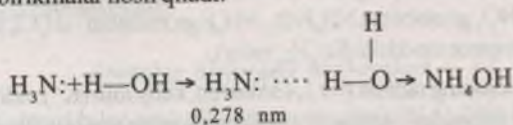
Bu qaytar jarayon bo'lgani uchun reaksiya davomida kimyoviy muvozanat yuzaga keladi. Muvozanatni siljitish shartlari to'g'risida "kimyoviy muvozanat" mavzusida batafsil tushunchalar berilgan edi.

**Fizikaviy xossasi.** Ammiak odatdagi sharoitda havodan engil ( $\rho = 0,77 \text{ g/l}$ ), rangsiz bo'g'uvchi gaz, 1 l suvda 700 l eriydi.  $-33^\circ\text{C}$  qaynab,  $-78^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tadi.

Suyuq ammiak moddasining bug'lanish issiqligi ( $1,37 \text{ kJ/g}$ ) katta bo'lgani uchun muzlatgichlarda "sovuqlik hosil qiluvchi modda" "xladoagent" sifatida ishlatiladi.

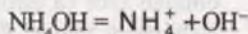
**Kimyoviy xossasi.** Ammiakning kimyoviy xossasi uning elektron tuzilishi bilan izohlanadi. Dipol momenti  $\mu = 1,46 \text{ D}$  bo'lib, qutbli modda.  $\text{NH}_3$  molekulasida uch yoqli piramida tuzilishli  $r_{\text{N-H}} = 1,015 \text{ \AA}$ ,  $\angle \text{HNH} = 107,35^\circ$  bo'lib, unda azot atomi orbitallari  $\text{sp}^3$  — gibridlanganligi, bir juft elektron kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmasdan tetraedrning uchida joylashganligi sababli kuchli elektron donorlik xossasiga ega. (24-rasm)

Bu xossasi tufayli ammiak suvda yaxshi eriydi, kislotalar va ko'pchilik metallarning tuzlari bilan o'zaro birikish reaksiyasiga kirishib turli tuz va kompleks birikmalar hosil qiladi:



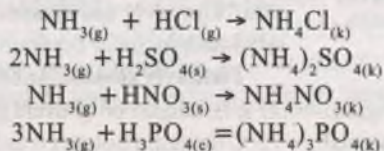
Azot atomi bo'sh elektron orbitali bo'lgan vodorod atomiga bog'lanishda ishtirok etmagan elektron juftini berib, donor

vazifasini bajaradi, vodorod atomi qisman bo'sh orbitali hisobiga akseptor vazifasini o'taydi. Hosil bo'lgan  $\text{NH}_4\text{OH}$  qisman ionlanadi:

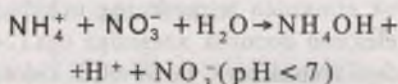
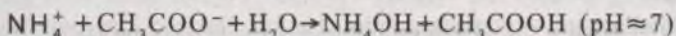


Eritmada  $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$ , 1 molyarli eritmasida dissotsilanish darajasi 0,4% ni tashkil etadi. 25% li ( $\rho = 0,9 \text{ g/sm}^3$ ),  $\text{pH} = 11,8$  bo'lgan eritmasini suyultirib tegishli konsentratsiyali eritmalar hosil qilinadi. 10% li  $\text{NH}_4\text{OH}$  eritmasi "novshadil spirti" deyiladi. *Ammiakning har qanday konsentratsiyali eritmasi zaharlidir!*

Yuqorida aytilganidek, gaz holdagi ammiak turli kislotalar bilan birikib, qattiq holatdagi moddalarni hosil qiladi:

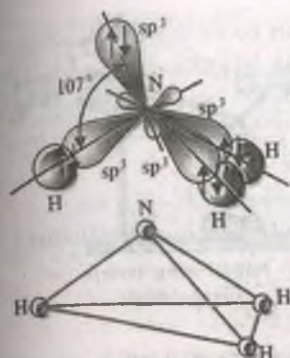


Hosil bo'lgan tuzlar "ammoniy tuzlari" deyiladi va barchasi suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmalarida ammoniyli tuzlardan:  $\text{NH}_4\text{OOCCH}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  lar ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  kabilar faqat kation bo'yicha gidrolizlanib, eritma muhiti kislotali bo'ladi:



*Qattiq holdagi ammoniy tuzlarini hosil qilgan kislotalarning kuchi ortib borishi bilan ularning termik barqarorligi ham ortib boradi.* Shunga ko'ra,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  ga nisbatan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$  ga nisbatan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , unga nisbatan  $\text{NH}_4\text{J}$  barqaror moddalardir (25- rasm).

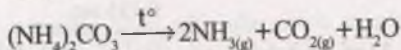
$\text{NH}_4^+$  ionining radiusi  $r = 1,43 \text{ \AA}$  bo'lib, kaliy ion ( $\text{K}^+$ ) radiusi  $r = 1,33 \text{ \AA}$  ga yaqin. Shu tufayli ammoniy birikmalarining xossalari kaliyning birikmalari xossalariiga o'xshab ketadi. Bu tuzlardan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  — ammoniyli selitra,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  — ammoniy ortofosfat yoki ammosfos,  $\text{K}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$  — kaliy diammoniy fosfat azotli va kombinatsiyalangan



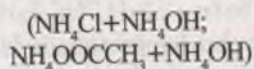
24-rasm.

Ammiak molekulasida elektron orbitallarning

mineral o'g'itlar sifatida ishlatiladi.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  — ammoniy karbonat non va qandolat mahsulotlari ishlab chiqarishda, "g'ovak" tuzilishli mahsulotlar olishchda keng qo'llaniladi:

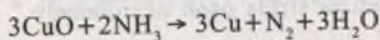


Ammoniy tuzlari bilan ammoniy gidroksid aralashmasi

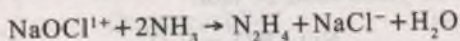


eritma muhiti doimiy (pH=9,2) bo'lgan asosli bufer eritmalar hosil qilishda keng qo'llaniladi.

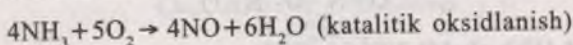
Gaz holdagi ammiak kuchli qaytaruvchi xossasiga ega bo'lgani uchun ba'zi passiv metallarni olishda ishlatiladi:



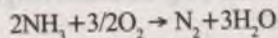
Natriy gipoxlorit ta'sirida ammiak molekulasida oksidlanib azotning boshqa vodorodli birikmasi  $\text{N}_2\text{H}_4$  gidrazin (diamid)ni hosil qiladi:



Kislorod ta'sirida ammiak yonadi:



Katalizatorsiz:

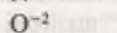
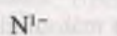
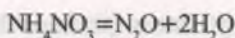


Ammiakning  $\text{O}_2$  da oksidlanishidan azotning kislorodli birikmalarini hosil qilishda foydalaniladi.

### Azotning kislorodli birikmalari

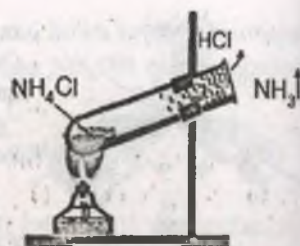
Azot kislorod bilan besh xil oksid hosil qiladi:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

**Azot (I)-oksidi** —  $\text{N}_2\text{O}$ , rangsiz gazsimon modda ammoniy nitrat qizdirilganda hosil bo'ladi:



0,118 nm

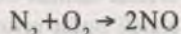
0,133 nm



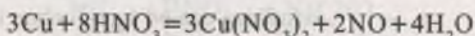
$\text{NH}_4\text{Cl}$  ning termik parchalanishi.

$\text{N}_2\text{O}$  kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Befarq oksid.

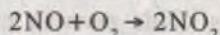
**Azot (II)-oksid** —  $\text{NO}$  gazsimon modda, befarq oksid, laboratoriyada azotni yuqori temperaturada kislorod bilan ta'sirlashishidan hosil bo'ladi:



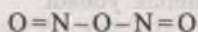
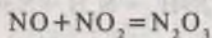
Asosan, 30—35% li nitrat kislotaga mis ta'sir ettirib olinadi:



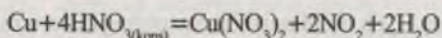
Havo kislorodi ta'sirida oson oksidlanadi:



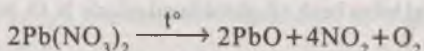
**Azot (III)-oksidi** —  $\text{N}_2\text{O}_3$ , ko'k rangli qattiq modda, quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi:



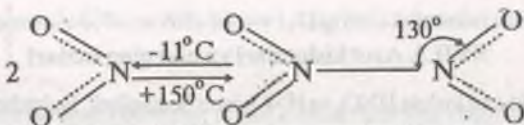
**Azot (IV)-oksidi**  $\text{NO}_2$ , qo'ng'ir rangli gaz, misni va unga o'xshash passiv metallarning konsentrlangan nitrat kislotada erishidan hosil bo'ladi:



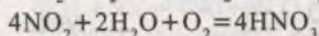
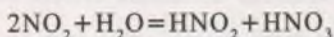
Ba'zi metallar nitratlarining termik parchalanishidan ham  $\text{NO}_2$  hosil bo'ladi:



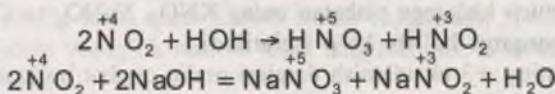
Past temperaturada azot (IV)-oksidi dimerlanadi:



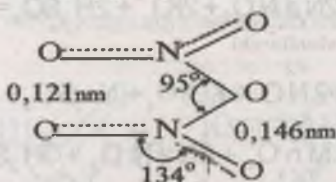
Azot (IV)-oksidi suvsiz nitratlar hosil qilishda, nitrit va nitrat kislotalar hosil qilishda ishlatiladi.



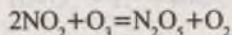
Azot (IV)-oksidida azot +4 oksidlanish darajasida bo'lgani uchun elektron berishi ham (ionlanish energiyasi 9,78 eV), qabul qilishi ham (elektronga moyilligi 2,5 eV) mumkin. Boshqacha aytganda, azot (IV)-oksidi disproporsiya reaksiyalariga kirishadi. Buning isboti sifatida quyidagi o'zgarishlarni ko'rsatish mumkin:



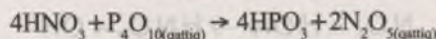
Azot (V)-oksidi (nitrat anhidridi) —  $\text{N}_2\text{O}_5$  — oq kristall, juda kuchli gigroskopik modda bo'lib, quyidagi tuzilishga ega:



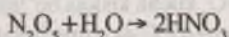
**Olinishi.** 1-usul.  $\text{NO}_2$  ning ozon ta'sirida oksidlanishidan  $\text{N}_2\text{O}_5$  hosil bo'ladi:



2-usul. Nitrat kislotani degidratlab olinadi:

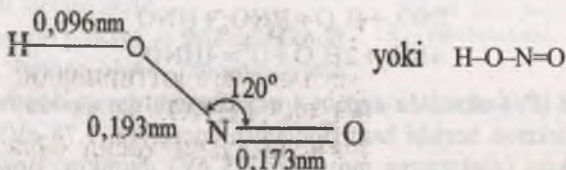
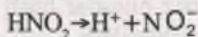


Uning suv bilan birikishidan kuchli nitrat kislotasi hosil bo'ladi:



### XVII.3. Azot kislotalari va ularning tuzlari

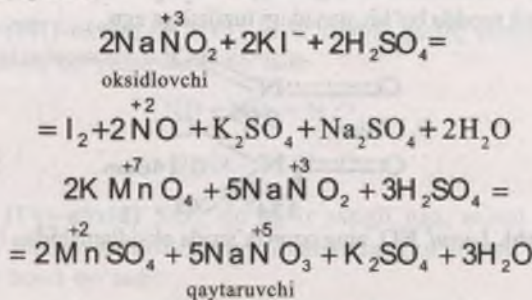
Azot ikki xil kislota  $\text{HNO}_2$  va  $\text{HNO}_3$  larni hosil qiladi. Bulardan  $\text{HNO}_2$  — nitrit kislota, faqat tuzlarining eritmalariga ( $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ) kislota ta'sir ettirilganda hosil bo'luvchi kuchsiz kislota,  $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$ :



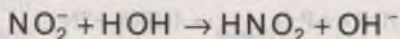
tuzilishlarda bo'ladi.

Ishqoriy muhitda ionlanish muvozanati o'ngga siljiydi. Shu sababli nitrit kislota nisbatan uning  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$  va  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  tuzlari barqaror bo'lib, ko'p ishlatiladi.

Azotning +3 oksidlanish darajasi oraliq qiymat bo'lgani uchun birikmalari ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi xossalarini namoyon qiladi:



Nitrit kislota kuchsiz kislota bo'lgani uchun uning barcha eruvchan tuzlari gidrolizlanadi:

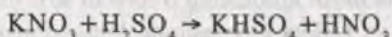


shu sababli eritmaları ishqoriy muhitli ( $\text{pH} > 7$ ) bo'ladi.  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  eritmasi neytral muhitli bo'ladi.

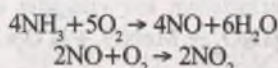
**Nitrat kislota** —  $\text{HNO}_3$  kuchli kislota bo'lib, och-sariq tusli, bug'lanib turuvchi,  $84^\circ\text{C}$  da qaynab,  $-42^\circ\text{C}$  da qattiq holatga o'tuvchi eritma holida

bo'ladi. Sanoatda 63% va 96% li ( $\rho = 1,45 \text{ g/sm}^3$ ) eritmaları ishlab chiqariladi.

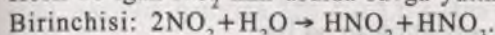
**Laboratoriyada olinishi:** Nitrat kislotasi tuzlariga kuchli kislotasi, asosan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:



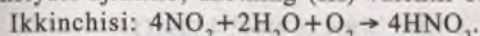
Sanoatda nitrat kislotasi ammiakni katalitik oksidlab olinadi



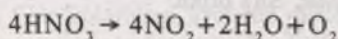
Hosil bo'lgan  $\text{NO}_2$  ikki usulda suvga yuttiriladi:



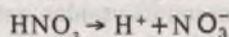
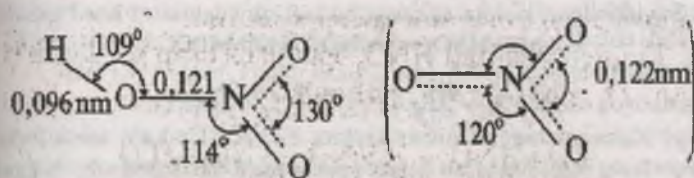
Bunda nitrat va nitrit kislotalari hosil bo'ladi. Nitrit kislotasi fraksiyasi ajratilib, azotning (III) valentli birikmalari olinadi.



Bu usulda faqat nitrat kislotasi ishlab chiqariladi. Hosil bo'lgan nitrat kislotasi yorug'lik nuri va xona temperaturasi ta'sirida qisman parchalanadi:

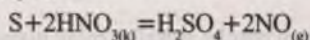


Nitrat kislotasi molekulasida azotning oksidlanish darajasi +5, valentligi IV. Unga va  $\text{NO}_3^-$  ioniga quyidagi tuzilish formulalari mos keladi:

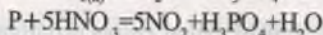
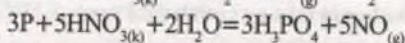
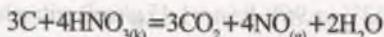


Har qanday konsratsiyali eritmasi oksidlovchi xossasini namoyon etadi. Shu sababli oddiy va murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirisha oladi.

*Nitrat kislotaning metallmaslar bilan ta'siri:* konsentrlangan nitrat kislotasi S, C, P kabi metallmaslarni ularning eng yuqori oksidlanish darajasigacha oksidlaydi:

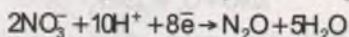
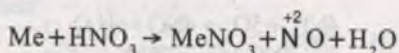




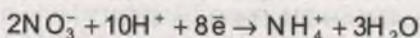
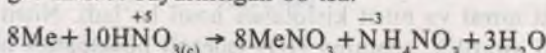


*Metallar bilan nitrat kislotaning o'zaro ta'siri:* metallning faollik qatoridagi o'rni va kislota eritmasining konsentratsiyasiga bog'liq.

a) Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan konsentrlangan nitrat kislota:

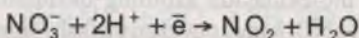
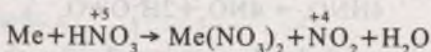


b) Agar kislota suyultirilgan bo'lsa:

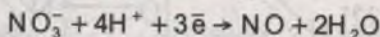
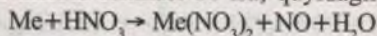


reaksiya mahsulotlarini hosil qiladi.

v) Konsentrlangan  $HNO_3$  eritmasi og'ir metallar (Cu, Hg, Ag, Zn, Pb, Cd, Mn, Sn) bilan:

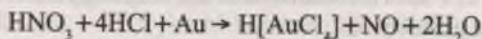


Suyultirilgan kislota eritmasi bo'lsa, quyidagilarni hosil qiladi:



g) Konsentrlangan nitrat kislota Fe, Al, Cr kabi metallarni passivlashtiradi va ular bilan reaksiyaga kirishmaydi. Nitrat kislotaning eritmasi konsentratsiyasidan qat'i nazar Au ga ta'sir etmaydi. Uning bu xossasidan foydalanib, Au ni Cu dan ajratishda, tilla buyumlarni tekshirishda foydalaniladi.

Konsentrlangan nitrat kislota va konsentrlangan xlorid kislotaning 1 : 3 hajmiy nisbatdagi eritmaları aralashmasi "Zar suvi" deyiladi va juda kuchli oksidlovchilik xossaga ega bo'lgani uchun Au va Pt larni eritadi:

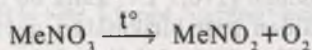


Nitrat kislota deyarli barcha metallar bilan tuzlar hosil qiladi.

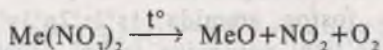
*Nitrat kislota tuzlari nitratlar (selitra) deyiladi.* Nitratlarning barchasi suvda yaxshi eriydi. Nitratlardan ishqoriy va ishqoriy-er metallar tuzlari suvli eritmada gidrolizlanmaydi. Boshqa metallarning, ammoniy-ionining nitratlari kation bo'yicha gidrolizlanadi, eritmaları kislotali (pH < 7) muhitli bo'ladi.

Nitratlarning barchasi temperatura ta'sirida parchalanadi. Parchalanish mahsulotlari metall-ionining tabiatiga bog'liq bo'ladi:

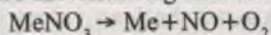
a) Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining nitratlari:



b) Aktivlik qatorida Mg dan Cu gacha joylashgan metallar nitratlari:



d) Ag va Hg kabi metallarning nitratlari:



mexanizmi bo'yicha parchalanadi.

**Ishlatilishi.** Gaz holatidagi azot tez oksidlanadigan moddalar reaksiyasida va tez ayniydigan mahsulotlarni saqlashda inert muhit sifatida ishlatiladi.

Azot (I)-oksidi  $\text{N}_2\text{O}$  ning oz miqdori bilan nafas olganda inson organizmi og'riqni sezmaydigan bo'lib qoladi. Shuning uchun uning kislorodli aralashmasi tibbiyotda *narkoz* sifatida ishlatiladi.

Azot (IV)-oksidi kuchli oksidlovchi. Sulfat kislota olishda  $\text{SO}_2$  ni  $\text{SO}_3$  ga aylantirishda  $\text{NO}_2$  gazidan oksidlovchi sifatida foydalaniladi. Nitrat kislota sintezida asosiy modda sifatida ishlatiladi. Ammiakning suvdagi eritmasi, karbamid  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , natriy nitrat, kaliy nitrat, kalsiy nitrat, ammoniy nitrat, ammoniy sulfat — azotli o'g'itlar sifatida ishlatiladi. O'zbekistonning yirik kimyoviy ishlab chiqarish korxonalari. "Navoiy-Azot", Chirchiq "Elektrokimyo" kombinatlarida azotli o'g'itlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Azot va uning birikmalari texnikada portlovchi moddalar tayyorlashda, elektr lampalarini to'ldirishda, organik bo'yoqlar — azobirikmalari va tibbiyotda dori-darmon tayyorlashda ishlatiladi.

Nitrat kislota va azotning boshqa birikmalari kimyo sanoatida keng ko'lamda ishlatiladi.

#### XVII.4. Fosfor (P, Z=15)

Fosfor V guruhning azotdan keyin turuvchi elementi bo'lib, uning metallmaslik xossasi azotga nisbatan kuchsizroq namoyon bo'ladi. Lekin fosfor atomining elektron tuzilishiga ko'ra tashqi elektron qavatida  $3s^23p^33d^0$  bo'sh d-orbitallarning bo'lishi bu elementning ayrim jihatlari azot elementidan farqli bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu farqlar quyidagilardan iborat:

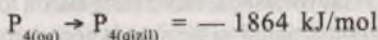
*Birinchi*dan azotning umumiy ionlanish energiyasi yig'indisi (266,8 Ev) fosfornikidan (176,7 Ev) katta bo'lib, fosforning +5 oksidlanish darajasidan past birikmalari qaytaruvchilar, lekin R(5+) holidagi birikmalari oksidlovchilar emas. Shu bilan birgalikda fosforning kislorodli birikmalari ancha barqaror, vodorodli birikmasi esa beqarordir.

*Ikkinchi*dan fosfor atomida  $1s^22s^22p^63s^23p^33d^0$  bo'sh orbitallarning bo'lishi natijasida tashqi qavatdagi 2 ta  $3s^2$  elektronning toqlashuvi va ularning o'zaro gibridlanishi sababli  $sp^3d$  (k.s.=5),  $sp^3d^2$  (k.s.=6) bo'lgan valent imkoniyatlari paydo bo'ladi. Bunga qo'shimcha 3d-orbitallar akseptor vazifasini bajarishi va ularga donor atomlardan elektronlar ko'chishi sabab bo'ladi. Shu boisdan fosforning turli polimer tuzilishli birikmalar, asosan, kremniy va oltingugurt singari (gorizontal o'xshashlik) kislorod va fluor bilan birikmalar hosil qilishga moyilligi kuchli.

**Fosforning tabiatda tarqalishi.** Fosfor tabiatda erkin holda uchramaydi. Uning asosiy qismi fosforli apatitlar  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ , fosforit  $Ca_3(PO_4)_2$  hoida, ko'pchilik oqsil, nuklein kislota, fosfolipidlar hamda suyak va tishlarda uchraydi.

*Fosforning allotropik shakl o'zgarishlari 3 xil bo'lib*, ulardan oq fosfor ( $P_4$ ) — zichligi  $1,82 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan mumsimon modda.  $44,1^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi,  $275^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Qorong'uda shu'lalanuvchi, zaharli modda. Suvda erimaydi. Benzol, uglerod disulfidda, efrida eriydi.

Yorug'lik ta'sirida sekinlik bilan qizil fosforgia aylanadi. Bu o'zgarish  $280-340^\circ\text{C}$  da juda tez yuz beradi:



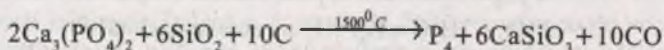
Ochiq havoda ( $35^\circ\text{C}$ ) oq fosfor o'z-o'zidan alanganuvchan bo'lgani uchun suv ostida saqlanadi. Unda  $P_4$  molekulari  $P_{(p-p)}$   $=60^\circ$ ,  $r_{p-p}=2,21 \text{ \AA}$ ,  $E_{p-p}=200 \text{ kJ/mol}$ . Oq va qizil fosforning tuzilishi quyidagicha:

**Qizil fosfor:** zichligi  $2,2 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan, zararsiz,  $260^\circ\text{C}$  da yonadigan modda. Qizil fosfor qizdirilsa,  $590^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi, bug'lari kondensatlanib, oq fosforgia o'tadi. Lekin temperatura o'zgarishi bilan to'q-jigarrangdan binafsha rangga o'zgaradi.

**Qora fosfor:** qizil fosforni 10—12 ming atmosfera bosimda  $220^\circ\text{C}$  da qizdirganda hosil bo'ladigan qoramtir-kulrang massa (grafitga o'xshash), zichligi  $2,7 \text{ g/sm}^3$ , elektr o'tkazuvchan,  $490^\circ\text{C}$  da alanganadigan, qizdirganda asta-sekin qizil fosforgia aylanadigan modda. Atom kristall panjaraga ega.  $r_{p-p} = 2,18 \text{ \AA}$ .

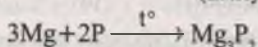
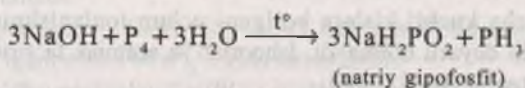
$\text{P}_{\text{oq}} \rightarrow \text{P}_{\text{qora}} - \Delta H = -42 \text{ kJ/mol}$ , yarimo'tkazgich ( $\Delta E = 0,33 \text{ ev}$ ) xossaga ega.

**Olinishi.** Fosfor sanoatda kalsiy fosfatni  $\text{SiO}_2$  ishtirokida koks bilan qaytarib olinadi:



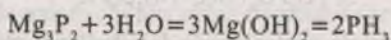
**Kimyoviy xossalari.** Fosfor birikmalarida oksidlanish darajasi  $-3$ ,  $+3$ ,  $+5$  ga teng bo'ladi. Fosfor metallar bilan ta'sirlashib oksidlanish darajasi  $-3$  ga teng bo'lgan fosfidlar hosil qiladi.

Konsentrlangan  $\text{NaOH}$  eritmasiga oq fosfor ta'sir ettirib, qizdirish bilan fosfin ( $\text{PH}_3$ ) olinadi, fosfor disproporsiyalanadi

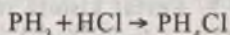


Ko'shimcha gipofosfit kislotaga tuzi hosil bo'ladi.

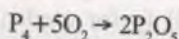
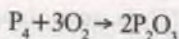
Fosfidlar gidrolizlanib fosfin hosil qiladi:



Fosfin zaharli gaz, aynigan baliqning hidini eslatadi, suvda kam eruvchan, vodorod bog'i hosil qilmaydi. Fosfin kuchli kislotalar bilan reaksiyaga kirishib fosfoniyl ( $\text{PH}_2^+$ ) tuzlarini hosil qiladi, bunda fosfin elektrondonor xossalarni namoyon qiladi:

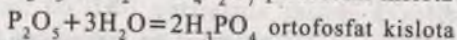
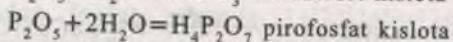
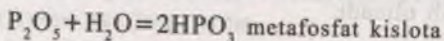


**Fosforning kislorodli birikmalari.** Fosfor kislorod ta'sirida (yonganda) ikki xil oksid  $\text{P}_2\text{O}_3$  — fosfor (III)-oksid va  $\text{P}_2\text{O}_5$  — fosfor (V)-oksidini hosil qiladi:

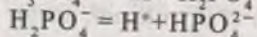
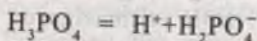


$P_2O_3$  oq rangli modda, kuchsiz uch negizli fosfit kislota  $H_3PO_3$  ga to'g'ri keladigan oksid.

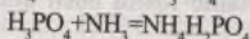
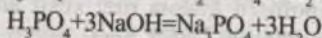
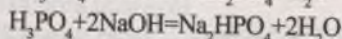
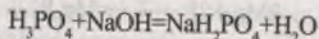
Fosfor (V)-oksid  $P_2O_5$  oq rangli, juda gigroskopik modda *fosfat anhidridi* deyiladi. Uning molekulasi  $P_4O_{10}$  tarkibga ham to'g'ri keladigan modda. Ikkala holda ham fosfor atomining gibrizlanish turi —  $sp^3$ , shiddat bilan suv biriktirib olib, kuchsiz uch negizli *orto*-fosfat kislota  $H_3PO_4$  hosil qiladi. Shuning uchun u suvsizlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Turli nisbatda suv bilan ta'sirlashib turli fosfor kislotalarini hosil qiladi:



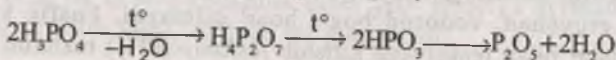
Bulardan ahamiyatlisi *ortofosfat kislota*dir. Ortofosfat kislota uch negizli bo'lganligi uchun quyidagicha ionlanadi:



O'rtacha kuchli kislota bo'lgani uchun ionlanishning keyingi bosqichi deyarli bormaydi. Ishqorlar va ammiak ta'sirida nordon va o'rta tuzlar hosil qiladi:

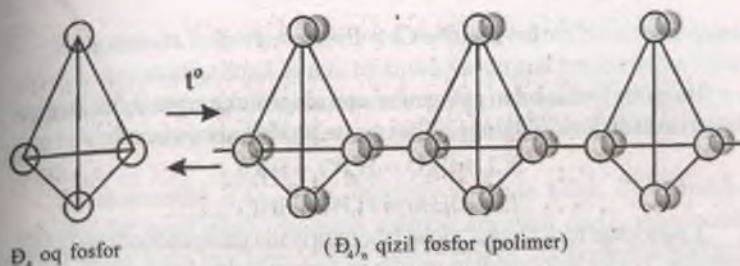


Ortofosfat kislota qizdirilganda degidratlanib pirofosfat kislotasi va oxirgi mahsulot — fosfat anhidridiga aylanadi:



### XVII.5. Fosfat kislota tuzlari

Fosfat kislota  $H_2PO_4^-$  — digidrofosfat-ioni saqlagan digidrofosfatlar,  $HPO_4^{2-}$  — gidrofosfat-ioni saqlagan gidrofosfatlar,  $PO_4^{3-}$  — fosfat ioni saqlagan nordon va o'rta fosfat tuzlarini hosil qiladi. Bular-dan ishqoriy metallarning (litiydan boshqa, litiyning radiusi kichik



bo'lgani uchun va Li ionida 2s qavat bo'shligi sababli kristall mustahkam va ammoniy ionining tuzlari suvda yaxshi eriydi, anion bo'yicha gidrolizlanadi. Shu sababli eritmaları ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

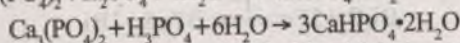
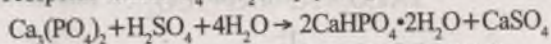
Fosfat kislotaning ammoniyli tuzi kation va anion bo'yicha gidrolizlanadi,  $\text{pH}=7$ . Ko'pchilik metallarning fosfatlari suvda deyarli erimaydi. Bularidan faqat  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{RO}_4)_2$  suvda yaxshi eriydi.  $\text{CaHPO}_4$  suvda kislotali sharoitda eriydi.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  suvda juda kam eriydi.  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  — magniy pirofosfat ham shunday xossaga ega. Shu sababli analitik kimyoda  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  — ionlarini aniqlashda bu moddalarning hosil bo'lishidan foydalaniladi.

**Fosforli o'g'itlar.** Fosforning ko'pchilik tuzlari o'g'itlar sifatida ishlatiladi. Ularni ishlab chiqishda kam eruvchi fosfatlar (apatitlar) qayta ishlanadi.

1. Superfosfat —  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot \text{CaSO}_4$  tarkibida 50% gacha ballast —  $\text{CaSO}_4$  bo'lgani uchun bu o'g'it kam samaralidir.

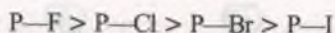
2. Qo'shsuperfosfat  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  yaxshi eruvchan bo'lib, uni ekinlar yaxshi o'zlashtiradi.

3. Presipitat  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  quyidagi usullar bilan olinadi:

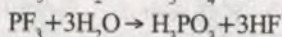
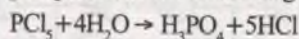


Hozirgi vaqtda aralash o'g'itlar ishlab chiqarish ko'proq ahamiyat kasb etayapti. Shunday aralash o'g'itlar qatoriga "ammofoska" —  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (azofoska) — ammofosning kaliyli selitra bilan aralashmasi kiradi. Hayvonlar suyaklarini qayta ishlab olingan kukunsimon modda —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  suyak uni nomi bilan o'g'it sifatida ishlatiladi. Yuqoridagi fosforli o'g'itlar Qizilqum fosforit konida, Samarqand va Qo'qon superfosfat zavodlarida ko'p tonnali mineral o'g'itlar sifatida ishlab chiqariladi.

**Fosfor galogenidlari.** Fosfor galogenidlari umumiy formula  $\text{P}\text{Hal}_3$ ,  $\text{P}\text{Hal}_5$  bilan ifodalanadi.  $\text{P}-\text{Hal}_3$  ( $\text{Hal}=\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) — bog'larning qutblanganligi quyidagi tartibda kamayadi:



Bu qator fosfor bilan galogenlar orasidagi elektromanfiylik farqiga to'g'ri keladi. Fosfor galogenidlari suv ta'sirida gidrolizlanadi:

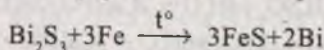
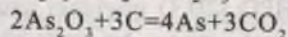
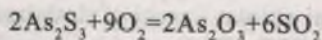


Yuqoridagi reaksiya bo'yicha laboratoriyada galogenovodorod olish mumkin. Fosfor galogenidlari spirtlar va karbon kislotalarni galogenlashda va metallarni emirilishdan saqlab qolishda ishlatiladi.

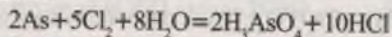
**Fosfor va uning birikmalarini ishlatilishi.** Fosfor soatsozlikda, metall qotishmalarini tayyorlashda, tish qo'yish texnikasida, gugurt sanoatida, mineral va mikroo'g'itlar ishlab chiqarishda, polimerlar sanoatida, rudalarni boyitish va metallarni ekstraksiya usuli bilan ajratishda ishlatiladi. Fosfin toza fosfor olish maqsadida va fosfororganik birikmalar sintezida ishlatiladi. Fosfidlar yarimo'tkazgich materiallari sifatida va metallarni oksidlanishdan himoya qiladigan qoplamalar tayyorlashda ishlatiladi. Fosfor va uning birikmalari biologik sistemalarda katta rol o'ynaydi. Fosfor RNK va DNK dagi fosfat gruppalarini tarkibiga kiradi, u oqsil sintezi va nasl (genlar) informatsiyasini saqlashda ishtirok etadi.

### *Mishyak gruppachasi elementlari*

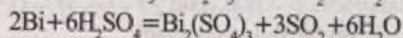
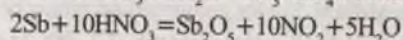
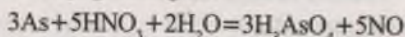
Mishyak, surma va vismut tabiatda asosan sulfid minerallari holida uchraydi. Mishyak gruppachasi elementlari ularning sulfid minerallaridan quyidagi reaksiyalar bo'yicha olinadi:



Vismut, mishyak, surma kimyoviy passiv elementlardir, elektr tokini yomon o'tkazadi. Qizdirilganda bu elementlar vodorod, kislorod, metall va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishib +3, +5 oksidlanish darajalarini namoyon qiladilar:



Bu elementlarning oddiy moddalari nitrat kislotaga va qizdirilgan sulfat kislotaga bilan reaksiyaga kirishadi:



**Birikmalari.** Ishqoriy, ishqoriy-yer metallari vismut bilan reaksiyaga kirishib vismutidlar hosil qiladi. Mishyak va surmaning metallar bilan birikmalari arsenid va stibid deyiladi. Vismutid, arsenid va stibidlar kislotaga ta'sirida vismutin  $\text{BiH}_3$ , arsin  $\text{AsH}_3$ , stibin  $\text{SbH}_3$  moddalarini hosil qiladi.

Bu elementlar  $\text{E}_2\text{O}_3$ ,  $\text{E}_2\text{O}_5$  umumiy formula bilan ifodalanadigan oksidlar hosil qiladi. Bulardan mishyak anhidridi  $\text{As}_2\text{O}_3$  *marginush* nomi bilan ham ma'lum.  $\text{As}_2\text{O}_3$  suvda eriydi va arsenit kislotani hosil qiladi.  $\text{As}_2\text{O}_3$  amfoter xossaga ega ekanligi sababli ham kislotaga, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi. Ammo  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  asos xossalariga ega. U konsentrlangan ishqor eritmalarida juda oz eriydi.

Mishyak va surma fosfor kislotalariga o'xshagan, ammo kuchsizroq kislotalar hosil qiladi. Erkin holatda ajratib olinmagan vismut kislotaning tuzlari mavjud bo'lib, vismutatlar deb ataladi. Bularga  $\text{KBiO}_3$ ,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{AgBiO}_3$  misol bo'ladi. Vismutatlar kuchli oksidlovchidir.

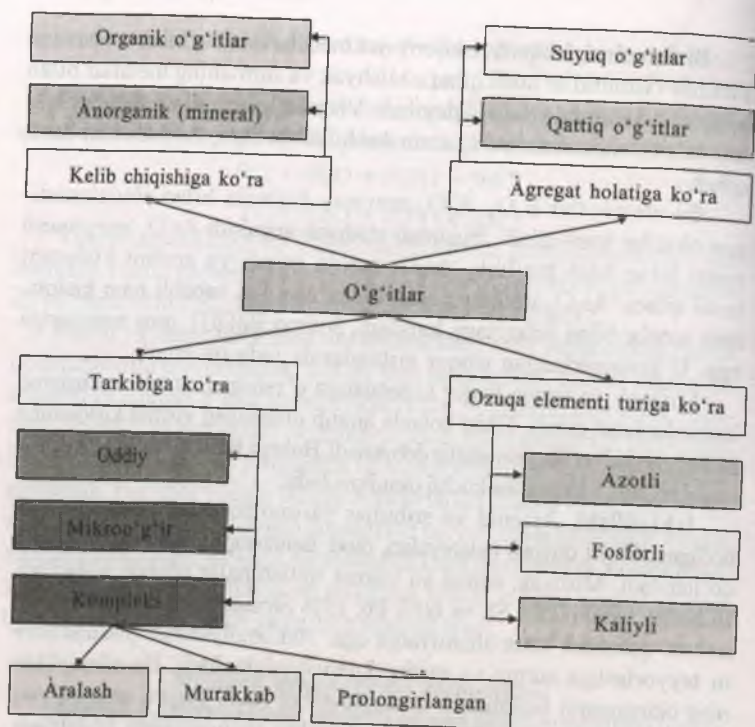
**Ishlatilishi.** Arsenid va stibidlar yarimo'tkazgich xossasiga ega bo'lgani tufayli quyosh batareyalari, diod, tranzistor va lazer qurilmalarida qo'llaniladi. Mishyak, surma va vismut qotishmalar olishda ishlatiladi. Bulardan tarkibi 25% Sb va 60% Pb, 15% Sn dan iborat bosmaxonalar uchun qotishma katta ahamiyatga ega. Akkumulyatorlar plastinkalarini tayyorlashga surma va mishyakdan foydalaniladi. Bu elementlarning oltingugurtli birikmalari: mishyak sulfidi  $\text{As}_2\text{S}_3$  gugurt, sariq bo'yoqlar, shisha tayyorlashda,  $\text{Sb}_2\text{S}_5$  kauchukni vulqonlashda ishlatiladi. Termoelektr generatorlarda va yadro reaktorlarida vismutdan foydalaniladi.

Vismut birikmalaridan tibbiyotda, qishloq xo'jaligida, kosmetika va boshqa sohalarda foydalaniladi.

### Savollar

1. Azot va fosforning elektron tuzilishi asosida o'xshashlik va farqli xususiyatlarini izohlab bering.
2. Azot va fosforning tabiatda tarqalgan birikmalariga misollar keltiring.
3. Ammiak, uning olinishi haqida ma'lumot bering.
4. Nitrit va nitrat kislotaga va ularning tuzlaridagi o'xshashlik va farqli xususiyatlarga misollar keltiring.
5. Fosfat kislotaga va uning tuzlarini olinishi hamda xossalari to'g'risida ma'lumot bering.
6. Nitrat kislotaning metallar bilan o'zaro ta'siriga doir reaksiya tenglamalarini yozing.





26-rasm. O'g'itlarning klassifikatsiyasi.

## XVIII bob

### MINERAL O'G'ITLAR

Ma'lumki ko'pchilik kimyoviy elementlar o'simlik va hayvon organizmida hayotni ta'minlashda ishtirok etadilar. O'simliklar o'zlari uchun zarur kimyoviy elementlarni havodan va aksariyat qismini tuproqdan oladilar.

*Tuproq tarkibida mavjud bo'lib, o'simliklarning o'sishini ta'minlovchi elementlar "ozuqa elementlari" deyiladi.* Ozuqa elementlari tuproqda tabiiy holda mavjud bo'ladi yoki biror modda ko'rinishida tashqaridan tuproqqa qo'shiladi.

Tarkibida ozuqa elementlari tutgan tuproqqa qo'shiladigan organik va noorganik (mineral) moddalar *o'g'itlar* deyiladi.

Yerdan uzoq foydalanish natijasida undagi ozuqa elementlari miqdori kamayib boradi. Yerning ozuqa elementlari miqdorini

o'shirish uchun unga o'g'itlar ko'rinishida moddalar kiritish fikri XVIII asrda paydo bo'lib, bu boradagi dastlabki izlanish va yechimlar 1840 yilda Yu. Libix tomonidan boshlangan. Hozirgi vaqtda o'g'itlar, ularni ishlab chiqarish va ulardan oqilona foydalanish kimyo fani va sanoatining eng asosiy vazifalaridan biriga aylangan.

### XVIII.1. O'g'itlar klassifikatsiyasi

Tarkibida mavjud bo'lgan ozuqa elementlari turi va tarkibiga ko'ra o'g'itlar quyidagilarga bo'linadi (26-rasm).

1. Oddiy (tarkibida faqat bitta ozuqa elementi saqlagan).

2. Kompleks o'g'itlar. Bular uch xil bo'ladi:

a) murakkab o'g'itlar — tarkibida ikki yoki undan ortiq ozuqa elementi saqlagan o'g'itlar ( $KNO_3$ ,  $NH_4H_2PO_4$ ).

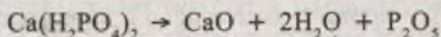
b) aralash o'g'itlar — turli o'g'itlarning o'zaro mexanik aralashmasidan iborat o'g'itlar.

v) prolongirlangan organik va noorganik o'g'itlarning o'zaro birikmalari holdagi o'g'itlar.

3. Mikroo'g'itlar (tarkibida mikroelementlar — B, Cu, Co, Mn, Zn, Mo, J saqlagan o'g'itlar).

O'g'itlar tarkibidagi ozuqa elementlarining turiga ko'ra azotli, fosforli, kaliyli o'g'itlarga bo'linadi. Agregat holatiga ko'ra suyuq (ammiakli suv, suyuqlantirilgan ammiak) va qattiq o'g'itlar ( $KNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $NH_4HPO_3$ ,  $CO(NH_2)_2$  va h.k.). Kelib chiqishiga ko'ra organik o'g'itlar (hayvon, qushlar chiqindisi, o'simliklar chirindilari), noorganik (mineral) o'g'itlar (tabiatda mavjud bo'lgan yoki sintez qilingan anorganik moddalar).

O'g'itlarning asosiy tavsifnomasi ularning agregat holatlari, gigroskopikligi, eruvchanligi, kislotali yoki asoslilikligi va ozuqa elementining miqdoridir. Ozuqa elementining miqdorini kaliyli o'g'itlar uchun —  $K_2O$ , fosforli o'g'itlar uchun  $P_2O_5$ , azotli o'g'itlar uchun — N, kalsiyli o'g'itlar uchun CaO moddalarining foiz miqdori bilan belgilash qabul qilingan. Masalan:  $Ca(H_2PO_4)_2$  tarkibidagi ozuqa elementi miqdori quyidagicha hisoblanadi:



Tenglamaga muvofiq 1 mol  $Ca(H_2PO_4)_2$  tarkibida 1 mol  $P_2O_5$  bor:  
1 mol  $Ca(H_2PO_4)_2 = 234$  g bo'lib  $\rightarrow 100\%$  ni tashkil etadi.

1 mol  $P_2O_5 = 142$  g bo'lib  $\rightarrow$  %  $P_2O_5$  ni tashkil qiladi.

$$\text{ozuqa elementi: } \%P_2O_5 = \frac{142 \cdot 100}{243} = 61\%$$

## XVIII.2. Azotli o'g'itlar

*Tarkibida ozuqa elementi sifatida azot saqlagan o'g'itlar azotli o'g'itlar deyiladi.*

Azotli o'g'itlar azot yetishmaydigan yerlarga solinadi. Azot yetishmagan yerdagi ekinlar bargi och-yashil rang, ba'zi ekinlarda (turp, karam, makkajo'xori) sariq-qizil dog'lar, barglari juda kichik, yupqa, gullari nimjon, shoxlari mayda, mevasi muddatidan avval pishib, kichik-kichik bo'lib, barglari tushib ketadi.

Azotli o'g'itlar bilan oziqlantirish natijasida yuqoridagi kamchiliklar yo'qoladi. Yerlarga azotli o'g'itlar berish me'yorda bo'lishi (30—300 kg/ga), har bir maydonning xususiyatlari va o'g'itga bo'lgan ehtiyojdan kelib chiqqan holda amalga oshirilishi shart. Ekinlar azotni  $NH_3$  yoki ionlar holida o'zlashtiradi. Azotli o'g'itlar klassifikatsiyasi quyida keltirilgan (48-rasm).

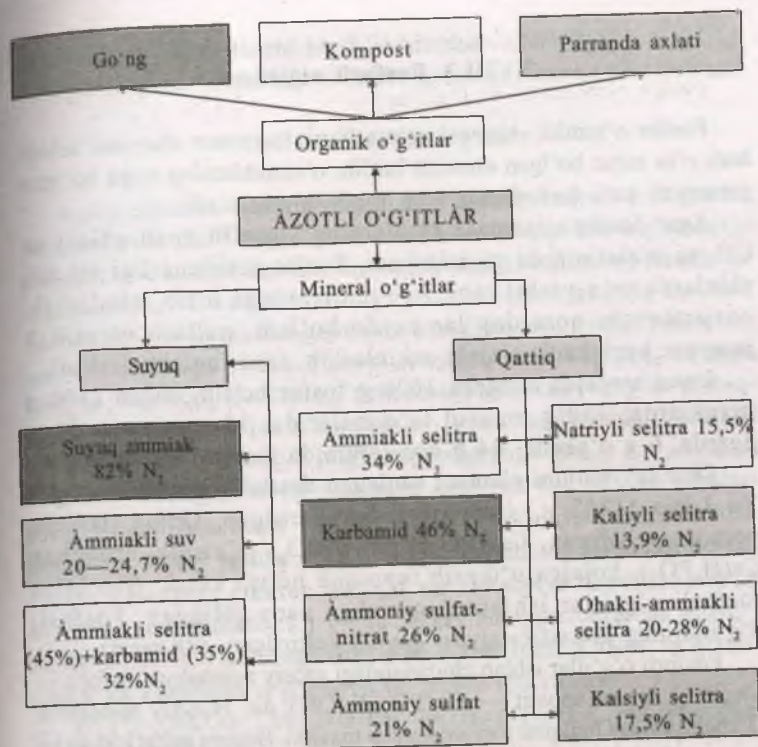
**Ammiakli va ammoniyli o'g'itlar.**  $NH_3 \cdot H_2O$  suyuq eritma bo'lib,  $(NH_4)_2SO_4$  odatda oq rangli kristall yoki "dona-dona" moddalar bo'lib, suvda yaxshi eriydi.

**Nitratli o'g'itlar:** Natriyli, kaliyli, kalsiyli selitralar ( $NaNO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$ ). Bu o'g'itlar harakatchan  $NO_3^-$  ionlarini saqlaydi (azot shu ion holida o'zlashtiriladi). Ortiqcha  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  — ionlari yerning ishqoriylikini oshiradi. Shuning uchun ular bilan birga yerlarga organik o'g'itlar berilishi maqsadga muvofiqdir.

**Ammoniyli — nitratli o'g'itlar.**  $NH_4NO_3$  — ammiakli selitra, sulfat — nitrat ammoniy  $(NH_4)_2SO_4 \cdot 2NH_4NO_3$ , ohakli — ammiakli selitra  $CaCO_3 \cdot NH_4NO_3$  lar oq rangli moddalar bo'lib, faqat oxirgisining suvda eruvchanligi bir oz kamroq. Barcha turdagi tuproq va ekinlarni oziqlantirish uchun tavsiya etiladi.

**Ammoniyli — nitratli — karbamidli o'g'itlar.** Ammoniy nitrat va karbamidning konsentrlangan eritmasi suyuq o'g'itlar holida qo'llaniladi.

O'zbekistonda azotli o'g'itlar "Navoiy-Azot" kombinatida, Chirchiq va Olmaliq kimyo zavodlarida ishlab chiqariladi.



27-rasm. Azotli o'g'itlarning turlari.

**Ammiakli selitra ishlab chiqarish.**  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HNO}_{3(\text{kons})} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{k})$  reaksiyaga asoslangan. Ammiak gazi bilan to'ldirilgan reaktorga nitrat kislota bo'lib-bo'lib mo'l miqdorda yuboriladi va hosil bo'lgan konsentrlangan eritma suyuqlanma holiga kelguncha bug'latiladi, donalashtirish minorasida tomchilarga aylantiriladi. Minoraning balandligi 40—60 m, diametri 10—16 m, ichki yuzasi alyuminiy folgasi bilan qoplangan. Bu minoraning yuqorisidan ammiakli selitra suyuqlanmasi purkaladi, u tomchilar holida yuqoridan pastga tusha boshlaydi. Unga teskari oqimda pastdan havo berilib, oq rangli dona-dona modda holiga keltiriladi. Bu "dona" chalar gigroskopik bo'lgani uchun suv tortmaydigan modda bilan aralashtirilib, "upa"lanadi va qoplarga solinib iste'molchilarga yuboriladi.

### XVIII.3. Fosforli o'g'itlar

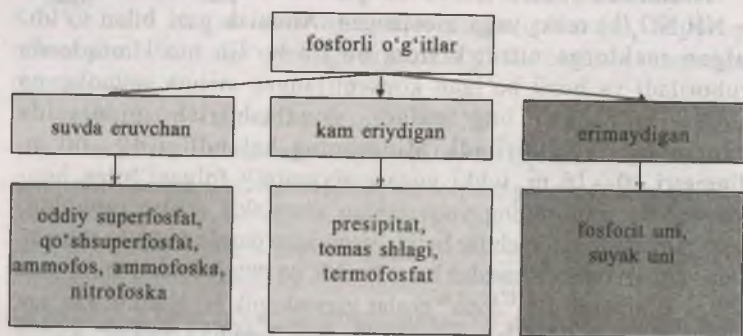
Fosfor o'simlik dunyosi uchun ham, hayvonot dunyosi uchun ham o'ta zarur bo'lgan element bo'lib, o'simliklarning unga bo'lgan zaruriyati turli fosforli o'g'itlar orqali ta'minlanadi.

Agar fosfor etishmasa ekinlarning xlorofill hosil qilishi va  $\text{CO}_2$  ni o'zlashtirishi qiyinlashadi. Fosfor yetishmasligi sababli ekinlarda to'q-yashil rang ko'kimtir rangga o'tib, xiralashib, qovjiratuvcchi qora dog'lar paydo bo'ladi, gullash va etilish jarayoni kechikadi, o'sishi sekinlashib, tana ingichkalashadi.

Inson tanasida o'rtacha 1600 g fosfor bo'lib, undan 1400 g suyaklarda, 130 g muskul to'qimalarida, 12 g miyada, 10 g jigarda, 6 g o'pkada, 44 g qon tarkibida faoliyat ko'rsatadi.

Shunday muhim element saqlagan dastlabki ozuqa — o'g'it Yu. Libix (1857 y.) tomonidan taklif etilgan. Uning fikricha yomon eriydigan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ni  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sirida eruvchan  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  holatga o'tkazib tuproqqa berish kerak. Shu bilan fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishga asos solingan. Fosforli o'g'itlarning klassifikatsiyasi quyida keltirilgan. (28-rasm)

Fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishdagi asosiy xomashyo fosforit —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  lar va apparit —  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{F}_2(\text{OH})_2$  dir. Bunday minerallar O'zbekistonda Qizilqum fosforit konida mavjud. Bularni sulfat kislota bilan qayta ishlab oddiy superfosfat —  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4$  va qo'shsuperfosfat —  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  olinadi. Presipitat —  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  suvda kam eriydi,



28-rasm. Fosforli o'g'itlarning turlari.

organik kislotalarda yaxshi eriydi. Ammofos —  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  va  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Bu o'g'itlar tarkibida 21%—56% gacha ozuqa elementi  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'ladi.

#### XVIII.4. Kaliyli o'g'itlar

Kaliy elementi tirik organizmlarda assimilyatsiya va fotosintez jarayonlarida  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  — ionlari bilan birgalikda hujayradagi protoplazma kolloid holatini boshqarib turadi. Kaliyning miqdoriga organizmdagi kraxmal, qand, yog'lar, miqdori bog'liq bo'ladi. Kartoshka, lavlagi, kungaboqar, beda, kanop, tamaki ekinlari kaliy elementiga kuchli ehtiyoj sezsalor, suli, bug'doy va arpa kaliyga kamtalab ekinlardir. Yetishmayotgan kaliyning ko'p miqdori hayvonlar, qushlar, chiqindilari bilan qoplansada, bu etarli emas. Shu sababli kaliyli o'g'itlarga ehtiyoj katta.

Kaliy saqlagan tabiiy manbalar qatoriga yog'och va ekinlarning yonishidan hosil bo'lgan "kul" va kul suvlarini kiritish mumkin. Asosiy manba — KCl saqlagan silvinit minerali bo'lib, undan galurgiya (tanlab eritish) va flotatsiya (boyitish) usuli bilan ajratib olinadi. Cl — ortiqcha bo'lgan yerlarga  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  holdidagi o'g'itlar ishlatiladi. Kaliyli o'g'itlar oddiy va kompleks o'g'itlarga bo'linadi (50-rasm).

*O'g'it ishlab chiqarishda hozirgi zamon muammolari quyidagilardan iborat:*

-Ko'p miqdordagi tonnalab o'g'itlarni tashish jarayonida ular isrof bo'ladi, shu maqsadda o'g'it tashish bilan bog'liq transportlarni, o'g'itlarni qadoqlash turlarini mukammallashtirish va suyuq o'g'itlarni quvurlar orqali yetkazish usullarini ishlab chiqish;

— O'g'itlarning sifatini oshirish, ulardagi ozuqa elementlari miqdorini ko'paytirish, oddiy o'g'itlar o'rniga kompleks o'g'itlardan foydalanishni kengaytirish, tarkibida mikroelementlar bilan birga biostimulyatorlarni tutgan turlarini ishlab chiqarish;

— Sekinlik bilan o'zlashtiriladigan va konsentrlangan suyuq fosfatli o'g'itlar ishlab chiqarish bilan ishchi kuchi va iqtisodiy tejamkorlik masalalarini hal qilish. Prolongirlangan (karbamiddiformaldegid) va sirti polimer moddalar bilan kapsulalangan o'g'itlar turini va ishlab chiqarishni ko'paytirish;

— Tuproq va o'g'it tarkibidagi azot elementining yo'qolishi (denitrifikatsiya) ni ingibitorlar ta'sirida kamaytiruvchi vositalar ishlab chiqarish.

— Polimikroelement (azot, fosfor, kaliy, magniy, bor, rux, molibden, marganes, mis)lar saqlagan kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishni tashkil etish.

Respublikamizda o'g'itlar va ularni ishlab chiqarish muammolari bilan O'zbekiston FA Umumiy va anorganik kimyo institutida akademik M. N. Nabiyev (1915—1995) boshchiligidada asos solingan yirik bo'lim shug'ullanadi. Bu ilm dargohida akademiklar S. A. To'xtayev, B. M. Beglov, professor Sh. S. Namozov, kimyo fanlari doktori A. Erkayev kabi taniqli olimlar va ularning shogirdlari faol izlanishlar olib borishayapti. Ularning izlanishlari samaralari Chirchiq, Samarqand, Navoiy, Qo'qon, Olmaliq mineral o'g'itlar zavodlarida qo'llanilishi tufayli ko'p tonnali mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda va respublikamiz iqtisodiga salmoqli hissa qo'shilmogda.

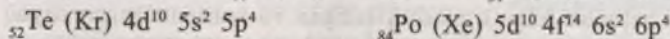
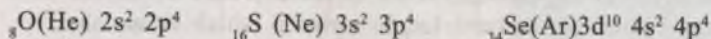
## XIX bob

### VI A GRUPPACHA ELEMENTLARI

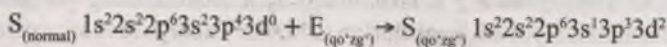
**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *xalkogenlar, oltingugurt, vodorod sulfid, sulfit angidridi, sulfat angidridi, sulfit va sulfat kislotalari, persulfatlar, oleum, pirit, nitroza, kontakt usullari, ach-chiqtoshlar.*

#### XIX.1. VI A gruppacha elementlarining umumiy xossalari

Davriy sistemaning oltinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlari *xalkogen(ruda hosil qiluvchi)lar* deyiladi. Ular qatoriga kislorod, oltingugurt, selen, tellur va poloniy kiradi. Bu elementlarning elektron formulalari quyidagicha yoziladi:



Bu gruppacha elementlari S, Se, Te va Po atomlarida d-orbitallarning bo'lishi ularning ayrim xossalari kislorod elementi xossalari bilan farqli bo'lishiga sabab bo'ladi. Buning isboti sifatida S ning normal va qo'zg'algan holatdagi elektron tuzilishini ko'rib chiqamiz:





Akademik  
Malik Nabiev

Ko'rinib turibdiki, bu elementlarning atomida qo'zg'algan holatda 6 tagacha toq valent elektronlari ( $ns^1np^3nd^2$ ) bo'lgani uchun birikmalarda oksidlanish darajalari ( $-2, 0, +4, +6$ ) ga teng bo'ladi. Lekin kislorod bundan mustasno. Kislorod atomining elektromanfiyligi 3,5 va ionlanish potentsiali katta qiymat (13,62 eV) ga 2—qavatida d-orbitallari bo'lmaganligi uchun kislorod amtomining qo'zg'algan holga o'tish imkoniyati yo'q. Demak, kislorod atomida elektronlar juda kuchli bog'langan. Kislorod atomi boshqa element atomidan ikkita elektron tortib olib, oksidlanish darajasi — 2 ga teng bo'ladi. Kislorod atomidan elektron tortib oladigan atom faqat

flor atomidir.

Qolgan elementlar uchun elektromanfiylik gruppachada yuqoridan pastga qarab kamayib boradi va shu sababli ularda elektron olishdan ko'ra elektron berish xususiyati kuchayib boradi. Xalkogenlarning metallmaslik xossalari yuqoridan pastga qarab kamayib boradi. Kislorod va oltingugurt metallmaslik,

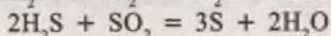
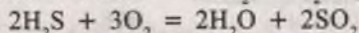
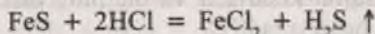
selen va tellur ham metall, ham metallmaslik xossalarini, poloniy esa kuchli metallik xossalarini namoyon qiladi.

## XIX.2. Oltingugurt

Tabiatda oltingugurt erkin holda "S", sulfidlar ( $FeS_2$ ,  $PbS$ ,  $ZnS$ ,  $Cu_2S$ ) va sulfatlar ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MgSO_4 \cdot H_2O$ ) holda, tabiiy gaz tarkibida  $H_2S$  holda uchraydi.

**Olinishi.** Oltingugurt asosan erkin holda uchragani uchun bevosita yer tagidan qazib va birikmalaridan qaytarish yoki oksidlash usuli bilan olinadi. Shu usullardan birining qisqacha sxemasini keltiramiz. Tarkibida kolchedan bo'lgan ruda boyitiladi.

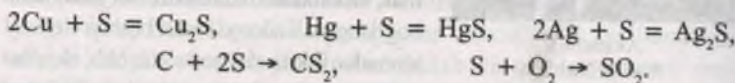
Boyitilgan konsentrat qaynoq xlorid kislotada ishlanadi. Hosil bo'lgan vodorod sulfid yondiriladi. Yondirilganda hosil bo'lgan  $SO_2$   $H_2S$  ishtirokida qaytariladi va oltingugurt ajratib olinadi;



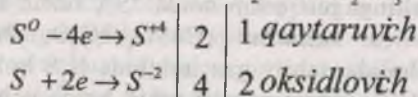
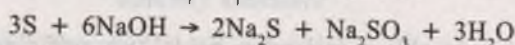
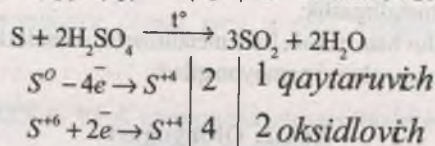
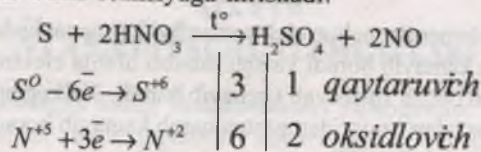


**Fizik xossalari.** Sariq rangli, qattiq, suvda erimaydigan modda. Uglerod sulfid ( $CS_2$ ) da eriydi (18-jadvalga qarang). Kislorod ta'sirida ko'kimtir alanga berib yonadi. Ikki xil allotropik ko'rinishi (rombik, monoklinik) mavjud. Quyidagi rasmlarda ikki xil allotropik ko'rinishdagi oltingugurtning tuzilishi ko'rsatilgan (51-rasm). Oltingugurt  $444,6^\circ C$  qaynaydi.

**Kimyoviy xossalari.** Oltingugurt kimyoviy faolligi jihatidan kisloroddan keyin turadi. U metallmas element bo'lsa-da, ham metallar, ham metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Oltingugurt yuqori temperaturada konsentrlangan kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:

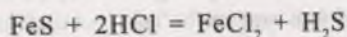


Oltingugurt xalq xo'jaligida keng miqyosda ishlatiladi. Rezina sanoatida, porox tayyorlashda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligida hasharotlarni yo'qotish uchun, gugurt tayyorlashda, bo'yoq (ultramarin ko'k rang) tayyorlashda, to'qimachilik sanoatida, kimyo sanoatida sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

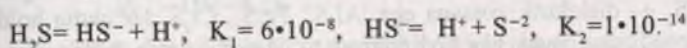
Oltingugurt qator birikmalar: vodorod sulfid, metall sulfidlari, oqsillar, sulfit, sulfat kislotalar va ularning tuzlari, tiosulfatlar, perokso-sulfatlar hosil qiladi.

### XIX.3. Vodorod sulfid

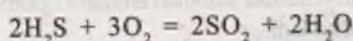
Rangsiz, palag'da tuxum hidli, zaharli gaz. Burchaksimon tuzilishli, qutbli molekula ( $\mu = 1,02D$ ) bo'lsada, vodorod bog'i hosil qilish xususiyati suvnikiga nisbatan kuchsiz. Havodan bir oz og'ir. 1 hajm suvda 25 hajm eriydi. Vodorod sulfid laboratoriyada (Kipp apparatida) temir sulfidga xlorid kislota ta'sir ettirib olinadi:



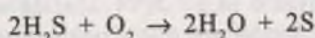
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi *sulfid kislota* deyiladi va u ikki negizli kuchsiz kislota xossasini namoyon qiladi:



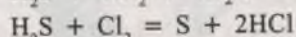
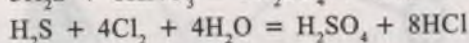
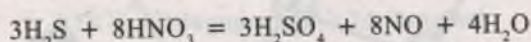
Vodorod sulfid kislorod ta'sirida yonadi:



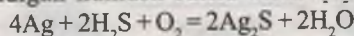
Ko'pincha o'simlik va tirik organizmlarning chirishi tufayli hosil bo'lgan  $\text{H}_2\text{S}$  havo kislorodi ta'sirida oksidlanadi:



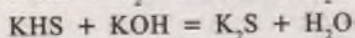
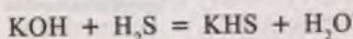
Bu reaksiya tufayli tabiat o'z-o'zini zaharli modda ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan tozalab turadi, bu reaksiya ekologik ahamiyatga ega. Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchi. Uning bu xossasi quyidagi reaksiyalarda namoyon bo'ladi:

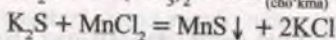
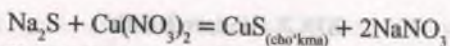


Havo tarkibida vodorod sulfid oz bo'lsada, sof holda mavjudligi sababli kumushdan yasalgan buyumlar vaqt o'tishi bilan qorayadi, ya'ni hosil bo'ladigan kumush sulfid bilan qoplanadi:

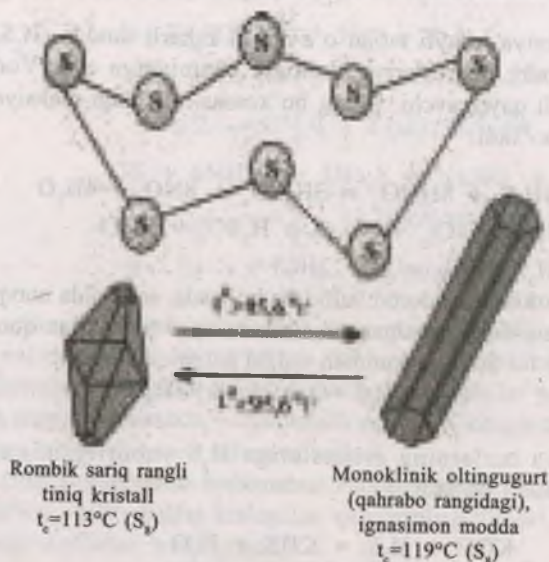
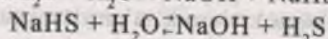
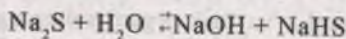


Asos va tuzlarning eritmalariga  $\text{H}_2\text{S}$  yuborilganda metall sulfidlari hosil bo'ladi.



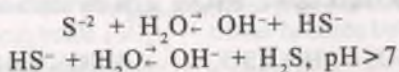


Ammoniy ion va ishqoriy metallarning sulfidlari suvda yaxshi eruvchan, boshqa metallar sulfidlari suvda yomon eriydigan o'ziga xos rangli moddalardir.  $\text{MnS}$  — qora,  $\text{HgS}$  (sariq, qizil),  $\text{PbS}$  — qora,  $\text{CuS}$  — qora,  $\text{ZnS}$  — oq rangli bo'lib, bu metallar kationlari uchun  $\text{S}^{-2}$  — sulfid ion reagent bo'ladi va bu reaksiyalardan yuqoridagi kationlarning sifat reaksiyalarida (yoki aksincha) foydalaniladi. Ko'pchilik sulfidlar o'zgaruvchan tarkibli (daltonid) moddalar qatoriga kirib,  $\text{TiS}_2$  — metallardek elektr o'tkazuvchan,  $\text{ZrS}_2$  — yarimo'tkazgich,  $\text{HfS}_2$  — dielektrik xossaga ega.  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{S}_3$  lar qattiq holda mavjud emas, chunki ular suvli eritmada to'liq gidrolizlanib, gidroksidlarga aylanib ketadi. Kuchsiz kislota tuzlari sifatida suvda eruvchan sulfidlar gidrolizga uchraydi. Ishqoriy metallar sulfidlari eritmalari gidroliz natijasida kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi:

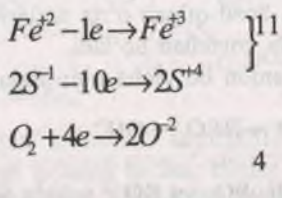
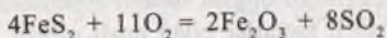


29-rasm. Oltingugurtning allotropik shakllari.

Ion — molekulyar shaklda bu reaksiyalar quyidagicha yoziladi:

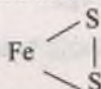


Sulfidlar va polisulfidlar ( $FeS_2$ )ni oksidlab, oltingugurt (IV)-oksidi hosil qilinadi:



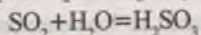
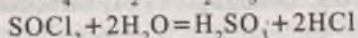
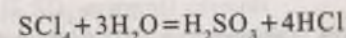
Bunda 11 ni oksidlovchi  $O_2$  oldiga qo'yiladi, 4 ni qaytaruvchi  $FeS_2$  oldiga qo'yiladi.

Bu reaksiyadan sanoatda cho'yan va sulfat kislotada ishlab chiqarishda foydalaniladi. Pirit, ya'ni disulfid  $FeS_2$  da ( $S_2^{2-}$  — ionlarida) oltingugurt atomlari o'zaro disulfid bog'lari orqali bog'langan:

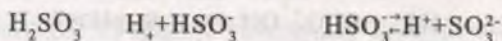


#### XIX.4. Oltingugurt (IV) birikmalari

Oltingugurt birikmalari ichida oltingugurt (IV)-oksidi  $SO_2$  eng ko'p tarqalgan bo'lib, rangsiz, o'tkir hidli, havodan og'ir ( $\rho = 2,926 \text{ g/l}$ ) bo'g'uvchi gaz,  $-37^\circ C$  da suyuqlanadi,  $-121^\circ C$ da qattiq holga o'tadi. Yonmaydi va yonishga yordam bermaydi. 1 hajm suvda 40 hajm eriydi va kuchsiz kislotaga hosil qiladi. U oltingugurtni, metall sulfidlarini yoqish natijasida hosil bo'ladi va suvda eriganda kislotaga hosil qilgani uchun *sulfit angidridi* ham deyiladi:

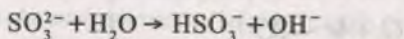


*Sulfit kislotasi*  $H_2SO_3$  — kuchsiz kislotasi bo'lib, faqat eritmalarda mavjud bo'ladi. Ikki asosli kislotasi sifatida ionlanadi:

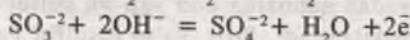
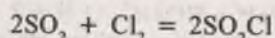


Suvli eritmalarda  $2SO_3^{2-} + O_2 - 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$  reaksiya tufayli sulfat ioniga aylanadi, ba'zan disproporsiyalanib  $4SO_3^{2-} \rightarrow S^0 + 3SO_4^{2-}$  erkin oltingugurtini hosil qilgani sababli eritmalarda cho'kma hosil bo'ladi. Uning turli metallar bilan hosil qilgan tuzlari barqaror bo'lib, ishqoriy metallar bilan hosil qilgan o'rta tuzlari  $M_2SO_3$  va gidrosulfitlari  $M(HSO_3)$  suvda eruvchan bo'ladi.

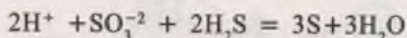
Suvli eritmada bu tuzlar anion bo'yicha gidrolizlanib:



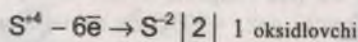
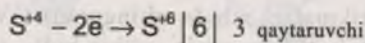
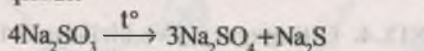
eritma muhiti ishqoriy bo'ladi.  $SO_2$  va  $SO_3^{2-}$  ionida S — atomi oraliq (+4) oksidlanish darajasida bo'lgani uchun ham qaytaruvchi:



ham oksidlovchi xossalari ega:



Sulfitlar yuqori temperaturada disproporsiyalanish xossasini namoyon qiladi:



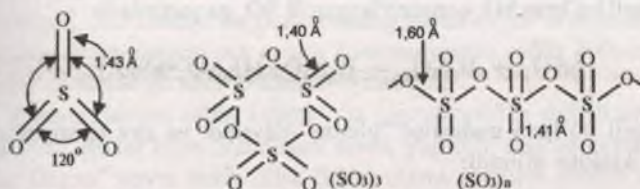
Oltingugurt (IV)-oksidi sulfat kislotasi hosil qilishda, qog'oz ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida, mevalarni konservalashda va kimyoviy sintezda ishlatiladi.

### XIX.5. Oltingugurt (VI) birikmalari

Elektromanfiyligi kattaroq bo'lgan elementlar bilan birikish natijasida oltingugurt (VI) ning quyidagi birikmalari hosil bo'ladi:  $SF_6$ ,  $SOF_4$ ,

$\text{SO}_2, \text{F}_2, \text{SO}_3$ . Bulardan ahamiyatlisi oltingugurt (VI) oksididir.

$\text{SO}_3$  — *sulfat anhidrid*.  $t^\circ_{\text{(suyuql)}} = 44,8^\circ\text{C}$  da qaynaydi, va monomer holga o'tadi, suyuq holda  $(\text{SO}_3)_3$  — trimer holatida bo'ladi. Suv bilan birikib sulfat kisloata hosil qiladi:



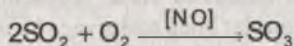
monomer ( $\text{SO}_3$ )

Bulardan monomer tuzilishida S atomi orbitallari  $sp^2$  — gibridlangan holatda bo'lsa, trimer va polimer tuzilishida  $sp^3$  — gibridlanishga ega. Kuchli kislotali oksid xossasiga ega.  $16,8^\circ\text{C}$  gacha sovutilsa, qattiq holga o'tadi va polimer tuzilishga ega bo'ladi.  $\text{SO}_2$  ni oksidlash bilan  $\text{SO}_3$  olinadi:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ . Bunda katalizator sifatida  $\text{NO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  lar ishlatiladi. Bu reaksiya qaytar bo'lgani uchun muvozanatni o'ngga surish uchun bosimni oshirib, temperaturani pasaytirish kerak.

## XIX.6. Sulfat kisloata

Moysimon suyuqlik bo'lib, kuchli kisloata qatoriga kiradi. Suv bilan xohlagan nisbatda aralashadi ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Sulfat kisloata ikki: nitroza va kontakt usulda olinadi.

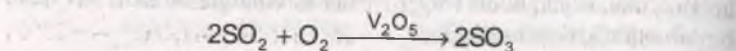
*Nitroza usuli.* Oltingugurt yoki metall sulfidlarini yondirib  $\text{SO}_2$  gazi hosil qilinadi. Hosil bo'lgan  $\text{SO}_2$  — azot (IV)-oksid [ $\text{NO}_2$ ] ishtirokida  $\text{O}_2$  bilan ta'sir ettiriladi.



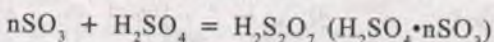
Bu modda sulfat kisloata eritmasiga yuttirilib  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$  olinadi. Bu moysimon modda suyultirilib turli konsentratsiyali  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasi olinadi.

Bu usul bilan olingan sulfat kisloata toza emas, ya'ni 80% li bo'ladi. Bunday kisloata, asosan mineral o'g'it ishlab chiqarishga sarflanadi.

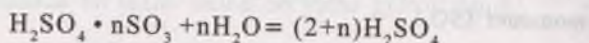
*Kontakt usuli.* Bu usulda sulfat anhidrid  $\text{SO}_2$  katalizator yordamida oksidlanadi:



Hosil bo'lgan  $\text{SO}_3$  konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ga yuttiriladi:

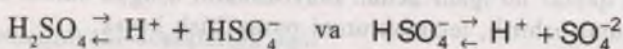


Hosil bo'lgan mahsulot "oleum" deyiladi va suv ta'sir ettirib sulfat kislota olinadi:

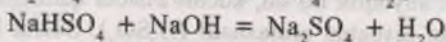
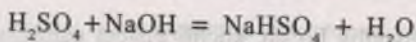


Sulfat kislota molekulasida 4 ta kislorod atomi oltingugurt atomi atrofida tetraedr uchlarida joylashgan bo'lib, molekular o'zaro kuchli vodorod bog'lari hosil qiladi.

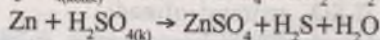
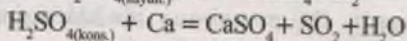
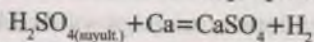
Sulfat kislota ikki negizli bo'lganligi uchun ikki bosqichda dissotsilanadi:



Ikki xil tuz - o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi:



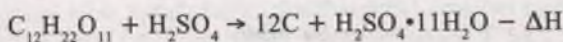
Sulfat kislota xossasi uning eritmasi konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Suyultirilgan sulfat kislota metallarga ta'siri natijasida faqat vodorod ajralib chiqadi, ya'ni  $\text{H}^+$  — ionlari oksidlovchi xossasini namoyon etadi. Konsentrlangan sulfat kislota metallar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishganda  $\text{S}^{+6}$  ioni oksidlovchi bo'lib, qaytarilish mahsuloti  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , S va suv hosil bo'ladi:



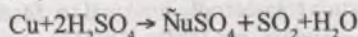
Sovuq konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Fe metaliga ta'sir etmaydi, chunki ularning sirtida barqaror oksid parda hosil qilib,

reaksiyaning borishiga to'sqinlik qiladi. Konsentrlangan sulfat kislota kuchli gigroskopik modda bo'lgani uchun o'ziga suvni kuchli shimib oladi. Bu jarayon natijasida o'zgaruvchan tarkibli gidratlar:  $H_2SO_4 \cdot H_2O$  ( $t_{muz} = -85^\circ C$ ),  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$  ( $t_{muz} = -38^\circ C$ )  $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$  ( $t_{muz} = -27^\circ C$ ) hosil bo'ladi. Bu ekzotermik jarayon bo'lgani uchun katta miqdorda issiqlik chiqadi. *Shu sababli sulfat kislolaning suyultirilgan erimasini tayyorlashda distillangan suv ustiga konsentrlangan sulfat kislota eritmasini oz-ozdan qo'shib aralashtirib turiladi!*

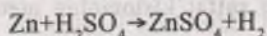
Konsentrlangan sulfat kislota o'ta gigroskopikligi tufayli organik moddalar, gazlar bilan aralashgan suvni, yog'och, qog'oz tarkibidagi "bog'langan" suvni tortib olish (hatto ularni yondirib yubora olish) xossasiga ega:



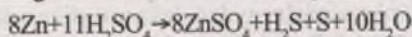
Konsentrlangan  $H_2SO_4$  qizdirilganda Pt, Au va ayrim metallardan tashqari, deyarli barcha metallar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan,



Suyultirilgan  $H_2SO_4$  rux bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Konsentrlangan kislota bilan rux reaksiyasi:



Sulfat kislota  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Al^{+3}$ ,  $Cr^{+3}$  kationlari bilan qo'sh tuzlar:  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ;  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  (Mor tuzi);  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  ni hosil qiladi. Bu moddalar "kvasts"lar yoki "achchiqtoshlar" deyiladi. Suvda yaxshi eruvchan bo'lib, qandolatchilik, teri-mo'yna sanoatida, tibbiyotda keng ishlatiladi.

*Kaliy sulfat* —  $K_2SO_4$ . Rangsiz kristall modda, suvda yaxshi eriydi. Boshqa metall sulfatlari bilan qo'shaloq tuzlar hosil qiladi.

*Natriy sulfat* —  $Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$ . Glauber tuzi "achchiq tuz" deyiladi.

*Magniy sulfat* —  $MgSO_4$ , tibbiyotda (magneziya), analitik kimyoda ishlatiladi. Kristallogidrat —  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  holida ajratib olinadi. Bu tuz suvning doimiy qattiqligini tashkil etadi.



Sulfat kislota xalq xo'jaligida va kimyo sanoatining ko'p sohalarida ishlatiladi.

Sulfat kislolaning ko'pchilik tuzlari  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  kuporoslar deyiladi. Ular suvda yaxshi eriydi, ammo  $\text{CaSO}_4$  (E.k. =  $3 \cdot 10^{-4}$ ),  $\text{BaSO}_4$  ( $1,1 \cdot 10^{-10}$ ),  $\text{SrSO}_4$  ( $3,2 \cdot 10^{-7}$ ),  $\text{PbSO}_4$  ( $1,5 \cdot 10^{-8}$ ) lar nisbatan juda kam eriydi, ular asosan oq rangli cho'kma hosil qiladi. Shu sababli  $\text{SO}_4^{2-}$  ioni bu ionlarga xos reagent sifatida ishlatiladi.  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  (alebastr) deyiladi. U suv bilan aralashirilganda  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  gips hosil bo'lib, qotadi. Gips qaytadan yuqori temperaturada qizdirilsa yana alebastrga aylanadi. Bu moddalar qurilish materiali sifatida va tibbiyotda keng qo'llaniladi. Suvsiz  $\text{CaSO}_4$  — "angidrit" deb ataladi.

### Savollar

1. Xalkogenlar deb qanday elementlarga aytiladi?
2. Oltingugurtning elektron tuzilishi va oksidlanish darajasini ko'rsating.
3. Vodород sulfidi va sulfid kislotasi deganda nimani tushunasiz?
4. Oltingugurtning kislorodli birikmalari formulalarini yozing.
5. Sulfidlar qanday moddalar, ularga misollar keltiring, eruvchanligi, gidrolizlanishiga doir misollar yozing.
6. Sulfat kislolaning tuzilishi qanday? U dissotsilanganda qanday zarrachalar hosil bo'ladi?
7. Konsentrlangan sulfat kislolaning metallar bilan ta'sirini tushuntiring.
8. Suyultirilgan sulfat kislolaning metallar bilan ta'sirini tushuntiring.
9. Sulfat kislota olishning asosiy bosqichlarini tushuntiring.
10. Oleum nima? Undan qanday qilib sulfat kislota olinadi.
11. Sulfat kislolaning qo'shaloq tuzlariga misollar keltiring, ishlatilishini izohlang.

## XX b o b

### VII A GRUPPACHA ELEMENTLARI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *galogen, xlor, fluor, brom, yod, florid kislota, xlorid kislota, floridlar, xloridlar, bromidlar, yodidlar, gipoxlorit kislota, Javel suvi, xloratlar, perxloratlar, xlorli ohak.*

## XX.1. VII A gruppacha elementlarining umumiy xossalari

Yettinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlariga fluor-F, xlor-Cl, brom-Br, yod-J va astat-At kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatida ettita ( $ns^2np^5$ ) elektron bo'lib, erkin holatda ularning barchasi ikki atomli molekullardan iborat bo'ladi, xlor — gazsimon, brom — suyuq, yod — kiristall modda. Bu elementlar p — elementlar qatoriga kiruvchi metallmaslardir. Ular "galogen"lar deyilib, "tuz hosil qiluvchi" degan ma'noni anglatadi.

Galogenlarning tartib raqami ortishi bilan atom radiusi ortib boradi. Elektromanfiyliklari kamayadi. Shu sababli ularning tartib raqami ortishi bilan metallmaslik (oksidlovchilik) xossalari kuchsizlanib, metallik xossalari (qaytaruvchilik) xossalari ortadi.  $F_2 > Cl_2 > Br_2 > J_2$  qatorida galogenlarning o'zaro nisbiy faolligi kamayadi va qatorida chapda turgan galogen o'ngda turgan galogeni uning birikmalaridan osonlik bilan siqib chiqaradi. Yuqoridagi qatorida galogenlarning suvda eruvchanligi ham kamayib boradi. Galogenlar metallar bilan tegishli tuzlarni hosil qiladilar. Bu tuzlarda "metall — galogen" bog'lari, asosan, ionli bog'lanish bo'lib, ular suyuqlanma va suvli eritmalarda kuchli elektrolit xossasiga ega.

Galogenlarning vodorodli birikmalari HF, HCl, HBr, HI gazsimon moddalar bo'lib, barchasi qutbli molekullardir. Ularning suvdagi eritmaları kislotalar bo'lib, HF dan HI ga tomon o'tgan sayin "vodorod — galogen" bog'ining qutbliligi va energiyasi kamayib borgani uchun ularning kislotalik xossalari kuchayib boradi. Bu birikmalarda galogenlarning tartib raqami ortishi bilan ion ( $E^-$ ) zaryadi o'zgarmagan holda, ion radiuslari ortib borgani uchun HCl, HBr va HI larning qaytaruvchanlik xossalari ham yuqoridagi tartibda HCl dan HI ga tomon kuchayib boradi.

Galogenlar bir-biriga o'xshash bo'lsa-da, ular ayrim xossalari bilan o'zaro farq qiladi. Ftorning suv bilan ta'siri xlornikidan farq qilsa, HF ning suvli eritmasi kuchsiz kislota, boshqa galogenlarning vodorodli birikmalari kuchli kislota xossasiga ega. Galogenlarning Ca li tuzlaridan  $CaF_2$  suvda erimaydi,  $CaCl_2$ ,  $CaBr_2$ ,  $CaJ_2$  lar esa yaxshi eruvchandir. AgCl, AgBr, AgI deyarli erimaydigan moddalar bo'lgani holda aksincha, AgF suvda yaxshi eriydi.

Astat esa tabiiy radioaktiv emirilishlarning oraliq mahsulotlari sifatida, yadro reaksiyalari davomida sun'iy ravishda hosil bo'ladi.

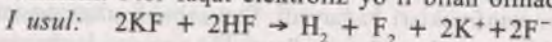
Radioaktiv xossaga ega, shu sababli astat maxsus kurslarda o'rganiladi. Bu elementlar va ular birikmalarining xossalari alohida o'rganib chiqamiz.

## XX.2. Ftor va uning birikmalari

Ftor galogenlar qatoridagi birinchi element bo'lib, "phtoros"—"halokat", "buzuvchi" ma'nolarini anglatadi.

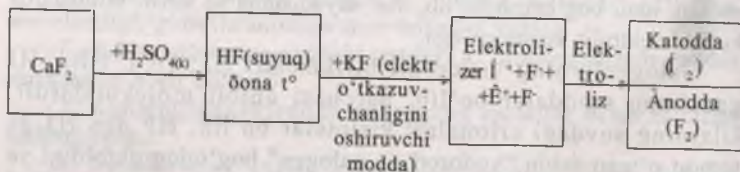
**Ftorning tabiatda tarqalishi.** Tabiatda faqat birikmalar holida tarqalgan. Asosiy minerallari:  $\text{CaF}_2$  — suyuqlantiruvchi kriolit —  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , ftorapatitlar  $\text{Ca}_3\text{F}(\text{PO}_4)_2$  dir.

**Olinishi.** Ftor faqat elektroliz yo'li bilan olinadi.



Bu reaksiyani amalga oshirish uchun anod ko'mir, katod Ni dan yasilib, idish diafragma bilan ajratiladi. Chunki hosil bo'luvchi  $\text{H}_2$  va  $\text{F}_2$  gazlari aralashib ketsa, portlash ro'y beradi.

*II usul:* Dala shpatini qayta ishlash va hosil bo'lgan HF ni KF ishtirokida elektroliz qilishga asoslangan. U quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi:

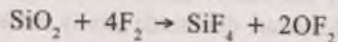


Ftorni kimyoviy jihatdan o'ta faolligi tufayli deyarli hamma materiallarining ta'sirida korroziyaga uchraydi. Ftorni hosil qilish apparatlari, saqlash va tashish uchun idishlar nikel va uning qotishmalaridan yasaladi.

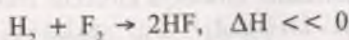
**Fizik xossalari.** Ftor oddiy sharoitda och-yashil rangli, havodan biroz og'ir, suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishuvchi gaz.

**Kimyoviy xossalari.** Ftorning kimyoviy xossalari uning yuqori elektromanfiyligi bilan bog'liq.  $\text{F}_2$  da bog'lanish energiyasi ancha pastligi (151 kJ/mol) sababli u kimyoviy reaksiyaga oson kirishadi.

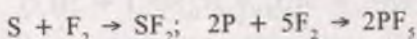
a) Ftor atmosferasida, hatto shisha emiriladi:



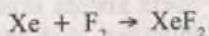
b) Oddiy moddalar bilan fluor juda shiddatli reaksiyaga kirishadi. Vodorod bilan fluor qorong'uda portlash bilan birikadi:



d) Oltingugurt va fosfor bilan fluor hatto suyuq havo temperaturasi ( $-190^\circ\text{C}$ ) da reaksiyaga kirishadi:



e) Fluor ba'zi inert gazlarni ham oksidlab, birikma hosil qiladi:



f) Yuqorida aytib o'tilganidek fluorning suv bilan ta'sirlashuvi boshqa galogenlardan farq qilib quyidagi tenglama bo'yicha boradi:

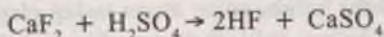


Boshqacharoq aytganda, fluor suv tarkibidagi kislorodni tortib oladi va oksidlaydi, ya'ni suv parchalanadi. Fluor o'z birikmalarida faqatgina  $-1$  oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Fluor atomining elektromanfiyligi katta qiymat ( $N.E.M=4,01$ ) ga teng bo'lgani uchun hatto kisloroddan ham elektroni tortib olib,  $\text{OF}_2$  tarkibli kimyoviy birikma hosil qiladi. Fluor molekulasining dissotsilanish energiyasi kichikligi ( $151 \text{ kJ/mol}$ ) ham fluorning yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lish sabablaridan biridir. Reaksiya vaqtida  $\text{F}_2$  lar osonlik bilan juda faol erkin atomlariga ajraydi.

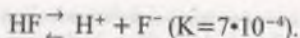
Fluorning asosiy birikmalari qatoriga HF va uning tuzlari kiradi:

1. *Vodorod fluorid.* HF qutbli ( $\mu=1,91$ ) molekula. Vodorod bog'lanish tufayli HF molekulari assotsilangan bo'ladi:  $\text{HF}\dots\text{HF}\dots\text{HF}$ . Shuning uchun oddiy sharoitda HF suyuq holatda bo'ladi ( $t \text{ qaynash}=19^\circ\text{C}$ ).

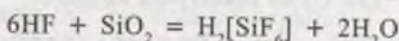
2. *Fluorid kislotaning olinishi.* U quyidagi ion almashinish reaksiyasiga asoslangan holda olinadi:



3. Vodorod fluoridning suvli eritmasi kuchsiz kislotadir:



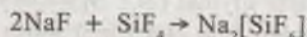
Ftorid kislota silikatlar tarkibiga kiruvchi kremniy (IV)-oksidi bilan reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiya uning asosiy xususiyatlaridan biridir (shishaning yemirilishiga sabab gazsimon  $\text{SiF}_4$  hosil bo'lishidir):



$4\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'lgan  $\text{SiOF}_4$  eritmadagi HF bilan qo'shilib,  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  ni hosil qiladi:  $\text{SiF}_4 + 2\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6$

Shuning uchun ham ftorid kislota shisha idishda emas, balki qo'rg'oshin, ftoroplast, polietilen idishlarda saqlanishi lozim.

4. Davriy sistemada elementlarning davrlar va gruppalar bo'yicha xossalari o'zgarishi sababli ftoridlarning ham xossalari o'zgaradi. Ion bog'li ftoridlar yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lgan kristall moddalar. Kovalent bog'li ftoridlar gaz yoki suyuqlik. Oraliq ftoridlar ( $\text{AlF}_3$ ) ion-kovalent bog'li birikmalaridir. Ion bog'li ftoridlar asosli xossaga ega, kovalent bog'li ftoridlar esa kislotali xossaga ega. Buni quyidagi reaksiya misolida ko'rish mumkin:



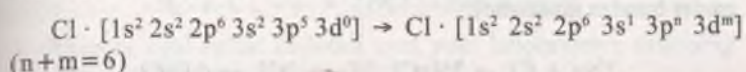
Ushbu reaksiyada ion bog'li NaF donor (asos), kovalent bog'li  $\text{SiF}_4$  esa elektron juftlar akseptori (kislota) vazifasini bajaradi.

**Ishlatilishi.** Ftor keng ko'lamda uran izotoplarini ajratishda ishlatiladi. Ftor sovutgich moddalar - freonlar, polimer materiallar-ftoroplastlarni va xususan teflonni sintez qilishda qo'llaniladi. Ftorid kislota zaharli modda. Ftorid kislota shishalarga naqsh o'yish maqsadida, ftoridlar hosil qilishda ishlatiladi.

### XX.3. Xlor va uning birikmalari

Galogenlar gruppasidagi ikkinchi element xlor (chloros — "yashil-sariq" rangli) bo'lib, uning atomi tashqi elektron qavatidagi 7 ta elektrondan bittasi juftlashmagan. Shu sababli vodorod va ftorga o'xshaydi. Ammo III elektron qavatida bo'sh 3d-orbitallari borligi va ularga 3p va 3s — orbitallardagi elektronlarning ko'chishi mumkinligi sababli ulardan farq ham qiladi. Shuning uchun Cl

ning oksidlanish darajalari nafaqat -1, balki +1, +3, +5 va +7 bo'ladi. Buni quyidagicha tasavvur etish mumkin. Xlorning elektron formulasi quyidagicha yoziladi:

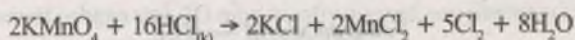


**Yer yuzida tarqalishi.** Tabiatda quyidagi minerallar tarkibida uchraydi: osh tuzi NaCl, silvinit NaCl·KCl, karnallit KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O. Uning yer qobig'idagi umumiy miqdori 0,02 % ni tashkil etadi.

Tabiiy birikmalarda xlorning ikki xil izotopi mavjud: <sup>35</sup>Cl(75,5 %) va <sup>37</sup>Cl(24,47 %). Bundan tashqari, xlorning bir necha xil sun'iy radioaktiv izotoplari hosil qilingan. Xlor molekulasida ikki atomdan iborat (Cl<sub>2</sub>). Uni termik dissotsilash uchun ftdodagiga nisbatan ko'proq energiya sarf bo'ladi. E<sub>Cl-Cl</sub> = 243 kJ/mol, chunki Cl - Cl bog'ining tartibi birdan yuqori. Shuning uchun ham xlor molekulasining atomlarga ajralishi faqat 1000°C va undan yuqori temperaturada sodir bo'ladi.

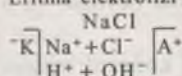
**Fizik xossalari.** Oddiy sharoitda xlor sarg'ish-yashil rangli gaz. Bir hajm suvda 2,5 hajm xlor eriydi. Sovutilganda suvli eritmalaridan Cl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, Cl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O tarkibli kristallogidratlar, ya'ni klatratlar ajralib chiqadi.

**Xlorning olinishi.** Laboratoriyada HCl ning konsentrlangan eritmasiga yoki qattiq holdagi NaCl, KCl ga kuchli oksidlovchi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KMnO<sub>4</sub>, MnO<sub>2</sub> larni ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda xlor osh tuzi eritmasi va suyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi.

Eritma elektrolizi sxemasi:



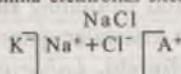
katodda:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

anodda:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$

$\text{Na}^+ + \text{OH}^- = \text{NaOH}$  eritmada qoladi.

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$

suyuqlanma elektrolizi sxemasi



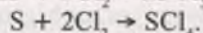
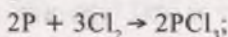
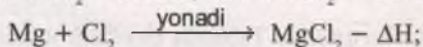
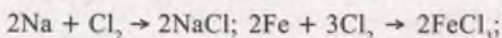
katodda:  $\text{Na}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$

anodda:  $\text{Cl}^- - 1\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^0$

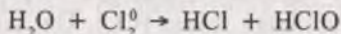
$2\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$

$2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$

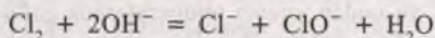
**Kimyoviy xossalari.** Xlor atomining elektromanfiyligi ancha yuqori (3) va radiusi kichik bo'lgani uchun kuchli oksidlovchidir, u metallar va ko'pchilik metallmaslarni shiddat bilan oksidlaydi (kislorod, azot va inert gazlar bundan mustasno):



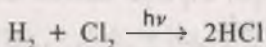
Qaytaruvchilik xossasi faqat fluor bilan birikkanda namoyon bo'ladi. Xlor bevosita kislorod bilan birikmaydi. Xlor suvda eriydi va bu jarayon quyidagicha boradi:



Agar bu reaksiya ishqoriy muhitda olib borilsa, reaksiya to'liq oxirigacha boradi:



Xlor vodorod bilan quyosh nuri ta'sirida (zanjir reaksiya) birikadi:

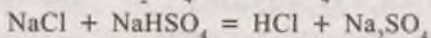
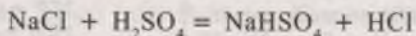


Hosil bo'lgan modda xlorning eng ko'p tarqalgan, muhim birikmasidir.

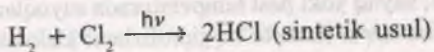
#### *Vodorod xlorid — HCl*

**Fizik xossasi.** Oddiy sharoitda rangsiz, havo nomi ta'sirida "bug'lanib" turuvchi gazsimon modda. Vodorod xlorid suvda yaxshi eriydi, oddiy sharoitda bir hajm suvda qariyb 450 hajm HCl eriydi. Vodorod xloridning suvdagi eritmasi — xlorid kislota deyiladi va u kuchli kislotalar qatoriga kiradi.

**Olinishi.** *Laboratoriya* sharoitida osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:

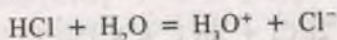


Sanoatda ikki usulda olinib, birinchisiga binoan yorug'lik nuri ta'sirida vodorodga xlor ta'sir ettiriladi.

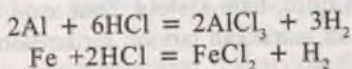


Ikkinchi usul sulfat kislotali usul yoki laboratoriya usulining sanoatda qo'llanilishidir.

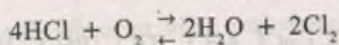
**Kimyoviy xossalari:** A. HCl molekulasida qutbli kovalent  $\text{H}^{\delta+}:\text{Cl}^{\delta-}$  bog'lanishga ega bo'lgani uchun suvda eriganda ionlarga ajraladi (bo'linadi):



Xlorid kislota kuchli kislota sifatida faollik qatorida vodoroddan chapda joylashgan metallarning hammasi bilan ta'sirlashadi. Masalan:



Metallmaslar bilan ta'sirlashmaydi. Ammo HCl da  $\text{Cl}^-$  holatda bo'lgani uchun qaytaruvchi xossalarni namoyon etadi va kislorodda yonadi:



Bu qaytar reaksiya bo'lib, sistema entropiyasining kamayishi bilan boradi. Shuning uchun  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  tenglamasiga ko'ra, harorat oshgan sari  $\Delta G$  ning manfiy qiymati son jihatidan kamayib boradi va muvozanat chap tomonga siljiydi.

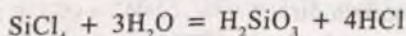
Xlorning (-1) oksidlanish darajali birikmalari *xloridlar* deyiladi. Tarkibiga ko'ra ularni metallar va metallmaslarning xloridlariga ajratish mumkin.

Element	Na	Mg	Al	Si	P	S
Xlorid	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>	SiCl <sub>4</sub>	PCl <sub>3</sub>	SCl <sub>2</sub>
Xloridning tabiati	asosli		amfoter	kislotali		

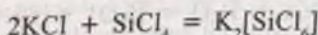
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, elementlarning davrlar bo'yicha tartib raqami ortishi bilan xloridlarning xossasi asosidan kislotaliga o'zgaradi.



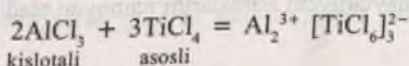
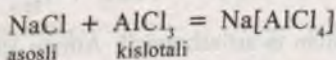
Ion bog'lanishli xloridlar, yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lgan kristall moddalardir. Kovalent bog'li xloridlar kislotali tabiatga ega bo'lib, gaz, suyuq yoki past temperaturada suyuqlanadigan qattiq moddalardir. Ular suv ta'sirida to'liq gidrolizlanib kislotalar hosil qiladilar:



Xloridlar tabiatining har xilligi, ularning o'zaro reaksiyasidan ham ko'rinadi:



Bunday reaksiyalarda asosli xloridlar ( $\text{Cl}^-$  ioni hisobidan) elektron jufti donori, kislotali xloridlar esa akseptorlik xossalarini namoyon etadi. Ion-kovalent bog'li amfoter xloridlar esa oraliq xossalar namoyon qilib, ham kislota, ham asos tabiatli moddalar bilan birika oladi va murakkab tarkibli birikmalarni hosil qiladilar:



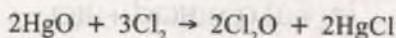
HCl ning AgCl, CuCl, AuCl<sub>3</sub>, TiCl<sub>4</sub>, PbCl<sub>2</sub>, Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> kabi tuzlari suvda yomon eriydi. Ularning bu xossalaridan foydalanib analitik kimyoda tegishli kationlarni aniqlashda va aksincha, ko'pchilik texnologik eritmalarda, oqava suvlarda  $\text{Cl}^-$  ionlari miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Xlorid kislota texnikada, tibbiyotda, laboratoriya amaliyotida keng ko'lamda ishlatiladi.

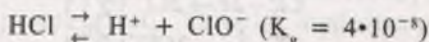
### *Xlorning kislородli birikmalari*

Xlorning Cl<sub>2</sub>O, ClO<sub>2</sub>, ClO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, tarkibli oksidlari HClO (gipoxlorit), HClO<sub>2</sub> (xlorit), HClO<sub>3</sub> (xlorat) va HClO<sub>4</sub> (perxlorat) tarkibli kislotalari mavjud, ammo Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olingan emas. Bular da xlorning oksidlanish darajalari mos ravishda +1, +3, +5, +7 ga teng. Kislotalarining metallar bilan hosil qilgan tuzlari ham mavjud.

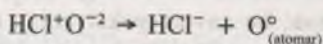
Xlorning oksidlari bevosita "xlor-kislorod" ta'sirida hosil bo'lmaydi. Ularni olish uchun quyidagi reaksiyadan foydalaniladi:



$\text{HClO}$  — kuchsiz kislota, juda kam miqdorda dissotsilanadi:

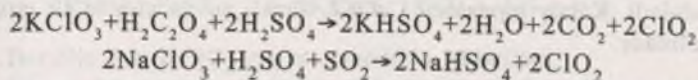


Oksixlorit ion- $[\text{ClO}]^-$  I va II gramma elementlari bilan gipoxlorit kislota tuzlarini hosil qiladi. Gipoxlorit kislota  $\text{HClO}$  beqaror, chunki

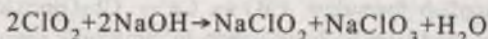


reaksiya bo'yicha parchalanib atomar kislorodni hosil qiladi, shu sababli  $\text{HClO}$  — kuchli oksidlovchilik xossasini namoyon etadi.

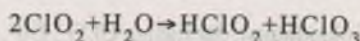
$\text{ClO}_2$  ni olish uchun quyidagi reaksiyalardan foydalaniladi:



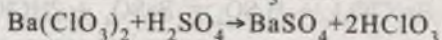
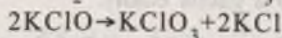
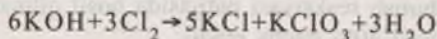
Xlor (IV)-oksidi ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



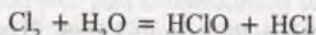
Suv bilan quyidagi kislotalarni hosil qiladi:



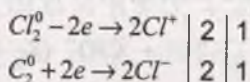
Xlorat anhidrid  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  olinmagan, lekin unga mos keluvchi xloratlarni va xlorat kislotani quyidagicha olish mumkin:



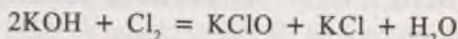
Ma'lumki, texnologik jarayonlar uchun suvni tayyorlash bosqichlaridan biri — suvni  $\text{Cl}_2$  gazi bilan dezinfeksiyalashdir. Bunda



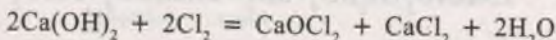
reaksiyaga muvofiq  $\text{HClO}$  hosil bo'ladi.



$\text{HClO}$  — parchalanish reaksiyasiga ko'ra atomar kislorod chiqaradi. Atomar kislorod suvdagi zaharli zarrachalarni oksidlaydi va suv toza bo'ladi. Ammo xlorli suvga ( $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$ ) ishqor qo'shilsa, bu qaytar reaksiyaning muvozanati o'nga to'liq siljiydi va reaksiya oxirigacha boradi, gipoxlorit kislotaning barqaror tuzlari hosil bo'ladi:

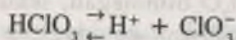


$\text{KClO}$  va  $\text{KCl}$  ularning birgalikdagi eritmasi "Javel suvi" deb ataladi. Kalsiy gipoxlorit  $\text{CaOCl}_2$  ohakli suvga xlor ta'sir ettirib ionladi:

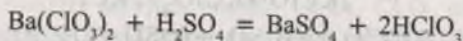


Hosil bo'lgan modda "xlorli ohak" yoki "oqartirgich xlor" deb ataladi. Tuzilish formulasi:  $\text{ClO} - \text{Ca} - \text{Cl}$ . Gipoxloritlar kuchli oksidlovchi moddalar bo'lgani uchun to'qimachilik sanoatida, tolalar, matolar, qog'ozni oqartiruvchi modda sifatida, dezinfeksiyalashda ishlatiladi.

Xlorning +5 oksidlanish darajasiga  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ClF}_5$  va  $\text{HClO}_3$  — xlorat kislota to'g'ri keladi. Xlorat kislota quyidagicha ionlanadi:

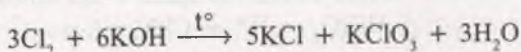


U almashinish reaksiyasi natijasida hosil qilinadi (eng yuqori konsentratsiyasi 40% gacha etadi):

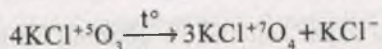


Xlorat kislota  $\text{HClO}_3$  va xlorid kislota  $\text{HCl}$  aralashmasi "zar suvi" ga o'xshash, kuchli oksidlovchilik xossasiga ega. Uch oksoxlorit ion  $[\text{ClO}_3]^-$  tuzlari xloratlar deb ataladi. Amaliyotda

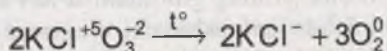
Bertolle tuzi — kaliy xlorat  $\text{KClO}_3$  ko'proq ishlatiladi. U issiq ishqor (KOH) ustidan xlorini o'tkazish bilan olinadi:



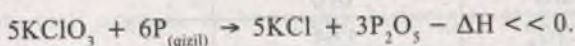
Kaliy xlorat suvda yomon eriydi. Xlorat kislota  $\text{HClO}_3$  erkin holatda ajratib olinmagan. Suvli eritmada  $\text{HClO}_3$  kuchli kislota xossasini namoyon qiladi. Xloratlar qizdirilganda disproporsiyalanish reaksiyasiga kirishadi:



Katalizator ishtirokida xloratlar parchalanadi:

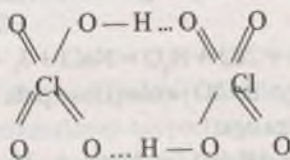


Qizdirilganda xloratlar kuchli oksidlovchi xossasini namoyon qiladi, ularning qaytaruvchilar bilan aralashmasi portlovchi modda hosil qiladi:

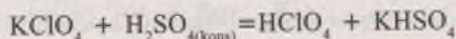


Bertolle tuzi  $\text{KClO}_3$  gugurt sanoatida ishlatiladi.

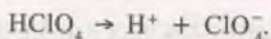
Xlorning eng yuqori oksidlanish darajasi +7, uning oksidi  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  va uch oksoftorid  $\text{ClO}_3\text{F}$  da namoyon bo'ladi. Xlor (VII)-oksid  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  boshqa oksidlaridan farqli o'laroq, rangsiz suyuq modda ( $t_{\text{muz}} = -93,4^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{qay}} = +83^\circ\text{C}$ ). Xlor (VII)-oksid suvda eriydi va perxlorat kislota ( $\text{HClO}_4$ ) hosil qiladi. Vodород bog'lanish tufayli  $\text{HClO}_4$  molekullari dimerlangan:



Perxlorat kislota —  $\text{HClO}_4$  eng kuchli kislotaadir. U konsentrlangan sulfat kislota va kaliy perxlorat tuzi reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi:



$\text{HClO}_4$  quyidagicha dissotsilanadi:

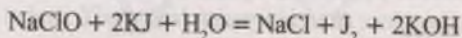


$\text{ClO}_4^-$  — perxlorat ioni deyiladi. Ishqoriy va ishqoriy-er metallari ionlari bilan tuzlar hosil qiladi. Ularning aksariyati eruvchan, lekin "portlovchi" moddalardir. Umuman,  $\text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- \rightarrow \text{ClO}_3^- \rightarrow \text{ClO}_4^-$  qatorida xlorning oksidlanish

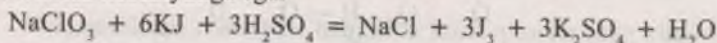
darajasi oshgani sayin anionlar va ularning birikmalarini barqarorligi oshadi, chunki bu qatorda  $\text{ClO}^-$  dan  $\text{ClO}_4^-$  ga tomon Cl atomi elektron orbitallarining gibridlanish turi  $sp^3$  holida qolib,  $\sigma$ - va  $\pi$ -bog'lanishda qatnashuvchi elektronlar soni oshadi.  $[\text{ClO}_n]^-$  anionlarida Cl—O bog'i tavsifi quyidagicha bo'ladi:

Anion	Bog' uzunligi $r(\text{Cl—O})$	Bc E(C J
$\text{ClO}^-$	1,70	
$\text{ClO}_2^-$	1,64	
$\text{ClO}_3^-$	1,57	
$\text{ClO}_4^-$	1,42	

Xlor atomi atrofida kislorod atomlari soni oshgan sari Cl — O bog'i uzunligi kamayadi va bog'lanish energiyasi oshadi. Ushbu qatorda  $\text{ClO}^-$  dan  $\text{ClO}_4^-$  tomonga qarab ionlarning oksidlovchilik kuchi kamayadi. Masalan, gipoxloritlar har qanday muhitda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga kirishaveradi:

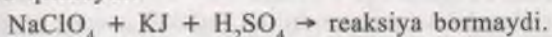


Ammo xloratlar (ya'ni  $\text{ClO}_3^-$  ionlari) faqat juda kuchli kislotali muhitda oksidlash xususiyatiga ega:



- $\text{ClO}^- \longrightarrow \text{ClO}_4^-$  barqarorlik ortadi  
 $\longleftarrow$  oksidlovchilik ortadi  
 $\longrightarrow$  Cl—O bog'i uzunligi kamayadi.  
 $\longrightarrow$  Cl—O bog'lanish energiyasi ortadi.  
 $\longrightarrow$  kislotalilik kuchi ortadi.

Perxloratlar esa eritmalarda oksidlovchilik xususiyatini amalda namoyon qilmaydi:

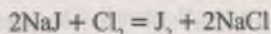


$\text{HClO} \rightarrow \text{HClO}_2 \rightarrow \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4$  qatorida kislotalarning kuchi ortib boradi. Buning sababi shundaki,  $\text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- \rightarrow \text{ClO}_3^- \rightarrow \text{ClO}_4^-$  qatorida, markaziy Cl atomi  $\text{Cl}=\text{O}$  bog'lanish elektronlar zichligini o'ziga tortgani sababli ion kompaktlashaveradi,  $\text{O}-\text{H}$  bog'ining kuchi susayaveradi va tegishli kislota oson disotsilanadi.

**Galogenlar qatoriga kiruvchi brom va yod to'g'risida qisqacha ma'lumot.** Brom ( $\text{Br}_2$ ) tabiatda birikmalar holida uchraydi, uning  $\text{NaBr}$ ,  $\text{MgBr}_2$  birikmalari dengiz suvida ko'proq miqdorda uchraydi. Tabiatda uchraydigan xlor birikmalari konida, masalan,  $\text{KCl}$  tuzlari konida brom birikmalari ham aralashma holida bo'ladi.

Brom turli organik va anorganik birikmalar tayyorlashda ishlatiladi. Bromdan ba'zi dorilar, antidetonatorlar ishlab chiqarishda, foto va kino materiallari sanoatida foydalaniladi.

Yod ( $\text{J}_2$ ) oz miqdorda dengiz suvi tarkibida bo'ladi. Dengiz o'simliklari yod birikmalarini o'zida to'playdi. Bunday o'simliklar tanasida 1% gacha yod bo'ladi. Yod inson hayoti uchun nihoyatda zarur elementdir. Organizmda yod etishmasa, turli kasalliklar — bo'qoq, xtira pastligi paydo bo'ladi. Yodidlardan yod ajratib olish uchun ularga xlor ta'sir ettiriladi. Bunda xlor yodni siqib chiqaradi (oksidlaydi):



Yod turli yod birikmalarini tayyorlashda ishlatiladi. Yodning spirtidagi (5% li) eritmasi antiseptik modda sifatida ishlatiladi. Yodning radioaktiv izotopi rak va qalqon bezi (bo'qoq), ateroskleroz kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Yod va bromning hamda ular birikmalarining suvdagi eritmaları ( $\text{J}_2$ ,  $\text{KJ}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KBrO}_3$ ) analitik kimyoda (yodometriya va bromatometriya usullarida) oksidlovchi sifatida ishlatiladi. Galogenlarning xossalari bir-biriga o'xshashligi sababli, faqat xlorning xossalarini o'rganib brom va yodning kimyoviy xossalariga kengroq to'xtalmadik.

## Savollar

1. Galogenlar deb qanday elementlarga aytiladi?
2. Galogenlarning tartib raqami ortishi bilan:
  - a) oksidlovchilik (qaytaruvchilik) xossalari qanday o'zgaradi?
  - b) vodorodli birikmalarining xossalari qanday o'zgaradi?
  - d) fluor bilan boshqa galogenlarning o'xshashlik va farqli tomonlari qanday izohlanadi.

## XXI bob

### METALLAR

#### XXI. 1. Metallarning umumiy xossalari

Davriy jadvalning katta IV—VI va tugallanmagan VII davrlari qo'shimcha guruhchalariga va I, II, III (bordan boshqa) guruhlarining asosiy guruhchasiga kiruvchi barcha elementlar metallardir.

Metallarga fizikaviy jihatdan yaltiroqlik, qattiq holat, yorug'likni qaytarish, issiqlik va elektr tokini yaxshi o'tkazish, deformatsiyalanish xususiyatlari, kimyoviy jihatdan esa oson elektron berish va qaytaruvchilik xossalari namoyon qilish xosdir.

Metallarda metall bog'lanish — kristall panjaradagi musbat zaryadli atom-ionlar bilan panjara bo'shlig'idagi "elektronlar to'plami" o'rtasida yuzaga keladigan o'zaro tortishuv kuchlari mavjud. Shu sababli ular issiqlikni va elektr tokini yaxshi o'tkazadilar.

Metallarning kristall panjaralaridagi tugunlarda joylashgan musbat zaryadlangan metallar bilan kristall panjara ichidagi bo'shliqda bo'lgan ko'p sonli manfiy elektronlar orasida kuchli bog'lanish vujudga kelib, bu tortilish kuchlidir. Ana shu bog'lanish faqat metallarga xos bo'lgan metall bog'lanish deyiladi.

Metallardan Li eng yengil metall, Os esa eng og'ir metallardir. Metallardan Hg va Fr dan tashqari barchasi qattiq holatda bo'ladi.

118 ta kimyoviy elementlardan 90 dan ortig'i metallardir. H va B dan tashqari, I, II, III guruhlardagi barcha elementlar metallardir.

IV guruhda asosiy guruhchadagi C va Si dan tashqari barchasi metallar. V guruhda 2 ta - Sb va Bi metallar. VI guruhda bitta Po metall. IV, V, VI, VII, VIII guruhlarda yonaki guruhchalardagi barcha elementlar metallardir.

Qadimdan 7 ta metall malum bo'lgan: Au, Ag, Cu, Fe, Sn, Pb, Hg.

Metallar atomlarining elektron tuzilishiga ko'ra s-metallar (ishqoriy va ishqoriy-yer metallari), p-metallar (III —IV gruppalar asosiy gruppachasi metallari), d — metallar, f — metallarga bo'linadi.

Metallarning davriy jadvaldagi o'rniga ko'ra, ularning xossalari quyidagi tartibda o'zgarib boradi:

— elementlarning davrlarda tartib raqami ortib borishi bilan metallik xossalari kamayib boradi. Chunki tartib raqami ortishi bilan atom radiusi kichrayadi va tashqi elektronning yadro bilan tortishish kuchi ortadi va metall valent elektronini qiyin beradi. Masalan: Na — Mg — Al qatorida suv bilan ta'sirlashishi Na ishtirokida shiddatli, Mg bilan sekin, Al bilan yuqori temperatura-da (qizdirganda) boradi.  $\text{Na}_2\text{O}$  — kuchli,  $\text{MgO}$  — kuchsiz asosli oksid bo'lsa,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — amfoter oksid.

Gruppalarda elementlarning tartib raqami ortishi bilan ularning metallik xossasi kuchayadi. Chunki, tartib raqami ortishi bilan atomdagi elektron qavatlar soni ortib, atom radiusi kattalashadi va tashqi elektronlar osonlik bilan chiqib ketadi. Masalan: Li (ionlanish energiyasi  $J = 5,39$  ev), Na (5,14), K (4,34), Rb (4,7) va Cs (3,89) qatorida ishqoriy metallarning faolligi ortib boradi. Agar Li — metali oddiy sharoitda ochiq havoda vaqt o'tishi bilan oksidlanib oq rangli moddaga aylansa, Cs — ochiq havoda alanga olib ketadi. Shu singari LiOH ga nisbatan CsOH kuchli asosdir.

Katta davrlarning p- va d-metallarida bu xususiyatlar saqlanib qolinsada, ancha kuchsizroq namoyon bo'ladi. s-metallardan farq qilib, ular o'zgaruvchan oksidlanish darajalarini namoyon qiladilar. Masalan, IV gruppada p-metallari Sn — qalay va Pb — qo'rg'oshin +2 va +4 oksidlanish darajasidagi oksidlarni hosil qiladilar. Lekin bu oksidlarda metallarning oksidlanish darajasi ortishi bilan ularning kislotali xossasi kuchayadi. Past oksidlanish darajasidagi birikmalari  $\text{Sn}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  qaytaruvchi, yuqori oksidlanish darajasidagi  $\text{Sn}^{+4}$ ,  $\text{Pb}^{+4}$  birikmalari oksidlovchi bo'ladi. Shu sababli  $\text{PbO}_2$  kuchli oksidlovchi sifatida keng qo'llaniladi.



s — metallarning vodorodli birikmalari (gidridlari-LiH, NaH, CaH<sub>2</sub>) tipik ionli bog'lanishga ega bo'lsa, p — metallar gidridlari (AlH<sub>3</sub>, GaH<sub>3</sub>, BiH<sub>3</sub>)da kovalent bog'lanish hisssasi ortadi, ular beqaror bo'ladilar. d-metallarning gidridlari deyarli mavjud bo'lmay, ular o'zlarining sirtlarida vodorodni molekulyar (H<sub>2</sub>) holda, molekulararo ta'sir kuchlari vositasida tutib (adsorбилab) turadilar. Masalan: Pt — metali, H<sub>2</sub> — gazini adsorбилab (H<sub>2</sub>/Pt) vodorod elektrodining ishlashini ta'minlaydi.

#### *d- va f-metallarning umumiy xususiyatlari*

Davriy jadvalning yonaki grupp elementlari qatoriga asosan  $(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$  elektron tuzilishli d- va f- elementlar kiradi. Bu elementlar katta davrlarning I—VIII yonaki yoki Ib—VIIIb gruppalarida joylashgan turli rangli, noyob, siyrak yer va radioaktiv metallardir.

Ularning valent elektronlari tashqi ns va  $(n-1)d$  yoki  $(n-2)f$  orbitallarda joylashgani uchun o'zgaruvchi valentliklar namoyon qiladilar va ko'pchilik hollarda ularning valentliklari ular joylashgan grupp raqamiga mos kelmaydi. Yonaki grupp metallari birikmalarining kislota — asos xossalari metallning oksidlanish darajasiga, birikmalarining tarkibi va tuzilishiga bog'liq. Past oksidlanish darajalilari asos, yuqori oksidlanish darajalilari *kislotali* va oraliq oksidlanish darajalilari *amfoter* xossa namoyon qiladi.

Masalan: CrO — asos oksidi, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — amfoter, CrO<sub>3</sub> — kislota hosil qiluvchi oksid bo'lsa, ularga mos keluvchi gidroksidlar: Cr<sup>+2</sup>(OH)<sub>2</sub> — asos, Cr<sup>+2</sup>(OH)<sub>3</sub> — amfoter, H<sub>2</sub>Cr<sup>+6</sup>O<sub>4</sub> — kislota xossasiga ega moddalardir.

Metallmaslardan farqli ravishda metallar birikmalarida ularning atomlari o'zaro bog'lanib (Me — Me — Me) zanjirlar hosil qilish xossalari deyarli uchramaydi. Faqat Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> da Cl—Hg—Hg—Cl va ayrim (Mo, Re, Rh...) metallar o'zaro Me ≡ Me, Me = Me, Me — Me bog'lari hosil qiladilar. Lekin ularning ionlarida qisman (yoki butunlay) bo'sh  $(n-1)d$  — va np — orbitallarning bo'lishi sababli bu metallarda donor-akseptor ta'sir tufayli kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatlari kuchli ifodalangan. Shu boisdan ularning birikmalarining turi va soni juda ko'pdir.

*p va d — metallari ionlarining elektron orbitallari erituvchi molekulari (H<sub>2</sub>O) bilan oson ta'sirlashgani (oson deformatsiyalanishi) sababli bu metallarning suvda eruvchan barcha tuzlari gidrolizlanadi, ionlari gidratlangan gidroksi kompleks [Me(OH)(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>]<sup>+n</sup> holida bo'ladi.*

d — elektron orbitallari turli modda molekulari (yoki ionlari) bilan ta'sirlashganda, energiyalari bo'yicha bir-biridan farqlanadi (d — ajralish). Bu farqlanish energiyasiga ko'ra, ularning birikmalari turli:  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  (ko'k),  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  (binafsha),  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  (yashil),  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  (sariq) rangli bo'ladilar.

Metallarning ko'pchiligi (Na, K, Ca, Co, Ni, Cu, Zn, Mn) tirik organizmlarda hayotni ta'minlovchi muhim elementlardir. Ular *mikroelementlar* deyiladi.

**Fizikaviy xossalari.** Metallar xona temperaturasida qattiq moddalar bo'lib, faqat simob — suyuq metall. Metallar yumshoq, oson bolg'alanuvchan va juda qattiq bo'lib, yumshoq metallarga Li, Na, K, Ca, In larni kiritish mumkin (ularni pichoq bilan kesib bo'ladi). Oson bolg'alanuvchan va ishlov berish oson bo'lgan metallar — Al, Cu, Ag, Sn, Pt va oltin, undan 0,003 mm qalinlikdagi yupqa plastinka yoki simlar tayyorlash mumkin. Eng qattiq metall — Cr (xrom), u bilan shishani kesish mumkin. Zichligiga ko'ra: yengil ( $\rho < 5 \text{ g/sm}^3$ ) va og'ir ( $\rho > 5 \text{ g/sm}^3$ ) metallarga bo'linadi. Yengil metallarga: Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Ba, Al lar kiradi.

Og'ir metallarga: Fe, Zn, Cu, Ag, Au, Hg, In, Mn, Co, Ni, Pb, Sn, Mo, W, Ir, Pb, Pd, Os lar kiradi.

Metallar ichida eng yengillari: Li ( $0,534 \text{ g/sm}^3$ ), Na ( $0,97 \text{ g/sm}^3$ ), K ( $0,86 \text{ g/sm}^3$ ) lar bo'lib, ular suvdan yengildir. Eng og'ir metall — osmiy Os ( $22,5 \text{ g/sm}^3$ ).

Elektr o'tkazuvchanlik bo'yicha: kumush  $>$  mis  $>$  oltin  $>$  aliyuminiy va boshqa metallar turadi.

Suyuqlanish temperaturalariga ko'ra: "oson suyuqlanuvchan" — Hg ( $-30^\circ\text{C}$ ), Cs ( $28,5^\circ$ ), Ga ( $29,7^\circ$ ), K ( $63,6^\circ$ ), Na ( $97,8^\circ$ ), Sn ( $231,2^\circ$ ) va Pb ( $327,3^\circ$ ) metallarga, "qiyin suyuqlanuvchan" — Ni ( $1453^\circ$ ), Co ( $1493^\circ$ ), Fe ( $1540^\circ$ ), Pt ( $1769^\circ$ ), Cr ( $1875^\circ$ ), Mo ( $2620^\circ$ ), W ( $3390^\circ\text{C}$ ) metallarga bo'linadi.

Tabiatda tarqalishiga ko'ra: kam tarqalgan (Li, Rb, Cs, Be, Mo, V, Nb, Hf); siyrak-yer metallari (Sc, Y (ittriy)), La va lantanoidlar; tarqoq (Ga, In, Tl, Ge), noyob (Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ir, Ru, Os) metallar va radioaktiv (Ra, Th, U, Ac va aktinoidlar) metallarga bo'linadi.

## XXI.2. Qotishmalar

Metallar xalq xo'jaligida sof holda va juda ko'pchilik hollarda qotishmalar (*ikki yoki undan ortiq metallarni saqlagan, bir jinsli qattiq eritmalar*) holida ishlatiladi.

Ko'p ishlatiladigan metall qotishmalarga quyidagilarni kiritish mumkin:

**Cho'yan** — tarkibida 1,7 – 4,4 % uglerod saqlagan temirning qotishmasi. Uning tarkibida Si, P, Mn kabi qo'shimchalari bo'lib, temirga nisbatan qattiq, lekin mo'rt bo'ladi. Undan katta-katta jihozlarning asosi, karkaslari yasaladi. Po'lat olishda ishlatiladi.

**Po'lat** — tarkibida 1,7% dan kam uglerod saqlagan temirning boshqa metallar (Cr, Mo, W, B, Be, Li, Na, K, Co, Ni, V) saqlangan qotishmasi. Cho'yanga nisbatan elastik, ishlov berish oson bo'lgan mashinasozlik, qurilish va boshqa sohalarda keng qo'llaniladigan qotishma. Zanglamaydigan po'lat (tarkibida 12% xrom bo'lgan po'lat).

**Jez** — tarkibida 10% dan 50% gacha rux saqlagan mis qotishmasi. Asbobsozlik, motorsozlikda ishlatiladi.

**Bronza** — misning tarkibida 20% gacha qalay saqlagan qotishmasi. Oson quyiladi. Podshipnik, porshenlarning xalqalari, klapanlar ishlab chiqarishda va badiiy buyumlar, haykallar, byustlar quyishda ishlatiladi.

**Konstantan** — 60% Cu, 38—40% Ni dan iborat qotishma.

**Nixrom** — 60% Ni, 14—18% Fe, qolgani Cr dan iborat qotishma. Yuqori elektr qarshiligiga ega bo'lgani uchun isitish moslamalari ishlab chiqarishda foydalaniladi.

**Xromel** — 90% Ni va 10% gacha Cr li qotishma.

**Alyumel** — 95% Ni, 1,8—2,5% Al, 1,8—2,2% Mn, 0,88-1,15% gacha Si dan iborat qotishma. Xromel va alyumel elektr xossalari temperatura o'zgarishiga juda sezgir material bo'lgani uchun termoo'lchagichlar, termoparalar yasashda ishlatiladi.

**Babbitlar** — 65% gacha Pb, 15—17% Sn, 15—17% Sb, 2% gacha Cu metallari saqlagan qotishmalar bo'lib, podshipnik ishlab chiqarishning asosiy materiali hisoblanadi.

**Dyuralyumin** — asosiy qismi Al, 3—5% Cu, 1% dan Mg, Ni, Mn metallari saqlagan mexanik ta'sirga chidamli, lekin engil qotishma. Samolyotsozlik, mashinasozlik va asbobsozlikda ishlatiladi.

**Silumin** — 86—88% Al va 12—14% Si dan iborat qotishma. O'lchov va signal beruvchi moslamalarda ishlatiladi.

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, qotishmalar ishlab chiqarish sharoiti, temperatura, metallarning nisbiy miqdori o'zgarishi bilan tuzilishi va xususiyatlari keskin o'zgaradigan sistemalardir. "Qattiq eritma" — qotishmalarni bu xususiyatlari uchun "bertollid"lar qatoriga kiritiladi.

*Shu sababli ishlab chiqariladigan har qanday metall qotishmasi aniq xossa va tarkibga mos kelishi uchun ularni ishlab chiqarishdagi "tarkib—xossa" diagrammalaridan kelib chiqadigan parametrlariga to'la amal qilinishi kerak.*

Agar qotishmalar atom radiuslari bir-biriga yaqin bolgan va kristall panjara tugunlaridagi ornini almashina oladigan metallardan iborat bolsa, **gomogen qotishma** deyiladi (Cu-Au, Ag-Au, Na-K, Bi-Sb).

Agar qotishma atom radiuslari bir-biridan yiroq va kristall panjara tugunlaridagi orinlarini almashina olmaydigan metallardan iborat bolsa, **geterogen qotishma** deyiladi (Sn-Al, Zn-Al).

**Intermetall qotishmalar** elektrmanfiyligi keskin farq qiladigan metallardan iborat (CuZn, Cu<sub>3</sub>Al, Cu<sub>3</sub>Zn<sub>2</sub>).

### XXI.3. Metallarni olish

#### Metallurgiya to'g'risida tushuncha

Metallar tabiatda erkin holda (Au, Ag, Cu, Fe, Hg) va turli birikmalar (oksidlari, sulfidlari va boshqa tuzlari) holida tarqalganlar. Metallarni olish, ular asosida turli qotishma va maxsus birikmalar ishlab chiqarish bilan kimyo sanoatining o'ziga xos sohasi — metallurgiya shug'ullanadi.

METALLURGIYA		
Pirometallurgiya	Gidrometallurgiya	Elektrometallurgiya
Turli oksid, sulfid, chloridlardan qaytaruvchilar yordamida yuqri temperaturada metallarni olish	M etall rudalarini eritma holiga o'tkazib, eritmalaridan kuchli (aktiv) metallar yordamida qaytarib metall olish usuli	M etallarning tuzlari eritma yoki suyuqlanmalarini elektr toki ta'sirida qaytarish (elektroliz) usuli bilan metallar olish
Qaytaruvchilar: N—koks, NI —is gazi, Mg (magniytermiya), Al (aluminotermiya), Si (kremniytermiya), Na (natriytermiya), I <sub>2</sub> (vodorod)	Ajratib olinadigan metallar: Au, Ag, Hg, Cu, Pt, Pd	Ajratib olinadigan metallar: Na, K, Ca, Mg, Al, Ni, Be, Cu

30-rasm. Metallurgiya turlari.

*Metallurgiya deb, kimyo sanoatining tabiiy manbalar va rudalardan metallarni olish va qayta ishlash bilan shug'ullanadigan sohasiga aytiladi. Metallurgiya qora (temir va uning asosidagi qotishmalar) va rangli metallurgiyaga bo'linadi.*

Rangli metallurgiya yengil, noyob va og'ir metallar ishlab chiqarish bilan shug'ullanadi. Hozirgi vaqtda metallurgiya sanoati yordamida 75 xil metall va ular asosidagi turli qotishmalar ishlab chiqarilayapti.

Metallurgiya metallarni olish usullariga ko'ra: *pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiya* turlariga bo'linadi. Keyingi vaqtda biometallurgiya turi ham rivojlanmoqda. (30-rasm)

*Tarkibida ajratib olinadigan metall saqlagan qazilma boylik — ruda deyiladi.* Rudaning asosiy moddadan tashqari qismi — *bekorchi aralashma* bo'lib, ularga: qum — tuproq, loy, ohaktosh kabilar kiradi.

*Rudanining suyuqlanish temperaturasini kamaytirish uchun qo'shiladigan qo'shimcha — flyus deyiladi.* Flyus bekorchi aralashmalar bilan oson suyuqlanuvchi aralashma — *shlak* hosil qiladi va chiqarib yuboriladi. Agar bekorchi aralashma qum

bo'lsa, flyus — ohaktosh ( $\text{CaCO}_3$ ) bo'ladi va aksincha. Ikkala holda ham shlak  $\text{CaSiO}_3$  holida chiqarib yuboriladi.

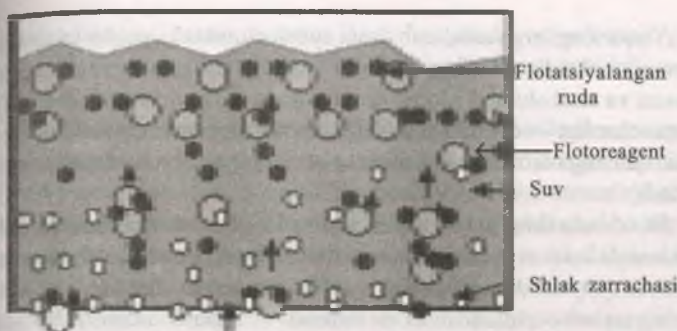
*Agar ruda tarkibida ajratib olinadigan metall miqdori kam bo'lsa, ruda boyitiladi yoki konsentrlanadi. Uning flotatsion, gravitatsion va magnit usullari mavjud.*

*Flotatsion usulda* rudaga sirt aktiv xossaga ega bo'lgan modda — flotareagent qo'shiladi. Bu modda ruda bilan aralashma hosil qilib uning sirtini namlanishdan saqlab, suv va havo oqimi ta'sirida ko'pik hosil qilib, sirtida ruda zarrachalarini suvning sirtiga ko'tarib chiqadi, bekorchi jinslar cho'kadi. Suv sirtidagi boyitilgan ruda ajratib olinadi.

*Flotareagentlar — tarkibida qutbsiz va qutbli atomlar gruppalari saqlagan organik sirt aktiv moddalardir.* Masalan, stearin —  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{—COOH}$  va palmitin —  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  kislotalari. ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{—}$ ,  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{—}$  qutbsiz, —COOH — qutbli gruppalar).

*Gravitatsion usul* — turli o'lchamli ruda zarrachalarining zichligi (og'irligi) har xilligidan foydalanib, suyuqliklar bilan aralashmalari (suspensiyalari)da ruda zarrachalarining turlicha cho'kishiga asoslangan boyitish usulidir. *Magnitli usul* — magnitga tortiluvchi (yoki magnit bilan ta'sirlashmaydigan) zarrachalarga magnit maydoni ta'sir ettirib ajratishga asoslangan usuldir.

Chirchiq shahrida "O'tga chidamli va qiyin eruvchan metallar" korxonasi Mo, W, Co, Ni metallarini olish va ular asosida turli qotishmalar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Olmaliq "Tog'-kon metallurgiya kombinati" turli rangli va noyob metallar (Cu, Zn, Au, Ag) olishga ixtisoslashgan. Navoiy "Tog'-kon metallurgiya kombinati" noyob (Au, Ag) va radioaktiv metallar (uran va uning birikmalari) tutgan rudalarni boyitish, qayta ishlash va tarkibiy qismlarga ajratishga



31-rasm. Metall rudasini flotareagent ta'sirida boyitish.

ixtisoslashtirilgan. Bekobod metallurgiya zavodi, Samarqand Cho'yan zavodida metallar va qotishmalarni qayta ishlash jarayonlari olib boriladi.

#### XXI. 4. Metallar korroziyasi

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** korroziya, kimyoviy, elektrokimyoviy korroziya, korroziyadan himoyalash usullari (legirlash, plakirlash, protektor himoya, katod himoya).

Metallar va ular asosida yasalgan buyumlar, jihozlar ochiq havoda turganda yoki ishlatilganda yemiriladi, ya'ni korroziyalanadi.

**Metallar korroziyasi** — metall va metall qotishmalarining tashqi muhit ta'sirida kimyoviy yoki elektrokimyoviy yemirilish hodisasidir. Har qanday korroziyalanish oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining natijasidir.

Metallarning korroziyalanishiga sababchilar: havodagi nam ( $H_2O$ ), kislorod ( $O_2$ ), agressiv gazlar ( $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $Cl_2$ ) va boshqalar.

Korroziya ikki xil bo'ladi: kimyoviy korroziya va elektrokimyoviy korroziya.

**Kimyoviy korroziya.** Bu korroziyani boshqacha qilib gazlar ta'siridagi korroziya ham deyiladi. Bunday korroziyada metall gazlar ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $Cl_2$ ) bilan ta'sirlashib o'z sirtida oksid yoki boshqa birikmalarni hosil qiladi va yemirila boshlaydi. Ko'pchilik hollarda metall oksidlari hosil bo'lib, ular juda barqaror moddalar bo'lgani uchun metall sirtida yupqa "oksid parda" hosil qiladi va metallni keyingi korroziyalanishdan saqlaydi. Masalan: Al metali sirti  $Al_2O_3$  bilan, Cr-sirti  $Cr_2O_3$  bilan qoplanadi. Ba'zi hollarda bu oksidlar "parda" holida bo'lmaydi. Masalan, temirning sirtida  $FeO$  va  $Fe_3O_4$  — oksidlar hosil bo'lishi mumkin. Lekin bu oksid pardalar bo'laklanib "yirtilib" ketishi tufayli temirning korroziyalanishi davom etaveradi.

Yuqoridagilarga asoslanib shuni aytish mumkinki, gazlar ta'siridagi korroziya oksidlovchining kuchiga, hosil bo'ladigan oksid pardaning xossasi va tuzilishiga, kislorod (yoki boshqa gaz)ning metall qatlamiga singuvchanligi — diffuziyalanishiga, metall atomlarining hosil bo'lgan oksid qatlamga diffuziya-lanishiga va oksidning uchuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Bu o'rinda shuni aytish lozimki, metallar qotishmalari oksid pardalar yordamida korroziyadan kam yemiriladi. Chunki bunda qo'sh oksidlari  $MeO$ ,  $Me_2O$  tarkibli birikmalar hosil bo'lib, bu oksidlar  $Me^{+2}$  va  $Me^{+3}$  larning aralash oksidlaridan iborat birikma — "shpinel" tuzilishli bo'lgani uchun juda barqaror bo'ladi.

Masalan:  $Mg-Al$  qotishmasi  $MgO$ ,  $Al_2O_3$  — tarkibli "shpinel" hosil qilgani uchun bu qotishma korroziyaga juda chidamlidir.

Lekin hamma hollarda ham oksidlarning (yoki boshqa birikmalarning) hosil bo'lishi korroziyani to'xtatmaydi, aksincha uni tezlashtirib, metallning fizik-kimyoviy xossalarini o'zgarishiga olib keladi. Bunday holat yuqori oksidlanish darajasi (+5, +6, +7) namoyon qiluvchi metallarda kuzatiladi.

Masalan:  $W$  — volfram o'tga chidamli, qiyin suyuqlanuvchan metall ( $t^{\circ}_{suyuq} = 3390^{\circ}C$ ). Gazlarda korroziyalanish tufayli kislorodli muhitda  $WO_3$ , xlorli muhitda  $WCl_6$  birikmalarini hosil qiladi. Bu birikmalarning  $t^{\circ}_{suyuq}(WO_3) = 1930^{\circ}C$ ,  $t^{\circ}_{suyuq}(WCl_6) = 347^{\circ}C$  bo'lgani va oson uchuvchan bo'lgani uchun volframning korroziyalanishini tezlashtiradi va "o'tga chidamli"lik xususiyatini kamaytiradi.

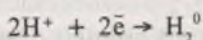
**Elektrokimyoviy korroziya** — turli metallar o'zaro bir-biriga tegib turganda agressiv muhit ta'sirida elektr potentsiallar farqi yuzaga kelishi tufayli sodir bo'ladigan korroziya.

Ko'pchilik hollarda bu korroziyaning asosiy "aybdori" metall sirtini qoplab turgan namlik yoki suv bo'ladi. Chunki  $pH = 7$  da suvning qaytarilish normal elektrod potentsiali  $E^{\circ} = -0,41$  v ga teng, shu sababli suv oksidlanish potentsiali  $-0,41$  v dan kichik bo'lgan barcha metallarni oksidlaydi.

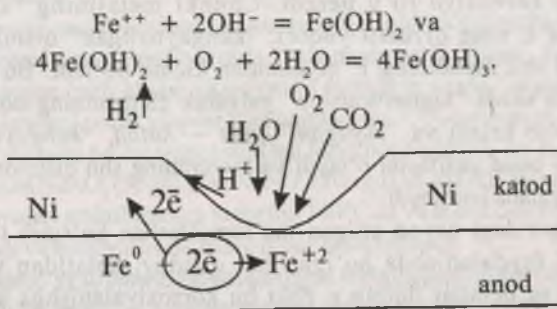
Neytral muhitda ( $pH = 7$ ) suv molekulari ishqoriy, ishqoriy-yer metallarni,  $Al$ ,  $Zn$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Cr$  va  $Tl$  ni korroziyalaydi. Kislotali muhit ( $pH < 7$ ) da suv molekulari  $Co$ ,  $Ni$ ,  $Pb$ ,  $Mo$ ,  $W$  kabi metallarni "yemiradi". Agar suvda kislorod gazi erigan bo'lsa ( $O_2 + H_2O$  o'ta agressiv aralashma), korroziyalanish juda tez va keng miqyosda boradi, chunki bu aralashmaning normal oksidlanish potentsiali  $E^{\circ} = +0,815$  v ga teng.

Nikellangan temir buyum darz ketganda ro'y beradigan korroziyalanish ham elektrokimyoviy korroziya bo'lib, quyidagicha sodir bo'ladi (32-rasm).

Nikellangan temir buyum darz ketganda havodagi nam (suv molekulari), CO<sub>2</sub> va boshqa gazlarning temir sirtiga o'tirishi tufayli temir asta-sekin yemirila boshlaydi. Bu shunday ro'y beradi: metall sirtidagi CO<sub>2</sub> nam bilan ta'sirlashib oz bo'lsada karbonat kislotasini hosil qiladi (H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ⇌ H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Bunda temir va nikel go'yoki biror elektrolit eritmaga tushirilgandek bo'lib, musbat va manfiy zaryadlangan elektrolarlarga aylanadi va ularning standart oksidlanish potentsiallari (E<sup>0</sup><sub>Fe<sup>0</sup>/Fe<sup>+2</sup></sub> = -0,44 va va E<sup>0</sup><sub>Ni<sup>0</sup>/Ni<sup>+2</sup></sub> = -25 v) turli xil bo'lgani uchun *galvanik element* hosil qiladilar. Bunda temirning oksidlanish potentsiali kichik bo'lgani uchun u o'z elektronlarini nikel sirtiga o'tkazadi, o'zi esa Fe<sup>+2</sup> ionlari holida eritmaga o'ta boshlaydi: Fe<sup>0</sup> - 2e<sup>-</sup> → Fe<sup>+2</sup>. Temir — anod, nikel esa katodga aylanadi. Ma'lumki, temir sirtidagi nam va CO<sub>2</sub> kuchsiz kislotasi hosil qilgani uchun oz bo'lsada H<sup>+</sup> — ionlarini hosil qiladi. Bu vodorod ionlari manfiy zaryadli nikel — katodga tortilib, undagi temir atomlari qoldirgan elektronlarni qabul qilib qaytariladi:



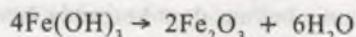
Bu jarayonda ishtirok etayotgan nikel faqat elektronlarni o'tkazuvchilik vazifasini bajaradi, lekin o'zi o'zgarishsiz qoladi. Emirilish natijasida hosil bo'lgan Fe<sup>+2</sup> — ionlari, suvning dissotsilanishidan hosil bo'lgan OH<sup>-</sup> ionlari, suv va havo kislorodi ta'sirida quyidagi moddalarni hosil qiladi:



32-rasm. Ni — qoplami buzilgan temir buyum sirtidagi korroziya.



$\text{Fe}(\text{OH})_3$  havoda parchalanib qizil qo'ng'ir rangli  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ni hosil qiladi:



Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, havoda suv bug'i va agressiv gazlar qanchalik ko'p bo'lsa, korroziyalanish shuncha tez boradi. Bu jarayon temirning hammasi yemirilib bo'lmaguncha davom etaveradi. Bu korroziyada temir anod vazifasini bajargani uchun bunday korroziyalanishni *anod bo'yicha korroziyalanish* deyiladi. Elektrokimyoviy korroziya yuqoridagi holatlardan tashqari yana:

— metall bilan uning biror elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lgan birikmasi (tuzlari) o'zaro "kontakt" da bo'lganda ham shunday korroziya ro'y beradi. Bunda metallning birikmasi katod vazifasini bajarib, uning sirtida oksidlovchi (korroziya-lovchi modda) qaytariladi. Bunday korroziyada katod vazifasini metallning oksidlanish reaksiyasi mahsulotlari (oksid, gidroksidi, tuzi) bajarishi va tezlashtirishi ham mumkin. Metallning himoyalalmagan qismi (sirti) anod vazifasini o'taydi. Bunday korroziya "*pardali*" korroziya deyiladi (V. A. Kistiyakovskiy nazariyasi).

— metall sirtining turli qismlari oksidlovchi (kislorod)ning konsentratsiyasi turlicha bo'lgan elektrolit eritmasi bilan ta'sirlashib turganda ham elektrokimyoviy korroziya ro'y beradi.

— agar metall buyumning turli qismidagi ichki mexanik kuchlanganlik turlicha bo'lsa, aniqrog'i, metallning bir qismi "siqilgan", boshqa qismi "kengaytirilgan" da ham *elektrokimyoviy korroziya* ro'y beradi. Chunki metallning "siqilgan" qismida E ning qiymati yuqori, "kengaytirilgan" qismida E — qiymati shu metallning  $E^0$  qiymatidan kichik bo'ladi. Bu agressiv muhit ta'sirida "konsentratsion" galvanik elementning hosil bo'lishiga olib keladi va "*siqilgan*" qism — katod, "*kengaytirilgan*" qism — anod vazifasini o'taydi va buyumning shu qismidan metall korroziyalana boshlaydi.

Yuqoridagi bayon etilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, doimiy foydalanishda bo'lgan har qanday metall dan yasalgan buyum va detallar doimo u yoki bu korroziyalanishga uchraydi. Korroziya natijasida uskuna, jihozlar, buyum va detallar yemirilib yaroqsiz holgacha kelib qoladi. Xalq xo'jaligi korroziyadan juda katta

zarar ko'radi. Shu sababli kimyo fanining eng asosiy vazifalaridan biri korroziyaga qarshi kurashish muammolarini yechishdan iborat.

### XXI.5. Korroziyadan himoyalash usullari

Korroziyadan himoyalashning bir necha usullari mavjud. Bu usullarni qo'llash himoyaladigan metallning tabiati, ishlatilish maqsadi, o'rni va sharoitiga bog'liq. Shu usullarning ayrimlari bilan tanishib chiqaylik.

*Metallar sirtini legirlash usuli* — himoyaladigan metall sirtiga yuqori vakuum ostida yoki plazmali purkagich yordamida va termoqayta ishlash bilan korroziyaga chidamli metallni qotishmaga aylantirishdir. Umuman, legirlash uchun "passiv" metallar — Cu, Au, Ag yoki korroziyaga chidamli oksid parda hosil qiluvchi metallar Al, Zn, Sn, Cr, Pb, Ni, V ishlatiladi.

*Plakirlash usuli* — bu metall prokatlari olish jarayoni bilan birgalikda ularning sirtida himoyalovchi metall qatlamini hosil qilishdir. Bu usulga binoan po'lat, cho'yan sirti Al, Zn yoki Sn bilan qoplanadi. Bu usulning himoyalovchi metallni himoyalovchi metall suyuqlanmasiga tushirib sirtini qoplash ("okunaniye") turi ham mavjud. Agar bu maqsadga himoyalovchi metall suyuqlanmasi sifatida Zn ishlatilsa — "ruxlash", qalay metali — Sn suyuqlanmasidan foydalanilsa — "qalaylash", Al metali bo'lsa — "allitirlash"; Cr bo'lsa — "xromlash", Si bo'lsa — "silitsirlash" deb aytiladi.

*Oksidlash usuli* — himoyalovchi metall sirtini kimyoviy yoki elektrokimyoviy usul bilan yupqa, lekin juda zich parda bilan qoplash usulidir.

*Kimyoviy usulda* sirti tozalangan metall kuchli oksidlovchi ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ) eritmasiga tushirilib sirtida oksid parda hosil qilinadi. Masalan, *gummirlangan* (sirti kuchli oksidlovchi modda ta'sirida "oksid parda" bilan qoplangan) po'lat idishlar konsentratsiyasi 75% dan yuqori bo'lgan  $H_2SO_4$  eritmasini po'lat sirtiga surkash bilan hosil qilinadi. Ba'zi hollarda po'lat buyum  $NaNO_3$  (50 g/l) yoki  $NaNO_2$  (200 g/l) va NaOH (800 g/l) moddalar eritmalari aralashmasiga tushirilib 140°C da 90 minut davomida ushlab turiladi va himoyalovchi oksid parda hosil qilinadi.

*Elektrokimyoviy usulda* himoyaladigan metall oksidlovchi eritmasiga tushiriladi va metallga tokning musbat qutbi ulanib qo'yiladi. Bunday "oksid parda" langan metallni ba'zan anodlangan metallar deyiladi.

*Fosfatlash* — metallar sirti kimyoviy ta'sirga chidamli va bo'yashga qulay bo'lsin uchun himoyaladigan metallni fosfat kislotaning nordon

tuzlar eritmalari bilan ishlash usulidir. Bu ko'pincha temirdan yasalgan jihoz, buyumlarni himoyalashda qo'llaniladi. Masalan, po'lat sirti  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  yoki  $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  tuzlari eritmasi bilan qayta ishlansa g'ovak, lekin mustahkam parda ( $\text{FePO}_4$ ) bilan qoplanadi. Bunday po'lat sirti turli bo'yoq (kraskalarni) o'ziga juda yaxshi yopishtirib oladi.

Elektrokimyoviy usullar: protektorli himoya va tashqi kuchlanish usuli.

*Protektorli himoya usulida* himoyalalanuvchi metallga uning oksidlanish potentsiali  $E^0$  dan kichik potentsialli metall bo'lakchasi kavsharlab qo'yiladi. Bunda ko'pincha aktiv metallar (magniy, rux)dan foydalaniladi. Oksidlanish potentsiali kichik metall himoyalalanuvchi metallga nisbatan aktivroq bo'lgani sababli tez oksidlanish boshlaydi va hosil bo'lgan yangi (sun'iy) galvanik elementda anod vazifasini bajaradi, natijada asosiy metall korroziyaga uchramaydi. Bunday himoyaga agressiv eritma muhitida ishlaydigan temir buyumlarga magniy, rux, alyuminiy metallari yoki ularning qotishmalari bo'laklarining biriktirib qo'yilishi misol bo'la oladi. Okean, dengiz kemalari shu usulda korroziyadan saqlanadi. Aktivroq metall anod tamom bo'lgach, yangi metal bo'lakchasi biriktiriladi.

*Tashqi kuchlanish usulida* himoyalalanuvchi metallga tashqi elektr manbaidan kuchlanish beriladi, ya'ni himoyalalanuvchi metall elektrning manfiy qutbiga ulanib, "katod" ga aylantiradi. Natijada oksidlovchi moddalar himoyalalanuvchi metall sathida, elektr manbaidan keladigan elektronlar hisobiga qaytariladi va asosiy metall yemirilishdan saqlanadi. Bu usul temir yo'l relslarida ko'p qo'llaniladi.

Yuqoridagilardan tashqari metallarni korroziyadan saqlash uchun ular sirtiga turli xil moylash vositalari, polimer qoplamalar, mum qoplamasi, turli bo'yoqlar surkash usullari ham qo'llaniladi.

*Eritma muhitini o'zgartirish* — elektrolit eritmasiga turli ingibitorlar, ya'ni korroziyani sekinlashtiruvchi moddalar qo'shish bilan metallarni yemirilishdan saqlash. Ingibitorlar turli organik moddalar (spirtlar) va anorganik moddalar (nitritlar, xromatlar, fosfatlar, silikatlar) dir.

## XXI. 6. Lantanoidlar va ularning birikmalari

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** lantanoidlar, aktinoidlar, uran, mishmetall qotishmalar.

Davriy sistemaning III B gruppasiga tartib raqamlari 58 dan 71 gacha bo'lgan metallar kirib, ular lantanoidlar (lantansimon, lantanga o'xshash

metallar) deyiladi. Ular ittriy bilan birgalikda *siyrak metallar* ham deyiladi.

Lantanoidlar elektron tuzilishi bo'yicha boshqa elementlardan tashqaridan hisoblaganda ( $n - 2$ ) elektron qavatidagi 4f-orbitallarini elektronlar bilan to'lib borishi bilan farq qiladilar. Ularning to'lib borayotgan elektron qavatini  $4f^{1-14}5s^25p^65d^16s^2$  holida tasavvur qilish mumkin. Tartib raqami  $Z = 58$  bo'lgan Seriy elementining elektron tuzilishi  $\dots 4f^15s^25p^66s^2$  bo'lsa, eng oxirgi lantanoid  $Z = 71$  Lu — lyutesiyning elektron qobig'i  $\dots 4f^{14}5s^25p^6d^16s^2$  ko'rinishda tugaydi. Shu sababli bu elementlarning xossalari bir-biriga juda o'xshash bo'lib, ular bitta katakchaga joylashtirilgan.

*Tabiatda tarqalishiga ko'ra lantanoidlar ikki gruppachaga bo'linadi.* Birinchisi (seriy gruppachasi)ga — La, Ce, Pr, Pm, Sm va ikkinchisi (ittriy gruppachasi)ga Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu kiradi. Umuman lantanoidlar tabiatda 170 dan ortiq minerallar holida tarqalgan. Ular ichida atom og'irligi katta va tartib raqami toq bo'lganlari kamroq tarqalgan. Ulardan, monatsit (Ce, La, Nd...)PO<sub>4</sub>; (Ce, La...)FCO<sub>3</sub> — bastnezit; Ce<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> — serit, (V, Eu, Gd)PO<sub>4</sub> — ksenotimlar ko'p uchraydi.

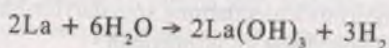
*Bu minerallardan lantanoidlarni ajratib olish ancha murakkab,* chunki bu elementlarning kimyoviy xossalari bir-biriga juda o'xshash, atom radiuslari deyarli bir xil va ularni bir-biridan ajratish usullari unchalik takomillashmagan bo'lib, bo'laklab (differensial) kristallashga asoslangan. Bu usulga binoan lantanoidlar nitrat va sulfat tuzlariga o'tkazilib "mishmetall" — lantanoidlarning seriy va lantan bilan hosil qilgan qotishmasi (40—45% Se, 20—25%, La — 15%, Nd — 10% boshqa lantanoidlar va 5% gacha Fe) holida ajratib olinadi. Hozirgi vaqtda xromatografiya va ekstraksiya usullari bilan 99,7—99,9% gacha tozalikdagi lantanoidlar ajratib olinayapti.

Ajratib olingan birikmalardan La lar: a) floridlaridan magniy va kalsiytermiya usuli; b) LaCl<sub>3</sub> larning suyuqlanmasini elektroliz qilish bilan olinadi. Olingan metallning tozalik darajasini oshirish uchun vakuumli qayta ishlash usulidan foydalaniladi.

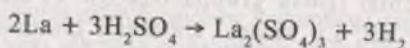
**Fizik xossalari.** Lantanoidlarning barchasi kumushsimon oq-yaltiroq metallar bo'lib, havoda xiralashadi. Seriy gruppachasi metallari plastik va yumshoq bo'lib, tartib raqami ortishi bilan qattiqligi ortib boradi. Ittriy gruppachasi metallari ancha qattiq bo'lib, ulardan ittriy bolg'alanuvchan va juda yuqori elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga

ega metall. Lantanoidlar — paramagnit metallar, lekin Eu, Gd, Er xona temperaturasidan pastda ferromagnitlik xossasini namoyon qilsa, Dy temperaturaga bog'liq holda paramagnit, ferromagnit va antiferromagnit xossalarni namoyon qiladi. Barcha lantanoidlar yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega.

**Kimyoviy xossalari.** Faolligi jihatidan lantanoidlar ishqoriy metallarga yaqin turadi va ularning elektrod potentsiyali  $\text{La}(-2,483 \text{ v})$  —  $\text{Lu}(-2,255 \text{ v})$  qiymatga ega. Suv bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:

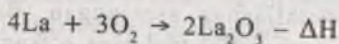


$\text{HF}$  va  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan boshqa barcha suyultirilgan kislotalarda eriydi:



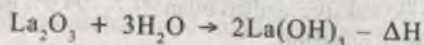
Hosil bo'ladigan tuzlari suvda yaxshi eriydi.  $\text{LaF}_3$  va  $\text{LaPO}_4$  lar suvda erimaydi. Nisbiy elektromanfiyligi 1,2—1,3 qiymatlarni tashkil etadi, barcha metallmaslar bilan reaksiyaga kirishib, qaytaruvchi xossalarini namoyon qiladilar.

Oksidlari —  $\text{La}_2\text{O}_3$  juda barqaror birikmalar bo'lib ( $\Delta H_{\text{h}\cdot\text{b}} = -1661 - -1910 \text{ kJ/mol}$ )  $\text{Al}_2\text{O}_3$  niki bilan tenglashadi. Barcha lantanoidlar juda oson oksidlanadilar:

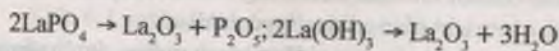


shu sababli ular benzol ostida saqlanadi.

Barcha oksidlari oq rangli moddalar bo'lib, suvda qiyin eriydi. Erish jarayonida katta issiqlik chiqaradi:



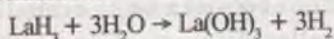
Oksidlarini olish uchun nitratli va fosfatli tuzlari, gidroksidlari termik parchalanadi:



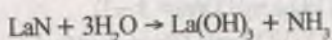
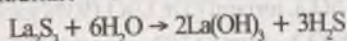
Barcha  $\text{La}(\text{OH})_3$  lar kuchli asoslar bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Gidroksidlarining kuchi lantanoidlarning ion radiusi kamayishi bilan kamayib boradi, shu sababli  $\text{Yb}(\text{OH})_3$  va  $\text{Lu}(\text{OH})_3$  lar amfoter xossa namoyon qiladi.

*Galogenli birikmalari:*  $\text{LaG}_3$  ( $G = \text{F, Cl, Br, J}$ ) ichida fluoridlar erimaydi, boshqalari suvda va spirtlarda yaxshi eriydi.

*Vodorodli birikmalari:*  $\text{LaH}_2$  va  $\text{LaH}_3$  tarkibli ion bog'lanishli moddalar bo'lib, ishqoriy-yer metallarining gidridlari singari suvda oson gidrolizlanadi:



Oltinugurt, fosfor va azot bilan  $\text{LaS}$ ,  $\text{La}_2\text{S}_3$ ,  $\text{La}_3\text{S}_4$ ,  $\text{LaS}_2$  (metallsimon birikmalar),  $\text{LaP}$  va  $\text{LaN}$  tarkibli moddalarni hosil qiladilar. Ularning hammasi o'tga chidamli ( $t_{\text{parh.}}^0 = 2900^\circ\text{C}$ ) moddalar bo'lib suv ta'sirida (nam havoda) vodorod sulfid va ammiak hosil qiladilar:



Uglerod bilan  $\text{LaC}_2$  tarkibli karbidlari mavjud. Ular suv ta'sirida atsetilen hosil qiladilar.

Bulardan tashqari, La larning qator kompleks birikmalari, qo'sh tuzlari,  $\text{La}^{+4}$  va  $\text{La}^{+2}$  larning turli karbonat, perxlorat, aralash oksidlari hamda sulfatlari sintez qilingan.

**Lantanoidlarning ishlatilishi:** Bu metallar po'latga legirlovchi qo'shimchalar sifatida qo'shilganda uning oksidlanish temperaturasini  $1200\text{--}1300^\circ\text{C}$  ga chiqaradi. Magnit va alyuminiyli qotishmalarga itriy qo'shilsa "mustahkamlovchi"lik xossasini namoyon qiladi.

Atom texnikasida, elektronika, elektro- va radiotexnikada neytronlarni ushlab qoluvchi va turli detallar tarkibida qo'llaniladi.

$\text{YbPt}_2$ ,  $\text{YbRu}_2$ ,  $\text{LaRu}_2$  va  $\text{YIr}_2$  tarkibli qotishmalari o'ta yuqori elektr o'tkazgich (sverxprovodnik)lar sifatida ishlatiladi. Lantanoidlar keramika sanoatida,  $\text{CeO}_2$  radioaktiv nur ta'sirida xiralashmaydigan shisha olishda ishlatiladi.

## XXI.7. Aktinoidlar va ularning birikmalari

Aktinoidlar (aktiniyga o'xshash elementlar) VII davrning III B gruppacha f-elementlari bo'lib, ularning soni 14 ta va 90 — 103-elementlarni o'z ichiga oladi. Bu metallarda 5f — orbitallar

elektronlar bilan to'lib borib: Th(...5f<sup>0</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>7s<sup>2</sup>); Ra(...5f<sup>2</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>); U(...5f<sup>3</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>);

Np(...5f<sup>4</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>); Pu(...5f<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>6d<sup>2</sup>7s<sup>2</sup>) va shu taxlit davom etib Z = 103 Lr da (...5f<sup>14</sup>6s<sup>2</sup>6p<sup>6</sup>6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>) bo'ladi. 5f — orbitallar energiyalari bo'yicha 6d — orbitallarga juda yaqin va faqat 5f — orbitallar elektronlar bilan to'lib borgani uchun bu metallar va ularning birikmalari xossalari o'zaro bir xil. *Ularning barchasi radioaktiv metallardir.*

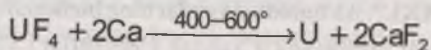
**Tabiatda uchrashi.** Toriy, protaktiniy va uran juda oz miqdorda, neptuniy va plutoniy tabiatda ko'proq tarqalgan. Ko'p tarqalgan minerallari: (Ce, La, Th...) PO<sub>4</sub> (monatsit, 12% gacha ThO<sub>2</sub>), torit ThSO<sub>4</sub> 77% gacha ThO<sub>2</sub>, torianit (Th, U)O<sub>2</sub> (93% gacha ThO<sub>2</sub>), torogummit Th(SiO<sub>4</sub>)<sub>1-x</sub>, uranit UO<sub>2</sub>, nasturin UO<sub>x</sub> (x = 2,0–2,6), kariatit K<sub>2</sub>(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O (n = 1–3), tyuyamunit Ca(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O (n = 4–10), otenit Ca(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O (n = 8–12).

Toriyning yer po'stlog'idagi miqdori 6·10<sup>-50</sup>% uzoq yashovchi izotopi <sup>232</sup>Th(T<sub>1/2</sub> = 1,4·10<sup>10</sup> yil), yana 13 xil (223–235) izotopi mavjud. Protaktiniy (≈ 1·10<sup>-100</sup>%), <sup>231</sup>Pa(T<sub>1/2</sub> = 3,4·10<sup>4</sup> yil).

*Aktinoidlar ichida ko'p o'rganilgani uran bo'lib, uning misolida aktinoidlarning xossalari bilan tanishib chiqamiz.*

**Uran** — <sup>92</sup>U radioaktiv element bo'lib, uning 14 xil izotopi (224–237) mavjud. Uran eng uzoq yashovchi izotopi <sup>238</sup>U (99,274%) boshqa (<sup>235</sup>U, <sup>234</sup>U) izotoplari bilan birga tabiiy uranni tashkil etadi. Shuningdek, 11 xil sun'iy 227–223, 236, 237 izotoplar ham bor. Ulardan <sup>233</sup>U — yadro yoqilg'isi sifatida ahamiyatlidir. Boshqa aktinoidlar sun'iy yo'l bilan olinadi.

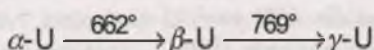
**Olinishi.** Barcha aktinoidlarning tabiatda tarqalish miqdori (0,05–0,05% U) kam bo'lgani uchun ularning rudalari avvalo boyitiladi. Boyitilgan ruda florli birikmalar bilan qayta ishlanib UF<sub>4</sub> ga o'tkaziladi. UF<sub>4</sub> dan kalsiy yoki magniy ta'sirida qaytarish bilan texnik uran olinadi:



texnik uran vakuumda qayta haydash usuli bilan tozalanadi.

Uranni olishdagi asosiy muammo uning izotoplarini ajratishdir, chunki faqat,  $^{235}\text{U}$  — izotopi yadro bo‘linishi reaksiyalariga kirishadi. Buning uchun gazsimon  $\text{UF}_6$  tuzi termodiffuziya usuli bilan g‘ovaksimon tuzilishli filtrlardan o‘tkaziladi. Uranning birikmalari bilan ishlashda uning “kritik massa”siga, ya‘ni yadro bo‘linishi reaksiyasi boshlanadigan eng kam miqdoriga e‘tibor berish kerak. *Shunga ko‘ra, uning ko‘p miqdordagi tuzlari yoki eritmalari bilan ishlash mumkin emas.*

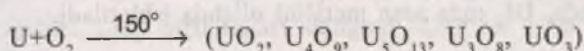
**Fizikaviy xossasi.** Oqish-kulrang po‘lat rangli, og‘ir metall ( $\rho = 19,12 \text{ g/sm}^3$ ),  $1132^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Uch xil polimorf modifikatsiyasi mavjud:



(ortorombik tuzilishi) (tetragonal) (yoqlarida markazlashgan kub)

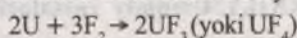
Aktiv metallar ( $E_{\text{U}^{3+/\text{U}^0}}^0 = -1,789 \text{ v}$ ) qatoriga kiradi va ko‘pchilik elementlar bilan birikmalar hosil qiladi.

**Oksidlari.** Kislorod bilan birikib qator oksidlar hosil qiladi:

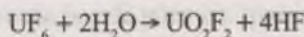


Bularning orasida  $\text{UO}_2$  va  $\text{UO}_3$ .  $\text{UO}_2$  — asosli,  $\text{UO}_3$  — amfoter (kislotali xossasi yuqoriroq) oksid,  $\text{H}_2\text{U}_2\text{O}_7$  va  $\text{H}_2\text{UO}_4$  tarkibli kislotalarni hosil qiladi. Kislotalar bilan  $\text{UO}_3$  ta’sirlashib,  $\text{UO}_2\text{SO}_4$  va  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  uranil tuzlarini hosil qiladi.

**Galogenli birikmalari.** Ftor bilan oddiy sharoitda



ni hosil qiladi. Boshqa galogenlar bilan qizdirilganda birikadi.  $\text{UF}_6$  va  $\text{UCl}_6$  juda aktiv moddalar bo‘lib suv ta’sirida gidrolizlanadi va oksigalogenidlarni hosil qiladi:





$\text{UO}_2^{2+}$  — uranil (II) ioni deyiladi, kationlarga xos xususiyatlar namoyon qiladi.

Uran S, Se, Te lar bilan ta'sirlashib  $\text{US}$ ,  $\text{U}_2\text{S}_3$ ,  $\text{US}_2$ ,  $\text{USe}$ ,  $\text{U}_2\text{Se}_3$ ,  $\text{USE}_2$ ,  $\text{UTe}$ ,  $\text{U}_3$ ,  $\text{UTE}_2$  tarkibli xalkogenidlarni hosil qiladi.

**Uranning tuzlari.** Sariq rangli moddalar bo'lib,  $\text{UO}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$  va  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  suvda yaxshi eriydigan,  $\text{UO}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaUO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$  va  $\text{NH}_4\text{UO}_2\text{PO}_4$  yomon eruvchan moddalardir.

Turli tarkibli  $[\text{UO}_2\text{F}_3]^-$ ,  $[\text{UO}_2\text{F}_5]^{3-}$ ,  $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2-}$ ,  $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ ,  $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_4]^{2-}$  komplekslari mavjud.

**Ishlatilishi.** Uran va uning birikmalarini ishlatilish sohasi yadro energetikasidir.  $^{233}\text{U}$  va  $^{235}\text{U}$  izotoplari "yadro yonilg'isi" va  $^{238}\text{U}$  — izotopi plutoniy  $^{239}\text{Pu}$  — izotopini olish manbaidir.  $^{238}\text{U}$  va  $^{235}\text{U}$  — izotoplari aralashmasini ishlatish iqtisodiy jihatdan qulay bo'lib, bir vaqtda yadro bo'linishi va plutoniy hosil bo'lishi hisobiga ko'p energiya hosil qiladi. Shunday maqsadlarda  $\text{UO}_2$ ,  $\text{U}_3\text{O}_8$ ,  $\text{UN}$  va  $\text{UC}$  ham ishlatiladi.

Ba'zi tuzlari  $\text{UF}_4$  uran olish maqsadida,  $\text{UF}_6$  izotoplarni ajratishda,  $\text{UJ}_4$  toza uran metalini olishda ishlatiladi.

## XXII bob

### I A GRUPPACHA ELEMENTLARI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *ishqoriy metallar — litiy, natriy, kaliy, soda turlari, olinishi.*

#### XXII.1. Umumiy xossalari

I A gruppaga vodorod, litiy, natriy, kaliy, seziiy, fransiy elementlari kiradi. Vodorod metallmas bo'lgani uchun alohida o'rganiladi. Fransiy radioaktiv element bo'lib, uning yarim emirilish davri kichikligi sababli kam o'rganilgan. Shu sababli I A gruppacha elementlari sifatida, asosan ishqoriy metallar bilan tanishamiz.

I A gruppacha elementlari, ularning elektron tuzilishi va ayrim xossalari to'g'risidagi asosiy ma'lumotlar quyidagi jadvalda aks ettirilgan.

*Litiy*, yunoncha "Lithos" — "tosh" degan ma'noni beradi. Devi tomonidan (1818 y.) ajratib olingan. *Natriy* qadimgi yahudiy (bibl.) "neter", lotincha "nitrum", arabcha "suwwad", "sodium" — sirka bilan qo'shilsa qaynab ketuvchi ma'nosini anglatadi. *Kaliy* arabcha "alkali" — ishqor "emiruvchi" ma'nosini anglatadi.

*Rubidiy* lotincha "rubidus" — "qizil" degan ma'noni bildiradi. 1861 yilda, Bunzen, Kirxgof, spektrdagi qizil rang chizig'i bilan aniqladilar, *seziy* lotincha "caesius" — "ko'k" rang ma'nosini bildiradi. (1860 y.), *fransiy* lotincha "francia" — Fransiya (1939 y. Pery ajratib olib, Fransiya sharafiga atagan).

*Bu gramma metallarining oksidlari (o'zlari ham) suvda yaxshi erib, o'yuvchi moddalar — ishqorlarni hosil qilgani uchun ishqoriy metallar deyiladi.* Bu metallarning barchasi s-elementlar oilasiga kiradi. Ularning ichida eng kuchlisi fransiy bo'lib, undan keyin seziy turadi. Litiiy birikmalari alangani "qizg'ish", Na "sariq", K "och lola", Rb "qizil" va Cs "ko'k" rangga bo'yaydi.

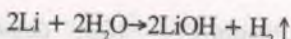
## XXII.2. Litiiy (Li)

Litiiy aktiv metall bo'lgani uchun tabiatda faqat birikmalar: alyumosilikatli mineral —  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  (spodumen), fosfatli mineral —  $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$  (amblikonit) holda uchraydi.

**Olinishi.** Litiiy asosan  $\text{LiCl}$  —  $\text{KCl}$  evtetik aralashmasini elektroliz qilish bilan olinadi:  $2\text{LiCl} \rightarrow 2\text{Li} + \text{Cl}_2$ .

**Fizikaviy xossasi.** Oq yaltiroq, yumshoq, eng yengil metall

**Kimyoviy xossasi.** Litiiy kimyoviy jihatdan ancha faol metall. Xona temperaturasida havodagi azot va kislorod bilan ta'sirlashadi va reaksiya mahsuloti sifatida kulrang  $\text{Li}_2\text{O}$  va oq rangli  $\text{Li}_3\text{N}$  hosil bo'ladi. Havoda  $200^\circ\text{C}$  dan yuqorida,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  va  $\text{I}_2$  atmosferasida oddiy bosimda kuchli alanga hosil qilib yonadi va  $\text{LiCl}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiI}$  larni hosil qiladi. Suv bilan Li metali reaksiyaga kirishadi:

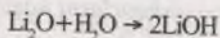


Aktivlik qatorida litiyning birinchi bo'lishiga sabab, uning atom radiusi kichik bo'lgani uchun ionlanish potentsiali 5,39 Ev ni tashkil etadi va boshqa ishqoriy metallarga nisbatan qiyin ionlanadi. Suvli eritmada hosil bo'lgan  $\text{Li}^+$  ioni suv molekulasini bilan katta gidratlanish energiyasi chiqarib, ionlanishida sarf qilingan energiyani qoplaydi va  $\text{Li}(k) \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

muvozanatni boshqa ishqoriy metallarga nisbatan ko'proq o'ngga suradi.

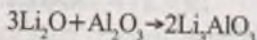
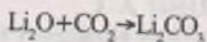
*Birikmalari va ularning xossalari.* Litiyning ko'pchilik birikmalari oq rangli bo'lib, ulardan  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  va  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  suvda oz eriydi. Litiy peroksidlar hosil qilishga kam moyil element. Lekin  $\text{Li}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{S}_2$  va  $\text{Li}_2\text{C}_2$  (perkarbid) lar mavjud.

**Litiy oksidi** —  $\text{Li}_2\text{O}$  oq rangli gigroskopik, suvda yaxshi eriydigan modda. Havodan namni tortib oladi:

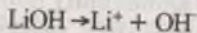


Ishqoriy metallar ichida faqat Li kislorod bilan to'g'ridan-to'g'ri oksid hosil qiladi. Qolgan ishqoriy metallar esa avval peroksid hosil qilib, keyin oksidga aylanadi.

Shuningdek,  $\text{Li}_2\text{O}$  kislotalar, kislotali oksidlar va amfoter oksid va gidroksidlar bilan oson ta'sirlashadi va tegishli tuzlarni hosil qiladi:

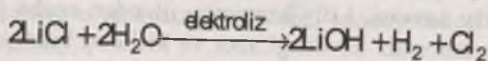


**Litiy gidroksidi** —  $\text{LiOH}$ . Oq kristall, juda kuchli gigroskopik modda, suvda yaxshi eriydi va litiy ishqori (o'yuvchi litiy) ni hosil qiladi:

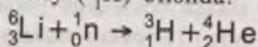


Lekin bu gidroksid o'z kuchi jihatidan shu gruppadagi boshqa elementlar gidroksidlariga nisbatan kuchsizroqdir.

Litiy gidroksidi  $\text{LiCl}$  eritmasini elektroliz qilish bilan olinadi:



**Litiy va uning birikmalarini ishlatilishi.** Litiy metali, asosan, atom energetikasida tritiy ( $^3_1\text{H}$ ) olishda:



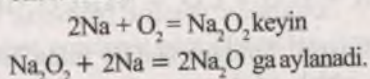
va atom reaktorlarida issiqlik tashuvchi sifatida ishlatiladi.

### XXII.3. Natriy va kaliy

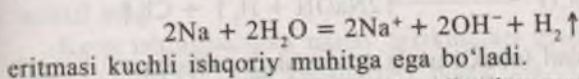
**Natriy — Na.** Bu element tabiatda keng tarqalgan elementlar (yer po'stlog'ida 2,0%) qatoriga kirib, uning quyoshda va yulduzlararo fazoda ham mavjudligi aniqlangan.

Tabiatda faqat birikmalar: NaCl (tosh tuzi, galit),  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (mirabilit yoki Glauber tuzi),  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (kriolit),  $\text{NaNO}_3$  (natriyli selitra),  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (bura), turli alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Shu bilan birga gidrosfera (suv)da ham Na yaxshi eruvchan tuzlar holida tarqalgan bo'lib, uning suv havzalaridagi umumiy miqdori  $1,5 \cdot 10^{16}$  t ni tashkil etadi. Eng ahamiyatlisi shundaki, natriy tirik organizmlarda asosiy elementlar sifatida  $\text{Na}^+$  ioni holida mavjud bo'ladi, uni asosan NaCl holida iste'mol qilinadi. Inson qonida  $\text{Na}^+$  ioni 0,32%, suyaklarda 0,6% va hujayra to'qimalarida 0,67—1,5% ni tashkil etadi. Natriy ioni fiziologik jihatdan o'ta ahamiyatli metallar ionlari qatoriga kiradi.

Oddiy modda holida Na oqish-kumushsimon, yaltiroq metall. Juda aktiv, havoda (odatda kerosin ostida, shisha idishlarda saqlanadi) oson oksidlanib:

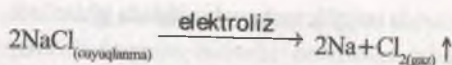


$\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , S,  $\text{H}_2$  bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, tegishli binar birikmalar (ikki elementdan iborat) NaH, NaCl, NaBr, NaI,  $\text{Na}_2\text{S}$  larni hosil qiladi. Na metali suv bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Natriy Hg, Sn va boshqa metallar bilan intermetall birikmalarini hosil qiladi. Ular ichida tarkibi 24% Na va 76% K dan iborat evtektik qotishmasi odatdagi temperaturada suyuq ( $t_{\text{krn}}^{\circ} = 12,6^{\circ}\text{C}$ ) holda bo'ladi.

**Olinishi.** Bu metall, asosan NaCl ning suyuqlanmasini elektroliz qilish bilan olinadi. NaCl ning suyuqlanish temperaturasi  $801^{\circ}\text{C}$  bo'lgani uchun energiya sarfini kamaytirish maqsadida unga  $\text{CaCl}_2$ , NaF yoki KCl kristallari qo'shibil  $t_{\text{cuyuq}}^{\circ} = 580^{\circ}\text{C}$  gacha pasaytiriladi:

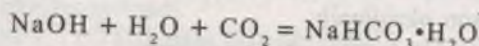


Metall holdagi natriy ko'pchilik sintezlarda qaytaruvchi, katalizator sifatida va yadro energetik qurilmalarida issiqlik tashuvchi vosita sifatida ishlatiladi.

**Birikmalari.** Natriy oksidlanish darajasi +1 bo'lgan birikmalarni hosil qiladi. Birikmalarda ionli bog'lanish hosil qilib, moddalar kristall tuzilishli bo'ladi. Bu birikmalar turli qutbli erituvchilar, ayniqsa, suvda yaxshi eriydi va ionlarga dissotsilanib kuchli elektrolit eritmalarni hosil qiladi. Bunday

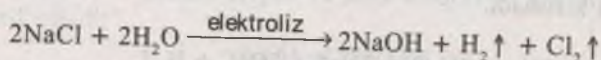
birikmalar jumlasiga galogenidlar: NaF, NaCl, NaBr, NaI; sulfidi Na<sub>2</sub>S, disulfid Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, sulfatlari Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O, karbonatlari Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O (kristallik soda), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> soda yoki kalsinatsiyalangan soda, nitratlari NaNO<sub>3</sub>, nitriti NaNO<sub>2</sub>, kaustik soda yoki natriy gidroksidi — NaOH kiradi.

**Natriy gidroksid.** NaOH oq kristall modda, o'ta gigroskopik bo'lib, havoda ochiq qoldirilsa, nafaqat H<sub>2</sub>O molekulalarini, ular bilan birgalikda CO<sub>2</sub> gazini yutib oladi va NaHCO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O ni hosil qiladi:



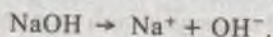
Shu sababli kristall holdagi NaOH bilan ishlaganda juda tez vaqt oralig'ida ishlab, idish qopqog'i yaxshi berkitib qo'yilishi, namuna hech qachon ochiq havoda qoldirilmasligi kerak.

NaOH sanoatda NaCl ning konsentrlangan eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olinadi



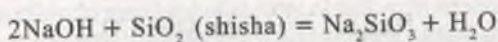
Kimyoviy usul (ohakli usul) da quyidagi reaksiya:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$   
yordamida olinadi. Shu sababli bu usulda olingan NaOH *kaustik (o'yuvchi) soda* deyiladi. NaOH ning suvli eritmasi kuchli elektrolit bo'lib, *o'yuvchi natriy* deb aytiladi:



Chunki bu eritmadagi OH<sup>-</sup> ionlari juda agressiv bo'lgani uchun kuchli emiruvchi (o'yuvchi) xossasiga ega.

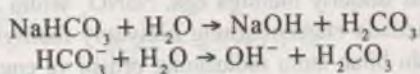
*NaOH va uning ancha yuqori konsentratsiyadagi eritmalari shisha idishlarda saqlanmaydi. Sababi bu idishlarda quyidagi:*



reaksiya borib, shisha yemiriladi, tarkibi va konsentratsiyasi buziladi. Agar NaOH eritmasi shisha idishda uzoqroq vaqt saqlansa, eritma ichida oq rangli loyqa hosil bo'ladi va bu eritmani ishlatib bo'lmaydi. Shu sababli NaOH ning quruq holdagi faqat "kapron" yoki "polietilen" idishlarda saqlanadi.

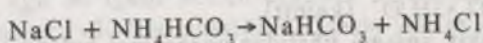
NaOH sanoatda sovun, bo'yoqlar, sellyuloza ishlab chiqarishda, matolarni ohorlashda keng qo'llaniladi.

Eng ahamiyatli birikmalardan biri  $\text{NaHCO}_3$  — ichimlik sodasidir. Bu modda sovuq suvda kamroq, issiq suvda yaxshi eruvchan oq kristall modda bo'lib, gidrolizlanish reaksiyasi quyidagicha:



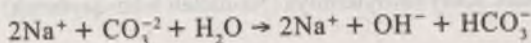
Eritma ishqoriy muhitga ( $\text{pH} > 7$ ) ega bo'ladi. Shu tufayli bu modda non mahsulotlari ishlab chiqarishda, dori ("jig'ildon qaynashi"ni yo'qotishda) sifatida ishlatiladi.

Ichimlik sodasi ammoniy xloridli usulda sintez qilinadi (Solve usuli.)

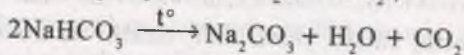
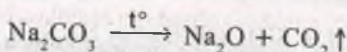
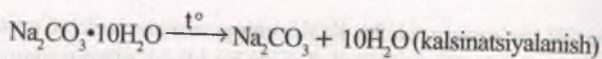


Reaksiyada hosil bo'ladigan  $\text{NaHCO}_3$  ning sovuq suvda kam eruvchanligi sababli muvozanat o'ngga siljiydi va u usulning asosini tashkil etadi.

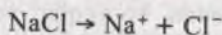
Keng ishlatiladigan natriy birikmalari qatoriga kristallik ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) coda, kalsinatsiyalangan ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) soda kiradi. Bu moddalar yog'larni tozalashda, moddalar tarkibidagi suvni yo'qotishda to'qimachilik, sovun va shisha sanoatida ishlatiladi.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  suvda yaxshi eriydi, eritmasi kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Chunki quyidagi tenglama bo'yicha gidrolizlanadi:



$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  lar termik ta'sir natijasida o'zgaradi:



Osh tuzi — NaCl. Oq, kubsimon kristall modda. Suvda yaxshi eriydi, lekin uning eruvchanligi temperaturaga deyarli bog'liq bo'lmaydi. Suvli eritmada ko'p ionlanadi va kuchli elektrolitdir:



Osh tuzi oziq-ovqat sanoatida, asosiy xom ashyo sifatida NaOH, Na, H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> olishda keng qo'llaniladi.

**Natriy nitrat** — NaNO<sub>3</sub> va **natriy nitrit** NaNO<sub>2</sub> oq kristall moddalar bo'lib, suvda yaxshi eriydi. NaNO<sub>3</sub> eritmasi neytral, NaNO<sub>2</sub> eritmasi ishqoriy muhitga ega. NaNO<sub>3</sub> selitra (o'g'it) sifatida,

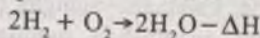
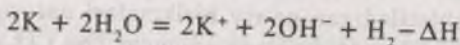
Bu gruppachada elementlarning kimyoviy faolligi ularning tartib raqamlari ortishi bilan atom radiusining ortishi va eng tashqi elektron (ns<sup>1</sup>) ning ionlanish energiyasi kamayib borishi bilan izohlanadi.

Bu metallar ichida birikmalari eng ko'p ishlatiladigani kaliydir.

**Kaliy (K, Z=19)** oq kumushsimon metall, yumshoq, pi-chiq bilan kesiladi.

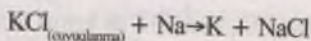
Tabiatda quyidagi birikmalar holida tarqalgan KCl (silvin), NaCl·KCl (silvinit), KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (karnallit); KCl·MgSO<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O (kainit).

**Kimyoviy xossasi** jihatidan ancha faol bo'lgani uchun barcha metallmaslar bilan oson ta'sirlashadi. Suv bilan ta'sirlashganda katta issiqlik energiyasi ajraladi. Shu tufayli ajralib chiquvchi vodorod gazi suvi ustidagi havo ishtirokida yonadi:



Kaliy metali (rubidiy va sezii ham) qizdirilganda, ular elektronini oson yo'qotish xususiyatidan foydalanib fotoelementlar tayyorlashda ishlatiladi.

**Olinishi.** Kaliy natriytermiya (Na-metali bilan qaytarish) usuli bilan olinadi:



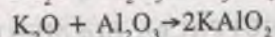
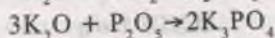
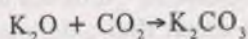
**Asosiy birikmalari**  $K_2O$ ,  $KOH$ , galogenidlari:  $KF$ ,  $KCl$ ,  $KBr$ ,  $KI$ ;  $K_2CO_3$  (potash),  $K_2SO_4$ ,  $KNO_3$  (kaliyli selitra).

$KNO_3$  portlovchi moddalar olishda va oksidlovchi sifatida ishlatiladi,  $KNO_2$  esa qaytaruvchi xossaga ega modda holida ishlatiladi.

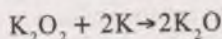
$CO_3^{2-}$  ioniga xos analitik reagent sifatida ham keng qollaniladi.

Kaliy gruppachasi ( $K$ ,  $Rb$ ,  $Cs$ ) elementlari juda faol ishqoriy metallardir.

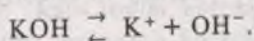
**Kaliy oksidi** —  $K_2O$ , oq modda suvda yaxshi eriydi, gigroskopik, kuchli asosli oksid. Ko'pchilik kislota va amfoter oksidlar bilan ta'sirlashadi, tegishli tuzlarni hosil qiladi:



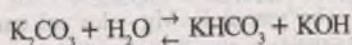
**Olinishi.** Kaliy peroksidi ( $K_2O_2$ ) ni kaliy metalli bilan qaytarib olinadi:



**Kaliy gidroksidi** —  $KOH$ , oq, gigroskopik modda, suvda yaxshi eriydi. Eritmasi o'yuvchi kaliy (kaliy ishqori) deyiladi, kuchli elektrolit:



**Kaliy karbonat** —  $K_2CO_3$  (potash) o'ziga suvni yutish xossasiga ega bo'lgani uchun organik sintezda, yog'-moy sanoatida shisha olishda ishlatiladi. Suvda yaxshi eriydi, gidrolizlanib ishqoriy muhit hosil qiladi.



Kaliy ion —  $K^+$  ko'pchilik o'simliklar, dukkakli ekinlar uchun zarur mikroelementdir. Shu bilan birga,  $K^+$  — inson organizmi uchun ham zarur element (asab reseptorlari) sifatida biologik muhim iondir.



## Savollar

1. Ishqoriy metallar qatoriga qanday elementlar kiradi?
2. Ishqoriy metallarni qanday olish mumkin?
3. Ishqoriy metallar havoda qanday o'zgarishlarga uchraydi?
4. Ishqoriy metallarning suvda erishini izohlang.
5. Soda va uning turlari va ularning farqlarini izohlang.
6. Kalsinatsiyalangan soda deganda nimani tushunasiz?
7. Ichimlik sodasining oziq-ovqat sanoatida ishlatilishi uning qanday xossasiga asoslangan?

## XXIII bob

### II A GRUPPACHA ELEMENTLARI

**Asosiy tushunchalar:** *ishqoriy-yer metallari, magniy, kalsiy, bariy, so'ndirilmagan ohak, so'ndirilgan ohak, ohaktosh, magneziya, dolomit, gips, alebastr.*

#### XXIII.1. Umumiy xossalari

Bu gruppachaga Be — berilliy va ishqoriy-yer metallari — Mg, Ca, Ba, Sr, Ra kiradi.

Berilliy, "berill" minerali (izumrud gruppaga kiruvchi) nomidan olingan (1798 yilda Vyoler va Byussilar olishgan). Magniy: yunoncha "magnezi", joyning nomini bildiradi. Kalsiy, lotincha "calcis" — "ohak" ma'nosini anglatadi. Stronsiy — "Strontion" Shotlandiyadagi joyning nomini bildiradi. Bariy, yunoncha "baros" — og'irlik ma'nosini anglatadi.

**Alangani** Be — bo'yamaydi, Mg — ko'zni qamashtiradigan oq rangga, Ca — qizil g'isht rangiga, Sr — malina rangiga, Ba — yashil-olma rangiga bo'yaydi.

II A gruppacha elementlari tashqi elektron qavatlarida ( $ns^2$ ) 2 ta elektroni bo'lgani uchun faqat +2 oksidlanish darajasi namoyon qilib, aksariyat hollarda koordinatsion soni 4 va 6 bo'lgan birikmalarni hosil qiladilar. Bu bilan ular ishqoriy metallardan farqlanadi, buning sababi ularning zaryadi, atom (ion) radiusi va III davrdan boshlab tashqaridan oldingi qavatda d — elektron (bo'sh) orbitallarning mavjudligi bilan izohlanadi. Bu elementlar ichida berilliy amfoter xossaga ega bo'lgani uchun ishqoriy-yer metallari qatoriga kiritilmaydi. Uning ko'pchilik

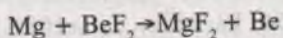
xossalari III gruppada elementi Al — alyuminiyning o'xshab ketadi. Chunki ular o'rtasida "diagonal o'xshashlik" mavjud. Shu sababli, Be alohida o'rganiladi.

### XXIII.2. Berilliy va uning birikmalari

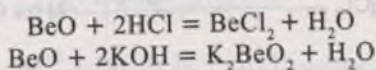
Kulrang metall, yuqori temperaturada suyuqlanadi. Geksagonal kristall panjara hosil qiladi. Odatdagi sharoitda sirtida BeO — oksid parda hosil bo'lganligi uchun kimyoviy jihatdan ancha passiv element.

*Tabiatda turli minerallar:*  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$  (berill),  $\text{Be}_2\text{SiO}_4$  (fenakit), berill mineralining turli rangli ko'rinishlari "zumrad", "akvamarin" kabi qimmatbaho toshlar holida uchraydi.

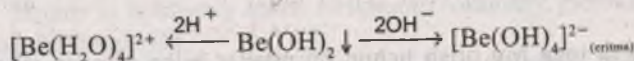
**Olinishi.**  $\text{BeCl}_2$  tuzining suyuqlanmasini elektroliz qilish yoki magniytermiya usuli bilan olinadi.



Berilliyning barcha birikmalari polimer kristallardan iborat. Kristallarda uning koordinatsion soni 4 ga teng. Amfoter xossasiga ega bo'lgani uchun kislotali eritmalarda  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  ionlari, ishqoriy muhitda  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$  kabi ionlar holida bo'ladi. Birikmalari qatoriga BeO,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ , galogenli birikmalari, sulfatlari kiradi. BeO — oq kristall modda. Juda yuqori suyuqlanish temperaturasiga ( $2530^\circ\text{C}$ ) ega, shu sababli maxsus tigel va keramika olishda ishlatiladi. Amfoter xossaga ega:

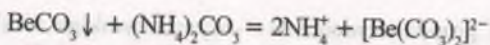


$\text{Be}(\text{OH})_2$  — suvda erimaydigan polimer modda. Amfoter gidroksid bo'lgani uchun kislotali va ishqoriy muhitda quyidagi ko'rinishlarda bo'ladi:



Ko'rinib turibdiki, eritma muhitini (pH) o'zgartirib berilliyning turli birikmalarini ajratib olish mumkin.

Berilliy birikmalaridan  $\text{BeCO}_3$  va  $\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2$  suvda erimaydi. Ammo  $\text{BeCO}_3$  ishqoriy metallar va  $\text{NH}_4^+$  ning karbonat tuzlarida eriydi:



Be tuzlari zaharli moddalardir. Berilliy qotishmalar olishda legirolovchi vosita, atom reaktorlarida neytronlarni sekinlash-tiruvchi moddalar qatorida ishlatiladi.

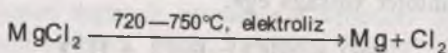
### XXIII.3. Magniy va kalsiy

Bu elementlarning atomlarida (bo'sh) d — elektron orbitallarning mavjudligi ularning berilliydan farqli xossalari namoyon qilishlariga sabab bo'ladi. Ularning hosil qilgan birikmalarida (Ca)Mg — E (E—O, H, S, galogenlar) bog'i ion tabiatga ega.

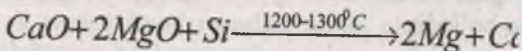
**Tabiatda tarqalishi.** Magniy va kalsiy tabiatda keng tarqalgan (1,4 % va 1,5 %) bo'lib quyidagi izotoplari:  $^{24}\text{Mg}$ (78,6%);  $^{25}\text{Mg}$ (10,11%);  $^{26}\text{Mg}$ (11,29%);  $^{40}\text{Ca}$ (96,97%) mavjud. Bu metallar, asosan silikat, fosfat, karbonat va sulfatli minerallar holdida:  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (olivin),  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  (dolomit),  $\text{MgCO}_3$  (magnezit),  $\text{CaSO}_4$  (angidrit),  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (gips),  $\text{CaF}_2$  (flyuorit),  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F, Cl, OH})$  (apatit) va boshqalar ko'rinishida tarqalgan.

Shu bilan birga gidrosfera (suvda — dengizda)  $\text{Mg}$ (0,38%),  $\text{Ca}$ (0,5% gacha) va tirik organizmlarda, suyakda va o'simlik bargida ( $\text{Mg}$ ) mavjuddir.

**Olinishi.** Magniy asosan  $\text{MgCl}_2$  ni elektroliz qilish bilan olinadi

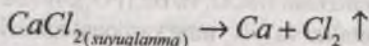


Shuningdek, kremniytermiya va ugletermiya usullari bilan ham olinadi:



O'ta toza  $\text{Mg}$  olish uchun bu usullar bilan olingan magniy sublimatsiyalanadi va 99,999% tozalikdagi metall olinadi.

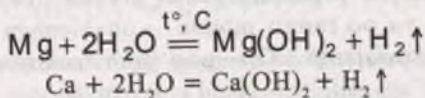
Kalsiy  $\text{CaCl}_2$  ning suyuqlanmasini elektroliz qilish bilan olinadi:



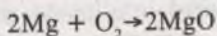
Kalsiy magniyga nisbatan ancha faol bo'lgani uchun kerosin ostida, magniy esa oddiy sharoitda shisha idishlarda saqlanadi.

**Xossalari.** Mg va Ca — oq-kulrang, oson suyuqlanadigan yumshoq, engil metallardir.

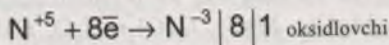
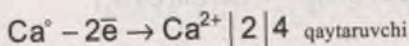
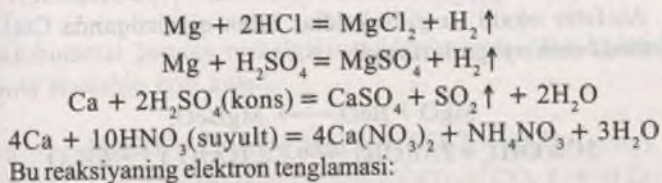
Bu metallar kimyoviy jihatdan juda faol bo'lib, suvda magniy qizdirilganda, kalsiy esa shiddatli (yaxshi) eriydi:



Mg ravshan alanga berib yonadi va oq rangli MgO ni hosil qiladi:



Kislotalar bilan bu metallarning ta'siri juda oson va tez boradi. Reaksiyalarda bu metallarning tuzlari va  $\text{H}_2$ , angidridlar, nitrat kislotasi ta'sirida  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  va  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil bo'ladi:

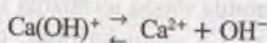
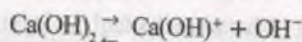


Bu reaksiyadan ko'rinib turibdiki, Mg va Ca kuchli qaytaruvchilardir. Shu sababli ular metallarning faollik qatorida vodoroddan ancha chapda joylashgan. Bu metallar ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi.

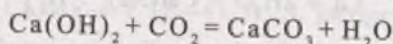
*Magniy va kalsiyning asosiy birikmalari:* oksidlari, gidroksidlari, turli tarkibli tuzlaridir.

Oksidlari MgO — kuydirilgan magneziya, CaO — kuydirilgan ohak yoki so'ndirilmagan ohak. Oq rangli moddalar, suvda to'liq erimaydi, suvli eritmaları ishqoriy muhitga ega.

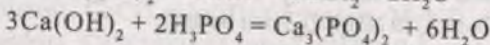
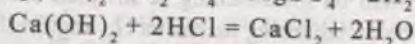
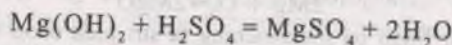
*Gidroksidlari*  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  va  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Magniy gidroksidi suvda kam eriydi va kuchsiz asos xossasini namoyon etadi.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  suvda eriganda juda katta issiqlik ajraladi va oq rangli kuchli ishqoriy muhitga ega eritma hosil qiladi:



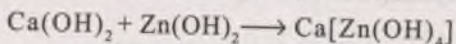
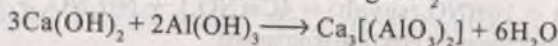
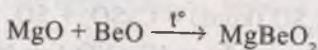
*Ca(OH)<sub>2</sub> so'ndirilgan ohak deyiladi. Ca(OH)<sub>2</sub> va Mg(OH)<sub>2</sub> gidroksidlarga xos bo'lgan barcha xususiyatlarga ega. Ca(OH)<sub>2</sub> dan ohak sifatida foydalanilganda kislotali oksid CO<sub>2</sub> bilan ta'sirlashadi va oq rangli modda — ohaktoshga aylanadi. Bu reaksiyadan foydalanib CO<sub>2</sub>—gazi (sifat reaksiyasi) aniqlanadi.*



Kislotalar bilan neytrallanish reaksiyalariga kirishadi:

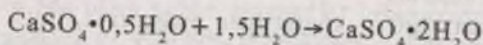


Amfoter oksid va gidroksidlar bilan qizdirilganda Ca(OH)<sub>2</sub> eritmada reaksiyaga kirishadi:



*Tuzlari.* Mg va Ca ning eng ko'p ishlatiladigan va o'rganiladigan tuzlari: MgCl<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>•6H<sub>2</sub>O, CaF<sub>2</sub>, CaBr<sub>2</sub>, CaI<sub>2</sub> ichida fluoridlari kam eriydi, xloridlari suvda yaxshi eriydi; suyuqlanma va eritmaları kuchli elektrolitlardir.

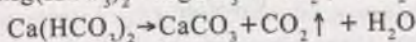
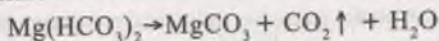
MgSO<sub>4</sub>•6H<sub>2</sub>O va CaSO<sub>4</sub>•0,5H<sub>2</sub>O dan magniy sulfat suvda yaxshi eriydi, kalsiy tuzlari suvda kam eriydi. Alebastr suv bilan yaxshi aralashib tezda qotadi:



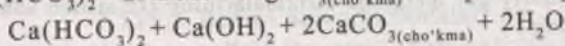
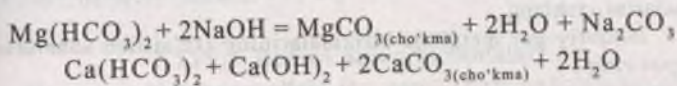
*gipsga aylanadi. Shu sababli u qurilish materiali sifatida va "bog'lovchi" moddalar qatorida ishlatiladi.*

*Gidrokarbonatlari* —  $Mg(HCO_3)_2$ ,  $Ca(HCO_3)_2$  va *karbonatlari* —  $MgCO_3$ ,  $CaCO_3$  o'zaro tarkib jihatdan yaqin bo'lsalar-da, ularning xossalari, aniqrog'i eruvchanliklari keskin farq qiladi.

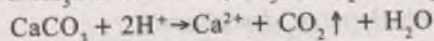
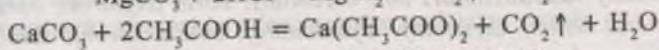
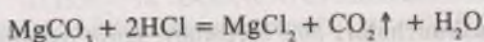
*Gidrokarbonatlari suvda yaxshi eriydi va suvning vaqtinchalik qattiqligini tashkil etuvchi asosiy tuzlardir.* Qizdirilganda oson parchalanadilar:



Bu reaksiyalar suvning qaynash temperaturaci ( $100^\circ C$ ) da ro'y beradi va suv qaynaganda uning qattiqligi ma'lum miqdorda kamayadi. Gidrokarbonatlar nordon tuzlar bo'lgani uchun ular ishqorlar bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishib, o'rta tuzlarni hosil qiladilar. Suvning qattiqligini ishqorli va ohakli usulda yumshatish shunga asoslangan:



Karbonatlar bunday reaksiyalarga kirishmaydi. Ular kislotalar bilan ta'sirlashib erib ketadi:



Bu metallarning (ayniqsa, Ca) karbonat tuzlari suvda kam eruvchanligidan foydalanib, eritmalardagi  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ionlari va  $CO_3^{2-}$  ionlariga xos sifat reaksiyalarni olib borish mumkin.

Sifat analizida II gramma kationlari:  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  ni aniqlash  $CO_3^{2-}$  ionlarining ta'siriga asoslangan. Ana shunday kam eruvchi tuzlar qatoriga  $PO_4^{3-}$  ionlari bilan hosil qilgan  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $Mg_3(PO_4)_2$  va pirofosfat ionlari ( $P_2O_7^{4-}$ ) bilan hosil qilgan  $Mg_2P_2O_7$  tuzlari ham kiradi.

**Ishlatilishi.** Ca va Mg — birikmalari turli maqsadlarda qurilish materiallari,  $CaCO_3$  marmar tosh, bo'r,  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  dolomit silikat sanoatida shisha, sement va chinni ishlab chiqarishda asosiy xomashyo tarkibiga kiradi.  $Mg^{2+}$  — ionlari o'simliklar bargidagi xlorofill zarrachalarini hosil qiladi.  $Ca^{2+}$  odam va hayvon suyaklari hamda tishlarining asosini tashkil etuvchi iondir.  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

ning 10% li eritmasi "issiq ukol" sifatida  $MgSO_4$  magniy sulfat tibbiyotda qo'llaniladi.

$Ca^{2+}$  — ionining glyukonkislotali tuzi — "kalsiy glyukonat" ham tibbiyotda dori sifatida ishlatiladi.  $Ca^{2+}$  — tuzlari "qonni quyultirish (koagulyant) xossasiga ega bo'lgani uchun, qon ketishini to'xtatuvchi vosita sifatida qo'llaniladi.

### Savollar

1. Ishqoriy-yer metallarining xossalari gruppada qanday o'zgaradi va uning sababini izohlang.
2. Mg va Ca elementlarining tabiiy keng tarqalgan birikmalari va ularning xossalarini izohlang.
3. Kalsiy va magniyning eruvchan tuzlari xossalarini izohlang.  $Ca^{2+}$  ionining erimaydigan tuzlari va ulardan qanday maqsadlarda foydalanilishni izohlang.
4. So'ndirilmagan va so'ndirilgan ohak, ularning olinishi va xossalarini izohlang.
5. Ishqoriy-yer metallari birikmalarining ishlatilish sohalarini tushuntiring.

## XXIV bob

### III A GRUPPACHA ELEMENTLARI

**Asosiy tushunchalar:** bor, alyuminiy, borat anhidridi, boratlar, borat kislota, alyuminiy, alyuminatlar, boksit, korund, kriolit, glinozem, alyuminotermya, dyuralyumin.

#### XXIV.1. Umumiy xossalari

Uchinchi gruppacha asosiy gruppachasi elementlari ham p-elementlar oilasiga mansubdir. Ularga bor, alyuminiy, galliy, indiy va talliy kiradi.

Bor gruppachasi elementlaridan bor metallmas xossalarini namoyon qiladi. Bu gruppachaning qolgan elementlari metallardir. Bu esa ularning atom radiuslarini ortishiga va tashqi elektronining yadrodan "ekran"lanishiga bog'liq. Bor gruppachasi elementlari birikmalarida +3 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Faqat talliy +3 va +1 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Buning sababi elementlarning atom radiuslari B — Al — — In — Tl qatorida ortib borishidir (Ga dan tashqari).

Atom radiusi ortgan sari s — elektron orbitallari bilan p — elektron orbitallari orasida energiya farqi orta boradi. Shuning uchun talliyning  $6p^1$  — elektroni birinchi valent elektronga aylanib ( $Tl^{+1}$ ), keyin  $6s^2$  — elektronlari kimyoviy bog'lanishda ishtirok etishi tufayli  $Tl^{+3}$  holatga o'tadi.

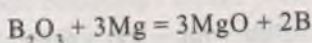
Bu gruppacha elementlarining tartib raqami B ( $Z=5$ ) dan Tl ( $Z=81$ ) gacha ortib borishi bilan ularning oksid va gidroksidlarining asosli xossalari kuchayib, kislotalik xossalari kuchsizlanib boradi. Masalan: bor oksidi kislotali xossa namoyon qiladi, alyuminiy oksidi amfoter, qolgan oksidlar ( $Ga_2O_3$ ,  $In_2O_3$ ,  $Tl_2O_3$ ) asosli xossa namoyon qiladi.  $H_3BO_3$  — kislota,  $Al(OH)_3$  — amfoter gidroksid. Bu qatordagi gidroksidlar kislotalarda eriydi. Buning sababi  $Al^{3+}$  dan  $Tl^{3+}$  ga o'tgan sayin ion radiuslarining kattalashib borishidir.

Gidroksid va oksidlarning asoslik xossasi yuqoridan pastga tomon kuchayib boradi.

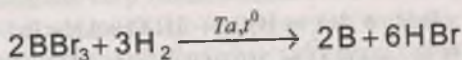
#### XXIV.2. Bor va uning birikmalari

**Borning tabiatda tarqalishi.** Bor, asosan birikma holda tarqalgan bo'lib, ular qatoriga:  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  — bura,  $Na_2B_4O_7 \cdot H_2O$  — kernet,  $H_3BO_3 \cdot 4H_2O$  — sassolin. Borning yer po'stlog'idagi miqdori  $5 \cdot 10^{-4} \%$ . Ikki izotop  $^{10}B$  (19,6%) va  $^{11}B$  (80,40%) ko'rinishidan iborat va borning uch xil allotropik shakli borligi aniqlangan.

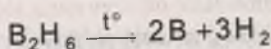
**Olinishi.** Bor asosan metallotermiya usuli bilan olinadi:



Metallotermiya usuli bilan olingan bor uncha toza bo'lmaydi. Toza holatdagi bor uning birikmalarini suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Juda toza holdagi borni, bug' holatdagi bor bromidni cho'g'latilgan tantal simi ustida vodorod bilan qaytarib olish mumkin:

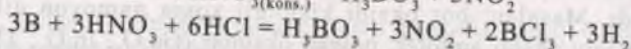
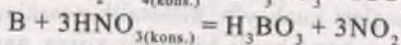
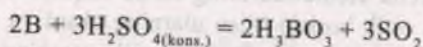


Bundan tashqari, vodorodli birikmalarini termik parchalab ham olish mumkin:

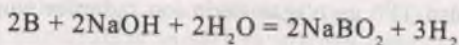




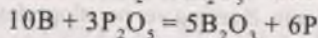
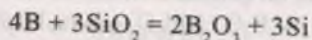
**Kimyoviy xossalari.** Bor amorf va kristall tuzilishga ega. Bor inert modda, oddiy sharoitda faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda esa, xlor, brom va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Borga suyultirilgan kislotalar ta'sir etmaydi. Qizdirilganda, konsentrlangan sulfat, nitrat kislotalarda va "zar suvi"da eriydi:



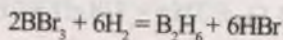
Oksidlovchi moddalar ishtirokida bor ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



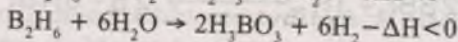
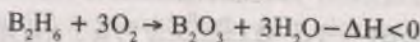
Bor oksidi  $B_2O_3$  ning hosil bo'lishini Gibbs energiyasi yuqori bo'lganligi tufayli ( $\Delta H_{298} = -1178$  kJ/mol)  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $CO_2$  kabi barqaror oksidlar bilan ham reaksiyaga kirishib, kuchli qaytaruvchi xossalarni namoyon qiladi:



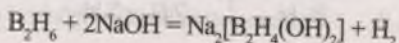
**Birikmalari.** Borning vodorodli birikmalari *boranlar* deb ataladi. Xalq xo'jaligida ko'p ishlatiladigan  $B_2H_6$  diborandir. U quyidagicha olinadi:



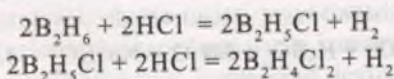
Borovodorod (boran)lar juda shiddatli reaksiyaga kirishuvchi moddalardir. Ularning ko'pchiligi hatto ochiq havoda o'z-o'zidan alanganib, katta issiqlik ajratib yonadi. Shu sababli bu moddalar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi:



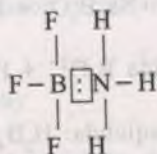
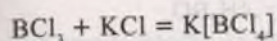
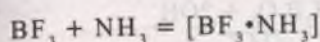
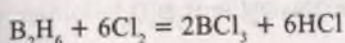
Diboran ishqoriy va ishqoriy-yer metallari va ularning gidroksidlari bilan reaksiyaga kirishadi:



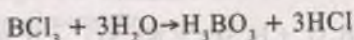
Diboran kislotalar bilan bosqichli almashinish reaksiyalariga kirishadi:



Diboran galogenlar bilan ta'sirlashib, borning galogenidlarini hosil qiladi. Bor galogenidlari ammiak va ishqoriy metallar galogenidlari bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:



Bor galogenidlari suv ta'sirida yaxshi gidrolizlanadi va tegishli kislotalarni hosil qiladi:



### *Bor oksidi va borat kislotasi*

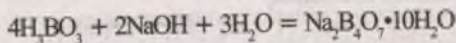
Bor oksidi  $\text{B}_2\text{O}_3$  — oq kristall modda, suvda eriydi, kislotali oksid, *borat anhidridi* deyiladi.

Borning kislorodli birikmalari asosan polimer tuzilishli bo'lib,  $>\text{B}-\text{O}-\text{B}<$  bog'lari molekulaning asosiy tuzilishini belgilaydi.

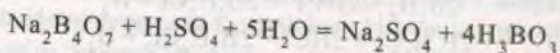
Shunga asosan bor oksidi  $(\text{B}_2\text{O}_3)_n$  tarkibga mos keladi.  $(\text{B}_2\text{O}_3)_n$  juda osonlik bilan  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari bilan ta'sirlashadi. Buni gidratlanish reaksiyasi deyiladi.  $(\text{B}_2\text{O}_3)_n$  ning gidratlanish reaksiyasi natijasida bor kislotalari — polimetaborat poliortoborat va ortoborat kislotalari hosil bo'ladi.

Bu kislotalardan ko'p ishlatiladigani ortoborat kislota —  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Oddiy sharoitda oq rangli, qo'lga tegsa yog'simon iz qoldiruvchi, qavat-qavat tuzilishli modda. Bu  $\text{H}_3\text{BO}_3$  tarkibidagi vodorod va kislorod atomlarining H — bog'ini hosil qilishiga asoslangan.

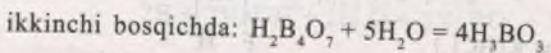
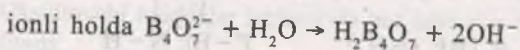
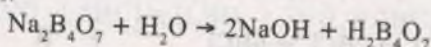
Borat kislotaga ishqor ta'sir ettirganda poliboratlar, agar NaOH ta'sir ettirilsa natriy tetraborat kristallogidрати hosil bo'ladi:



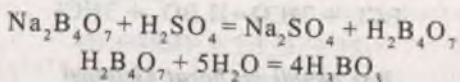
Bor tuzlariga kislota ta'sir ettirganda borat kislota hosil bo'ladi:



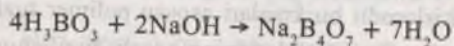
Aksariyat borat kislotalari metallar bilan turli tarkibli tuzlarni hosil qiladi. Ulardan biri natriy tetraborat —  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  bura (tanakor)dir. Bu tuz suvda yaxshi eriydi, aniqrog'i, gidrolizlanadi:



Bu tuz eriganda NaOH hosil bo'lishi sababli uning eritmasi ishqoriy muhitga ( $\text{pH} > 7$ ) ega bo'ladi.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  ga kuchli kislotalar ta'sir ettirib ortoborat kislota olinadi:



Bura hosil qilish uchun bor kislotalari NaOH bilan 2 : 1 nisbatda qayta ishlanadi:



Bura ko'pincha metallarni kavsharlashda, o'tga chidamli shishalar olishda va analitik kimyoda moddalar analizida ishlatiladi.

*Borning ishlatilishi.* Bor atomi yadrosi osonlikcha neytron biriktirib olish xususiyatiga ega. Shu sababli bor birikmalari yadroviy energetikada ishlatiladi. Bor Cr, Zr, Tl kabi ko'pchilik d — va f — metallar bilan birikib yuqori temperaturaga chidamli ( $2000-3000^\circ$ ) va kimyoviy ta'sirga bardoshli boridlar hosil qiladi. Shu xossalarga asoslanib, ko'pchilik boridlardan va ularning qotishmalaridan reaktiv dvigatellarning detallari, gaz turbinalarining parraklari tayyorlanadi. Ba'zi boridlar katalizator sifatida, elektron asboblarning katodlarini yasashda ishlatiladi.

Boranlar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi. Bor oksidi, bor tuzlari shisha tarkibiga qo'shilganda (3—12%  $B_2O_3$ ) kimyoviy ta'sir va yuqori temperaturaga bardoshli shisha turlari tayyorlanadi. Borat kislotada tibbiyotda uy-ro'zg'orda, hasharotlarga qarshi kurashda ishlatiladi.

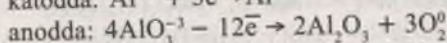
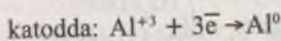
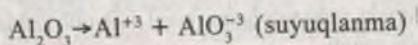
Bor bilan uglerod birikmasi *boruglerod* deyiladi, ular yuqori temperaturaga bardoshli karboranli polimerlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bor karbidi  $B_4C_3$  — yuqori temperaturaga bardoshli ( $T_{suyuq} = 2623^{\circ}K$ ), juda yuqori qattqlikka ega bo'lgan birikma. Azot bilan bor birikib boronitrid (BN)<sub>3</sub> hosil qiladi. Bor nitridining qattqligi olmosnikiga yaqin. Borazon metallarni kesishda ishlatiladi.

### XXIV.3. Alyuminiy

III A gruppachaning ikkinchi elementi alyuminiydir. *Alyuminiyning atom radiusi bornikidan kattaroq bo'lgani sababli, ionlanish energiyasi kichikroq, shuning uchun ham alyuminiyning metallik xossalari bornikiga qaraganda kuchliroq namoyon bo'ladi. Alyuminiy amfoter elementdir.*

Al ning tabiatda tarqalgan birikmalari:  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  — boksit (korund),  $Me[Al_2Si_2O_8]$ ;  $Me_3[AlSi_3O_{10}]$ ;  $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$  — muskovit,  $(Na, K)_2[Al_2Si_2O_8]$  — nefelin,  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$  — kaolinit,  $Na_3[AlF_6]$  — kriolit. Al ning yer po'stlog'idagi umumiy miqdori 5,5 at % ni tashkil etadi. Alyuminiy tabiatda faqat birikma holida uchraydi.

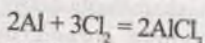
**Olinishi.** Alyuminiy, asosan boksit  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  dan elektroliz usuli bilan olinadi. Boksitning suyuqlanish temperaturasini pasaytirish uchun floridlar  $CaF_2$ ,  $MgF_2$ ,  $AlF_3$  qo'shiladi, elektroliz jarayoni quyidagicha boradi;



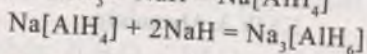
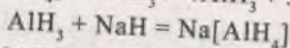
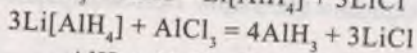
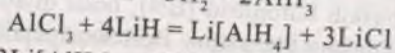
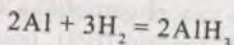
Elektrolizer korpusi katod vazifasini bajaradi. Unda alyuminiy suyuq holatda ajralib chiqadi ( $T_{suyuq} = 660^{\circ}C$ ). Grafidani yasalgan anodda kislorod ajralib chiqadi va grafitni uglerod oksidlarigacha oksidlaydi.

**Xossalari.** Al — oq, kumushsimon, plastik (yumshoq), yengil, elektrni yaxshi o'tkazuvchan, havoda oksidlanuvchi metall. Kimyoviy xossalari

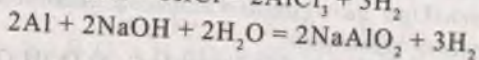
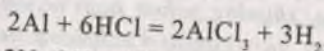
jihatidan aktivlik qatorida ishqoriy-yer metallaridan bevosita keyin tursada, sirtida oksid parda hosil qilgani uchun passiv metall hisoblanadi. Al — metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



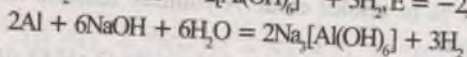
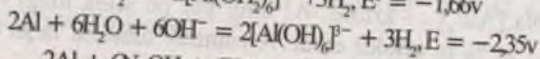
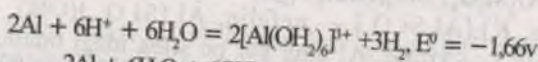
Alyuminiy, ishqoriy metallar kabi, gidrid hosil qilish xossasiga ega, ular oddiy va kompleks gidridlar holida bo'ladi:



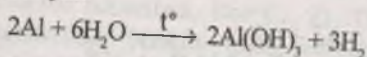
Alyuminiy amfoter xossaga ega bo'lganligi sababli ham kislotaga, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi:



Shuningdek, kation kompleks va anion kompleks hosil qiladi:



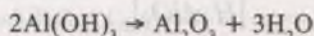
Hosil bo'lgan kompleks tuz — natriy geksagidroksoalyuminat deb atiladi. Al — metall ishqorlar bilan kislotalarga nisbatan osonroq reaksiyaga kirishadi, chunki alyuminiyning kislotali muhitdagi oksidlanish potentsiali qiymati ishqoriy muhitdagidan katta. Alyuminiyning ustki oksid pardasini o'tkir asbob yordamida, yoki amalgama hosil qilib olib tashlansa, alyuminiy shiddat bilan suvda eriydi:



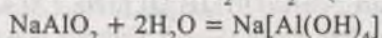
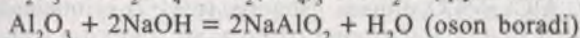
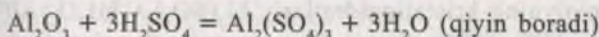
Nitrat va sulfat kislotalar bilan alyuminiy ta'sirlashganda ham uning sirtida oksid parda hosil bo'ladi va bu oksid himoya qavat vazifasini bajaradi. Shu sababli alyuminiy metalli bu kislotalar bilan qiyinroq ta'sirlashadi, sovuq eritmalarda reaksiya bormaydi.

**Alyuminiy oksidi** —  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oq rangli, suvda erimaydigan modda.

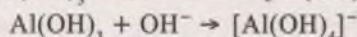
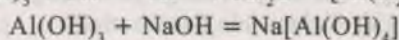
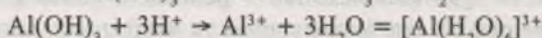
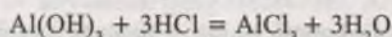
Amorf va kristall holatda mavjud bo'lib, kislota va ishqorlarda eriydi. Yuqori temperaturaga chidamli modda. Tabiatda  $Al_2O_3$  — boksit nomi bilan ataladigan mineral holida bo'ladi. Ko'pincha  $Al(OH)_3$  termik parchalanib olinadi:



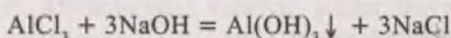
Bu usul bilan olinadigan  $Al_2O_3$  *glinozem deyiladi*. Alyuminiy oksidi amfoter oksidligi sababli kislota va ishqorlarda eriydi:



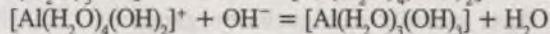
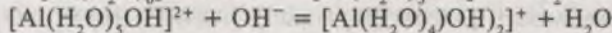
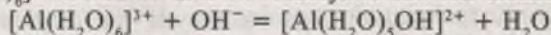
**Alyuminiy gidroksidi** —  $Al(OH)_3$  suvda ( $pH=7$ ) erimaydigan, amfoter xossali, oq amorf modda. Lekin eritma muhiti keskin o'zgarsa ( $pH < 7$ ) kislotalar va ( $pH > 7$ ) ishqorlar ta'sirida eriydi:



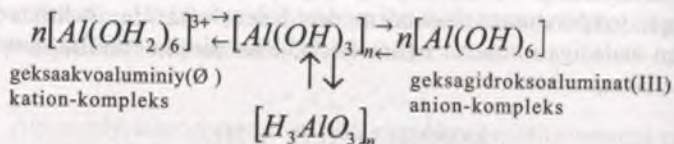
Barcha suvda erimaydigan gidroksidlar kabi alyuminiy gidroksidi ham alyuminiy tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



Reaksiya uchun olingan reagentlar tuz: ishqor = 1:3 qat'iy ekvimolyar nisbatda bo'lishi shart. Bu reaksiya quyidagicha boradi. Al — tuzlari suvda eriganda  $Al^{3+}$  ioni gidratlangan  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$  holda bo'ladi va reaksiyada shu ion ishtirok etadi:



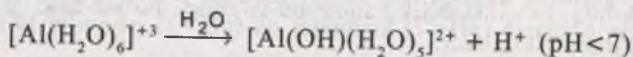
Hosil bo'lgan kompleks birikma  $[Al(OH)_3 \cdot (H_2O)_3]$  polimer tuzilishli bo'lib,  $Al(OH)_3 \cdot xH_2O$  tarkibiga to'g'ri keladi.  $[Al(OH)_3]$  — amfoter modda, uning kislota va ishqorda erishini quyidagi umumiy (sxema) tenglama bilan tushuntirish mumkin:



Bu tenglamaga asosan kislotali ( $\text{pH} < 7$ ) eritmalardan alyuminiyning kristallogidratlari:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  olinadi. Ishqoriy ( $\text{pH} > 7$ ) eritmalardan turli alyuminat tuzlari  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$  olinadi.

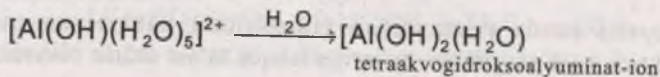
*Alyuminiy tuzlari gidrolizlanadi.* Gidroliz reaksiyalari bosqichli tarzda boradi. Buni  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  tuzi misolida ko'rib chiqaylik:

I bosqich:

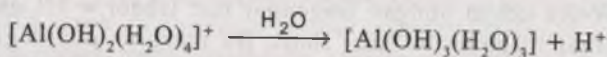


Hosil bo'lgan kompleks ion — pentaakvo-gidroksoalyuminat ion eritmaning  $\text{pH}$  iga, temperaturaga va tuzning konsentratsiyasiga bog'liq holda gidrolizlanishda davom etadi:

II bosqich:

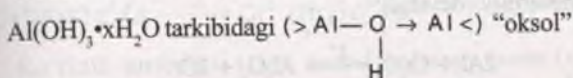


III bosqich:



Lekin oxirgi bosqich juda kam darajada ro'y beradi. Odatda gidroliz I—II bosqichlarda to'xtaydi va alyuminiyning gidroksotuzlari:  $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{SO}_4$ ;  $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$  hosil bo'ladi. Agar gidroliz oxirigacha borganda edi,  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  suvda deyarli erimaydigan modda hosil bo'lar edi. Lekin  $\text{Al}^{3+}$  ning ko'pchilik tuzlari tiniq eritmalar hosil qiladi. Buning sababi alyuminiy tuzlari gidrolizining oxirigacha bormasligidir.

Alyuminiy gidroksidining degidratlangan, ya'ni suvsizlantirilgan shakli "alyumogel" texnikada adsorbent sifatida ishlatiladi. Alyumogelning mexanik va kimyoviy jihatdan barqaror bo'lishining sababi



bog'larining temperatura ta'sirida juda barqaror "oksi" bog'larga - ( $> \text{Al} - \text{O} - \text{Al} <$ ) aylanib ketishidir.

Alyuminiy qator gidroksi, o'rta va qo'sh tuzlar hosil qiladi. Bulardan galogenli, sulfatli, nitratli, atsetatli tuzlar suvda yaxshi eriydi.

*Alyuminiy qo'sh tuzlar — achchiqtoshlarni hosil qiladi:*  $(\text{NH}_4)_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  bu moddalar terini oshlashda, to'qimachilik sanoatida gazlama bo'yashda, qando-latchilikda ishlatiladi.

**Alyuminiy va birikmalarining ishlatilishi.** Alyuminiy oksidi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ning tabiatda kristall holatda uchraydigan turi korund deb ataladi. Qum aralashgan mayda korund "jilvir" deyiladi. Ozigina xrom qo'shimchasi bo'lgan korund kristallari "yoqut" deb ataladi.

Alyuminiy ko'p ishlatiladigan soha aviatsiya sanoatidir. Samolyotlarning 2/3 qismi alyuminiydan va alyuminiy qotishmalaridan yasaladi. Shuning uchun alyuminiy qanotli metall ham deyishadi. Alyuminiydan kabellar, simlar tayyorlanadi. Mis bilan elektr o'tkazuvchanligi juda yaqin bo'lgan alyuminiy buyumlarining massasi mis buyumlarnikidan ikki marta yengil bo'ladi.

Alyuminiy korroziyaga uchramasligi sababli undan mashinasozlikda turli detallar, nitrat kislotasi tashiladigan idishlar yasaladi. Avtobus, trolleybus va vagonlarning korpuslari alyuminiydan yasaladi. Alyuminiydan oziq-ovqat sanoatida turli xil idishlar va choynaklar yasaladi.

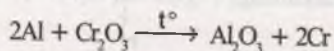
Alyuminiy va uning qotishmalari harbiy sohada tanksozlikda, artilleriyada, portlovchi moddalar, yorituvchi va yondiruvchi snaryadlar tayyorlashda ham ishlatiladi.

Temir buyumlarni korroziyadan saqlash uchun ularning sirti alyuminiy kukunidan tayyorlangan kumushsimon bo'yoq bilan qoplanadi.



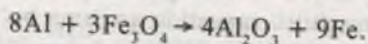
Metallurgiyada ko'pgina metallar alyuminiy yordamida ajratib olinadi. U ko'pchilik metallarning oksidlaridan kislorodni tortib oladi.

Metallarni ularning oksidlaridan alyuminiy yordamida qaytarib olish usuli alyuminotermiya deyiladi:



Xrom, marganes, vanadiy, titan va boshqa metallarni ularning oksidlaridan qaytarib olishda, maxsus po'latlarni olishda alyuminotermiya usuli qo'llaniladi.

Alyuminiy kukunini  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — temir kuyundisi bilan ekvimolyar nisbatlarda aralastirilib metall (temir) sim ustiga qoplanilsa elektrpayvandlashdagi elektrod hosil bo'ladi. Metall sirtidagi qotishma termit deyiladi. Elektrpayvandlashda quyidagi reaksiya boradi.



Bu reaksiyada  $\Delta H = -3300$  kJ miqdorda ajralib chiqadigan issiqlik temir simni suyuq holga keltirib, temirdan yasalgan boshqa buyumning sirtiga o'tirib qolishiga sabab bo'ladi.

## XXV bob

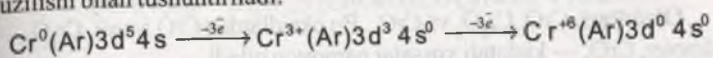
### AYRIM QO'SHIMCHA GRUPPACHALAR METALLARI

#### XXV.1. Xrom va uning birikmalari

**Asosiy tushunchalar:** *xrom, xromatlar, bixromatlar, xrom anhidridi, xromli achchiqtosh, xrompik.*

Xrom —  $\text{Cr}(Z = 24)$  VI B gruppacha elementi bo'lib, bu gruppachaga yana Mo (molibden) va W (volfram) kiradi. Ular tipik d-elementlar qatoriga kirib, tashqi elektron tuzilishlari  $\text{Cr}(3d^5 4s^1)$ ,  $\text{Mo}(4d^5 5s^1)$  va  $\text{W}(5d^5 6s^2)$  ko'rinishga ega. Bu metallar kimyoviy jihatdan ancha passiv va yuqori temperaturada suyuqlanuvchan bo'lgani uchun korroziyaga (Cr) va "o'tga chidamli" metallar (Mo va W) deyiladi. Birikmalarining xossasi jihatdan bir-biriga o'xshash va keng qo'llanilgani uchun faqat xrom va uning birikmalari xossalariga to'xtalamiz.

Xrom turli fizik va kimyoviy xossalari namoyon qiladi. Ularning boshqa d — metallardan farqli yoki ularga o'xshashligining sababi xrom elementining davriy sistemada joylashgan o'rni va atomining elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi:

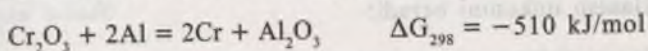


Ko'rinib turibdiki, ( $\text{Cr}^0$ ) metall holidagi xrom (atomi)da toq elektronlar soni 6 ta bo'lib, boshqa barcha elementlardagidan ko'p. Shu sababli xromli qotishmalar magnit xossalari ega.  $\text{Cr}^{3+}$  — birikmalariga o'tganda toq elektronlar soni kamayadi, lekin magnit (paramagnit, ferromagnit) xossalari yo'qolmaydi, ammo  $\text{Cr}^{3+}$  ionida bo'sh orbitallar 4s, 4p, 3d — soni ortgani uchun uning kompleks hosil qilishi va oktaedrik tuzilishli birikmalari soni ortadi.

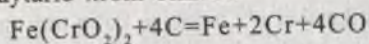
$\text{Cr}^{6+}$  da toq elektronlar yo'q, shu sababli uning magnit xossasi yo'q, aksariyat birikmalari  $sp^3$  — gibridlanish tufayli tetraedrik birikmalar hosil qiladi.

**Tabiatda uchrashi.** Bu metall asosan oksidli birikmalar  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  "xromit", xromli temirtosh:  $\text{PbCrO}_4$  — krokent holida uchraydi.

**Olinishi.** a) xrom asosan alyuminotermiya usuli bilan olinadi:

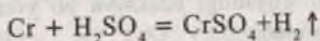


b) Ko'pchilik hollarda temirning xromitli birikmasi qotishmasi — xromtemirtoshdan olinadi, uni elektr pechida uglerod bilan qaytarib xrom olinadi:



**Oddiy birikmalari:** Cr-Mo-W qatorida bu metallarning qattiqligi va o'tga chidamliligi ortadi. Buning sababi metallar kristall panjarasida Me-Me kovalent bog'ining barqarorligini d-elektronlar hisobiga kuchaytirishidir. Shu qatorda bu elementlarning kimyoviy faolligi kamayib boradi. Bu ularning korroziyaga chidamliligini ortishiga olib keladi.

Xrom HCl va suyultirilgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmalar bilan reaksiyaga kirishadi:



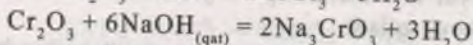
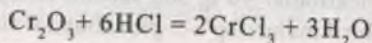
Konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  xromni passivlashtirib qo'yadi. Sababi, uning sirtida oksid parda  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ning hosil bo'lishidir.

Juda maydalangan Cr kislorod ta'sirida oksidlanadi va Cr(III)-oksidini hosil qiladi.

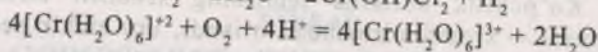
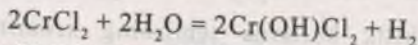
**Murakkab birikmalari.** Cr(II), Cr(III) va Cr(VI) birikmalari holida bo'lib oksidlari, oksibirikmalari, kislota, gidroksidlari, tuzlari va kompleks birikmalari ko'rinishida mavjuddir.

**Oksidlari.** CrO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va CrO<sub>3</sub>. Bu oksidlardan CrO asosli, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — afmoter, CrO<sub>3</sub> — kislotali xossalar namoyon qiladi.

**Gidroksidlari.** Cr(OH)<sub>2</sub> (asosli), Cr(OH)<sub>3</sub> (amfoter) va H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (xromat kislota). Ko'rinib turibdiki, birikmalarda xromning oksidlanish darajasi ortib borishi bilan asosli xossa kuchsizlanib, kislotali xossa ortib boradi: Cr(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = CrSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O (faqat kislota bilan ta'sirlashadi). Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va Cr(OH)<sub>3</sub> amfoter moddalardir Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kislotalarda va ishqorlarda eriydi:



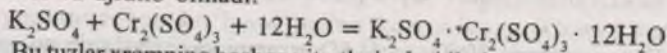
Cr(II) ning birikmalari qaytaruvchilardir. Uning oksidlanish potentsiali ( $E^0 = -0,41\text{v}$ ) suvli va kislotali eritmalarda tez oksidlanish imkonini beradi:



Cr(III) ning birikmalari o'z tarkibiga ko'ra turli rangga ega bo'ladi. Bu uning kompleks birikmalari va qattiq holda ajratib olinadigan kristallogidratlariga ham tegishlidir. Akvakompleks ioni  $[\text{Cr(H}_2\text{O)}_6]^{3+}$  ko'kimtir-binafsha rangli bo'lsa, CrCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O binafsha rangga ega.

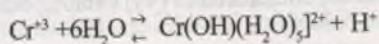
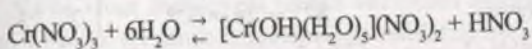
Xrom (III) ning keng tarqalgan birikmalari qatoriga sulfatli qo'shaloq tuzlari — xromli "achchiqtosh" lar kiradi.

Ularga K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 12H<sub>2</sub>O (kaliy xromli achchiqtosh), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O (xrom ammoniyli achchiqtosh) misol bo'ladi. Ular quyidagi reaksiya bo'yicha eritmada hosil bo'ladi va ajratib olinadi:



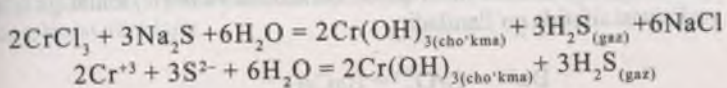
Bu tuzlar xromning boshqa nitratlari, xloridlari va atsetatlari singari suvda yaxshi eruvchanligi bilan o'ziga xosdir. Ular suvli eritmalarda va erish jarayonida gidrolizlanadilar. Hosil bo'ladigan xromgidroksid ionlari

kuchsiz asos xossali bo'lgani uchun aksariyat hollarda bu eritmalar kislotali muhitga ega bo'ladi ( $\text{pH} < 7$ ):

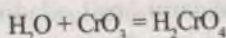


Hosil bo'ladigan gidroksopentaakvaxrom(III) kompleks ion bo'lib, uning tuzilishi ko'pincha dimer yoki polimer holda bo'ladi.  $\text{OH}^-$  va kislotalar qoldig'i anionlari  $\text{Cr}^{3+}$  ionlari o'rtasida "ko'prik" vositasini bajaradi. Cr(III) birikmalarining chamm sanoatida "oshlovchi modda" sifatida ishlatilishi shunday kompleks birikmalar hosil bo'lishiga asoslangan. Ularda ko'pincha suv molekullari o'zini teri tarkibiga kiruvchi "kollagen" ning aminokislota qoldig'i egallaydi va hosil bo'lgan xromli kompleks birikma teri to'qimalarini bir-biriga "tikuvchi" vosita rolini bajarib, uning mustahkamligini keskin oshiradi, terining chammga aylanishini ta'minlaydi.

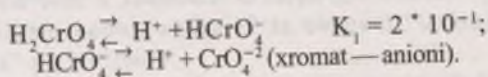
Xrom(III) ning karbonat va sulfid tuzlari qattiq holda mavjud emas. Chunki ularni olishda bu tuzlar eritmada hosil bo'ladi va tezda gidrolizlanib  $\text{Cr}(\text{OH})_{3(\text{cho'kma})}$  va  $\text{SO}_2$  yoki  $\text{H}_2\text{S}$  gazlarini hosil qiladi:



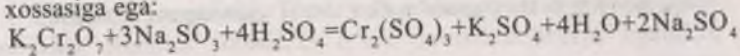
Xromning +6 oksidlanish darajasidagi birikmalari  $\text{CrO}_3$  qizil rangli, suvda kam eriydigan, sulfat kislotada yaxshi eriydigan, oksidlovchi xossasiga ega kristall modda. Sulfat kislotadagi eritmasi "xrompik" deb aytiladi. Eritmada  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  (xromat) yoki  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (bixromat) kislotalar holda bo'ladi. Shu sababli  $\text{CrO}_3$  xromat angidridi deb ham aytiladi:

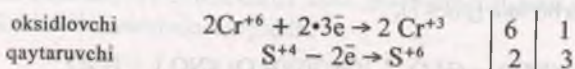


Xromat kislotalar o'rtacha kuchli kislotalar, ionlanadi:

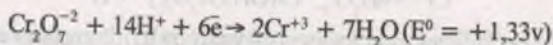


Xromat va bixromat ionlari  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  ionlari bilan suvda yaxshi eruvchan tuzlar hosil qiladi. Bu tuzlarning eritmaları kuchli oksidlovchi xossasiga ega:

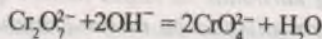
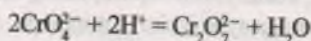




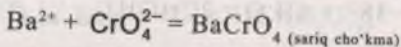
Umuman, kislotali eritmalarda Cr(VI) ionining oksidlovchilik xossasi



reaksiya bilan izohlanadi. Suvli eritmalarda xromatlar bixromatlarga (va aksincha) aylanib turadi. Bu eritmaning muhiti (pH) ga bog'liq. Agar xromatlarning (sariq rangli) eritmasiga kislota (pH < 7) eritmaları qo'shilsa qizg'ish - sariq rangli eritmaga ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) aylanadi. Agar bixromat eritmasiga  $\text{H}_2\text{O}$  (ko'p) yoki ishqor eritmasi qo'shilsa, och sariq rangga kiradi, bunda  $\text{CrO}_4^{2-}$  xromatlar hosil bo'ladi:



$\text{CrO}_4^{2-}$  — ionni Ba(II), Rb(II), Ag(I) ionlari bilan sariq, sarg'ish, qizil rangli cho'kmalar hosil qiladi. Bu xromat va Ba(II) ionlariga sifat reaksiyasi sifatida qo'llaniladi:



Agar xromatlar eritmalarida  $\text{H}^+$  — ionlari (kislota) miqdori oshirilsa, bixromatlardan tashqari, trixromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_3\text{O}_{10}$ ), tetraxromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_4\text{O}_{13}$ ) lar hosil bo'ladi. Bu birikmalarning o'xshashlik tomoni shundaki, ularda  $\text{CrO}_4^{2-}$  gruppaga tetraedrik tuzilishga ega bo'lib, ular o'zaro kislorod atomlari orqali bog'lanib trimer, tetramer moddalarni hosil qiladilar.

Xrom va uning birikmalari quyidagi sohalarida ishlatiladi. Xrom tutgan qotishmalar korroziyaga chidamli maxsus po'latlar holda ishlatiladi. Ya'ni xrom legirovchi metall vazifasini bajaradi. Sirti xromlangan detallar mexanik ishqalanishga chidamli bo'lib, uzoq vaqt ishlaydi. Cr(III) tuzlari charm va mo'yna sanoatida oshlovchi modda, Cr(VI) birikmalari oksidlovchi moddalar sifatida qo'llaniladi. Xromning barcha birikmalari zaharli!

### Savollar

1. Xromning elektron formulasi asosida uning namoyon qiladigan oksidlanish darajalarini ko'rsating.
2. Xromning +2 oksidlanish darajasidagi birikmalari xossalarini izohlang.
3. Xrom (III)ning birikmalari amfoterlik xossalarini ifodalovchi reaksiya tenglamalarini yozing.
4. Xromatlar va bixromatlarning xossalarini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalarini yozing.
5. Xromli "achchiqtosh"larga misollar keltiring, ular qanday maqsadda ishlatiladi?
6.  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  ionining tuzilishi va xossalarini izohlang.
7. Xromat va bixromat kislotalar va ular tuzlarining tuzilishi va xossalarini izohlang.

## XXV.2. Temir va uning birikmalari

**Asosiy tushunchalar:** temir triadasi, temir cho'yan, po'lat, ferratlar, ferritlar, sianoferratlar, qizil qon tuzi, sariq qon tuzi.

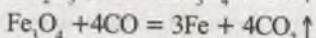
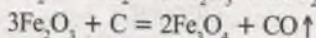
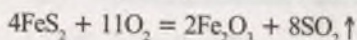
Elementlar davriy jadvalining VIII B gruppachasi tuzilishi va undagi elementlarning joylashuvi bilan boshqa barcha gruppalardan keskin farq qiladi. Chunki bu gruppachaga kirgan elementlar *vertikal o'xshashlik* o'rniga *gorizontal o'xshashlik* namoyon qilgani uchun undagi 9 ta element "uchta oila" ga, ya'ni "triada" ga bo'linadi.

Ular quyidagilar: temir triadasi (Fe, Co, Ni); palladiy triadasi (Ru, Rh, Pd) va platina triadasi (Os, Ir, Pt). Shu triadalardan "temir oilasi" (triadasi) elementlari bilan yaqindan tanishamiz.

**Tabiatda tarqalishi.** Temir oilasi elementlaridan faqat temir tabiatda (osmon jismlari) erkin holda uchrashi mumkin (meteoritlar). Temir alyuminiydan keyin tabiatda keng tarqalgan

2-element bo'lib, oksidlar va sulfidlar holida mavjud:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnitli temirtosh),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (qizil temirtosh-gematit),  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (qo'ng'ir temirtosh),  $\text{FeCO}_3$  (shpatli temirtosh-siderit),  $\text{FeS}_2$  (temir kolchedani yoki pirit).

**Olinishi.** Temir sulfidli rudalardan oksidlarga o'tkazilib, oksidlar koks CO gazi yordamida qaytarib olinadi:



Metall holiday temir 4 xil modifikatsiyada bo'ladi. Xona temperaturasidan  $770^\circ\text{C}$  gacha  $\alpha$ -Fe modifikatsiyada mavjud bo'lib, hajmiy markazlashgan kubsimon tuzilishli, ferromagnit xossaga ega bo'ladi.

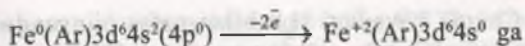
$770^\circ\text{C}$  dan  $910^\circ\text{C}$  gacha  $\beta$ -Fe modifikatsiyada ferromagnitlik xossasi yo'qolib paramagnit xossali bo'ladi, ammo kristall panjara deyarli o'zgarmaydi.

$910^\circ\text{C}$  dan  $1390^\circ\text{C}$  gacha temirda polimorf o'zgarishlar ro'y berib,  $\gamma$ -Fe modifikatsiyaga o'tadi. Kristall panjara yoqlari markazlashgan kub bo'lib, temirning paramagnit xossasi saqlanib qoladi.

$1390^\circ\text{C}$  dan boshlab yana polimorf o'zgarish ro'y berib,  $\delta$ -Fe modifikatsiya hosil bo'ladi. Bu modifikatsiyada asosiy kristall panjara turi — hajmiy markazlashgan kub bo'lib, u temir suyulguncha ( $1536^\circ\text{C}$ ) saqlanib qoladi.

Temir boshqa d — elementlar singari turli qotishmalar hosil qiladi. Bu qotishmalar qatoriga Fe ning uglerod bilan hosil qilgan birikmalari kiradi. Bular sementit —  $\text{Fe}_3\text{C}$  (xom cho'yan), austenit —  $\alpha$ -Fe ning C bilan qattiq eritmasi, ferrit —  $\beta$ -Fe ning C bilan qattiq eritmasi shular jumlasiga kiradi. Bu qotishmalarning tarkibini, hosil bo'lish temperaturasini, sharoitini o'zgartirish bilan turli fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan qotishmalar olinadi.

Temirning o'ziga xos xususiyatli oddiy va murakkab birikmalar hosil qilishi sababli, uning tashqi elektron qavatining  $3d^6 4s^2 (4p^0)$  tuzilishi bilan izohlanadi.

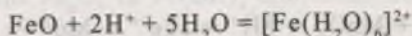


o'tganda tashqi qavatdagi  $4s^2$  — elektronlar kimyoviy bog'lanishda ishtirok etadi, bu bog'lanish ionli bog' bo'ladi. Bunda  $\text{Fe}^{2+}$  — ko'pchilik s — metallarga o'xshash xossali (rangsiz yoki juda kuchsiz rangli) birikmalar hosil qiladi. Ko'pchilik birikmalari suvda eriydi va oksidi asos xossasini namoyon etadi. Birikmalari qaytaruvchi bo'lib, oson oksidlanadi va  $3d$  — orbitaldagi 6 ta elektrondan 1 tasini berib, barqaror oksidlanish darajasiga  $[(\text{Ar})3d^54s^0]$  o'tgan  $\text{Fe}^{3+}$  ionida toq elektronlar soni 5 tani tashkil etadi. Bu  $\text{Fe}^{3+}$  — ning magnit xossalari va rangli ( $d$  — metallar singari) birikmalar hosil qilishiga sabab bo'ladi.

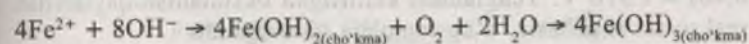
Temirning oksidlanish darajalari +2, +3 va +6 bo'lgan birikmalari mavjud.

$\text{Fe(II)}$  ning asosiy birikmalari qatoriga  $\text{FeO}$  (qora),  $\text{FeS}$  (qora),  $\text{Fe(OH)}_2$  (ko'kimtir-oq),  $\text{FeCO}_3$  (oq),  $\text{FeCl}_2$  (oq)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , (och ko'kimtir-oq)  $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (och yashil-oq), (Mor tuzi) kabi moddalar kiradi.

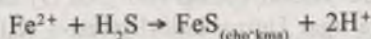
$\text{FeO}$  — asosli oksid. Suvda erimaydi. Kislota muhitli suvda eriydi va geksaakvaferat (II) kompleks ionini hosil qiladi:



$\text{Fe(OH)}_2$  — temir (II) gidroksid asosli xossaga ega modda. Suvda erimaydi. Yangi tayyorlangan  $\text{Fe(II)}$  — ionli birikmalar (tuzlar) eritmalariga ishqorlar ta'sirida hosil bo'ladi. Lekin tez orada oksidlanib, qo'ng'ir tusga kiradi, chunki quyidagi jarayonlar boradi:



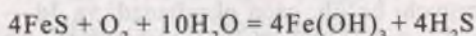
$\text{FeS}$  — kam eruvchan modda bo'lib,  $\text{Fe}^{2+}$  ga  $\text{H}_2\text{S}$  gazi yoki suvdagi eritmasi ta'sirida hosil bo'ladi:



Bu modda hosil bo'lishining o'ziga xos tomoni shundaki, agar havoda  $\text{H}_2\text{S}$  ning miqdori ko'payib ketsa, bu havodan nafas olgan kishilar zaharlanib, noxush oqibatlariga sabab bo'lishi

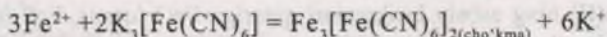


mumkin. Chunki havodagi  $H_2S$  bilan nafas olinganda vodorod sulfid kishi qoniga o'tib, qonning asosini tashkil etgan gemoglobinidagi  $Fe^{2+}$  ionlari bilan ta'sirlashadi va bu qonning buzilishiga, oqibatda ko'ngilsiz hodisaga olib keladi. Shu sababli havoda  $H_2S$  ning miqdori yo'l qo'yilganidan (0,001%) ( $C_{H_2S} = 10^{-3}\%$ ) oshmasligi kerak.  $FeCO_3$  va  $FeS$  lar ham tez buzilib, boshqa moddalarga aylanadi:

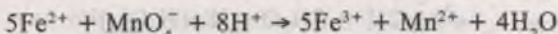


$Fe(II)$  ionni  $K_3[Fe(CN)_6]$  — qizil qon tuzi ta'sirida "turnbul ko'ki" nomli yomon eriydigan birikmani hosil qiladi.

Bu reaksiyadan analitik kimyoda  $Fe(II)$  ionini aniqlashda foydalaniladi:



$Fe(II)$  ionni qaytaruvchilik xossasiga ega. Ayniqsa, kislotali muhitda  $E^0 = -0,46$  v bo'lgani uchun  $Fe^{2+} - e \rightarrow Fe^{+3}$  reaksiya oson boradi. *Fe(II)ning bu xususiyatdan foydalanib turli namunalarda tarkibidagi temir ionlari miqdorini hajmiy analizning permanganatometriya usuli bilan aniqlash mumkin:*



Ikkinchi yarim reaksiya  $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$  ning  $E_0 = +1,51$  bo'lganligi uchun galvanik juftda bu jarayon ro'y berayotgan elektrod katod (+) rolini o'ynab, unda qaytarilish jarayoni sodir bo'ladi. Elementning EYuK  $E = 1,51 - (-0,46) = 1,976$  V. Tenglamasi keltirilgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi shubhasiz, o'ng tomonga yo'nalgandir.

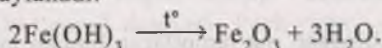
$Fe(II)$  ning kompleks birikmalari  $[Fe(NH_3)_6]Cl_2$ ,  $[Fe(H_2O)_6]SO_4$  va  $K_4[Fe(CN)_6]$  dan oxirgisi eng barqaror ( $K_{\text{beq}} = 4 \cdot 10^{-36}$ ). Unga kislota  $H_4[Fe(CN)_6]$  — oq kristall modda mos kelib, suvda yaxshi (150g/100 g  $H_2O$ ) eriydi va kuchli kislota xossasiga ega. Uning kaliyli tuzi —  $K_4[Fe(CN)_6]$  sariq qon tuzi nomi bilan ataladi.

\*- "d — siliqish" sababli radiuslari deyarli o'zgarmaydi..

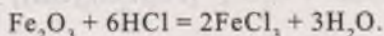
Sariq qon tuzi qonga temir qipig'ini  $K_2CO_3$  bilan qo'shib qizdirish natijasida olingani sababli shunday nomlanadi. Bu tuzning  $Cu(II)$ ,  $Fe(II)$ ,  $Zn(II)$  ionlari bilan hosil qilgan analoglarida  $CN^-$  — ionlari bevosita bu ionlar bilan kimyoviy bog' hosil qiladi. Shunga ko'ra ularni aralash sianid tuzlari deyish ham mumkin. Bu moddalar suvda yomon eriydi va zaharli.

$Fe(III)$  ning birikmalari  $Fe_2O_3$  — qizil qo'ng'ir rangli, suvda yomon eriydigan, kislota va ishqorlarda eriydigan qisman asos xossali amfoter oksid. Uning turli polimorf holatlari  $\alpha$  —  $Fe_2O_3$  (gematit),  $\beta$  —  $Fe_2O_3$  ferromagnit xossali (magnit lentalaridagi jigarrang) modda ko'rinishlari mavjud. Bu modda tabiatdagi temir rudasining asosiy qismini tashkil etadi.  $FeS$  va  $FeS_2$  ni kuydirish bilan ham hosil qilinadi, temir va uning qotishmalarini olishda asosiy xomashyo hisoblanadi.

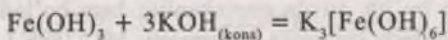
$Fe(OH)_3$  — qizil-jigarrang modda (zang), temir (III) gidroksidi deyiladi. O'zgaruvchan tarkibga  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$  ega. Sharoitga qarab, haroratga bog'liq holda tarkibidagi  $H_2O$  ni yo'qotib,  $FeO(OH)$  tarkibli oksidgidroksid hosil qiladi. Yuqori temperaturada qizdirilsa  $Fe_2O_3$  ga aylanadi:



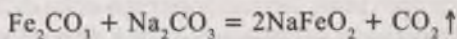
Kislotalarda  $Fe_2O_3$  va  $Fe(OH)_3$  erib tuzlar hosil qiladi:



$Fe(III)$  tuzlarining suvli eritmasi sariq rangli bo'ladi. Yangi hosil qilingan  $Fe(OH)_3$  ishqorlarning konsentrlangan eritmalarida ham eriydi

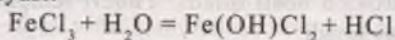


geksagidroksoferrat (III) kaliy hosil bo'ladi. Xuddi shuningdek,  $Fe_2O_3$  (amfoterligi sababli) kuchsiz kislotali oksidlar singari ishqorlar va natriy, kaliy karbonatlari bilan qo'shib qizdirilsa ferrit ( $MFeO_2$ ) lar hosil qiladi:

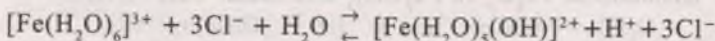


Bu moddalar suvda yaxshi eriydi. Fe(II) ning ferriti  $\text{Fe}(\text{FeO})_2$  yoki  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — magnetit (temirning aralash  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  oksidi) deyiladi. Boshqa d — metallarning Co, Ni, Cu, Mn)  $\text{M}(\text{FeO})_2$  tarkibli ferritlari ferromagnit xossaga ega bo'lgani uchun texnikada turli magnitlar va magnitli lentalar tayyorlashda ishlatiladi.

Suvli eritmadan ajratib olingan tuzlari  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  kabi kristallogidratlar holida bo'ladi. Tarkibida suv saqlanmagan tuzlari:  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  — to'q-qizil qon rangli;  $\text{FeCl}_3$  qo'ng'ir — jigarrang,  $\text{FeF}_3$  — to'q-yashil rangli moddalardir. Bu tuzlarning deyarli hammasi suvda yaxshi eriydi. Suvli eritmalarda Fe(II) va Fe(III) tuzlari gidrolizlanadi. Gidroliz kation bo'yicha boradi, eritma muhiti kislotali ( $\text{pH} < 7$ ) bo'lib, gidroliz I yoki II bosqichida to'xtaydi. Temperatura ta'sirida oxirigacha borishi mumkin, juda ko'p qizdirish va uzoq vaqt turishi natijasida bu tuzlar eritmasida qo'ng'ir rangli cho'kma  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  hosil bo'ladi. Agar biror kislotada eritmasi qo'shilsa, yana tiniq sariq rangli eritma hosil qiladi. Gidroliz reaksiyasi:



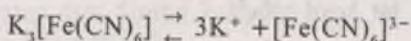
Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga binoan mazkur eritmada boradigan reaksiya, quyidagicha yozilsa, to'g'ri bo'ladi:



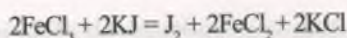
Har bosqichda  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  tarkibidagi bitta suv molekulasini  $\text{OH}^-$  va  $\text{H}^+$  -ioniga ajralib gidroksi birikma hosil qiladi. Gidroksi birikmalarda  $\text{OH}^-$  -ionlari  $\text{Fe}^{3+}$  ionlarini bir-biriga bog'lovchi "ko'priq" vositasini o'taydi va bunday birikmalar polimer tuzilishga ega bo'lib, suvda eruvchanligi kam bo'ladi.

Fe(III) ning turli kompleks birikmalari:  $\text{M}^{3+}[\text{FeF}_6]$ ;  $\text{M}^{2+}[\text{FeCl}_6]$ ;  $\text{M}_3^+[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ ;  $\text{M}_3^+[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  mavjud.

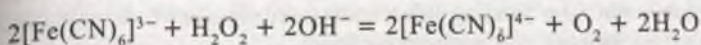
Ular ichida eng barqarori  $K_{\text{tek}} = 1 \cdot 10^{-44}$  bo'lgan  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — gektsianoferrat (III) kaliy bo'lib, u qizil qon tuzi deyiladi. Suvda yaxshi eriydi.



Bu tuz Fe(II) ionini aniqlashda (turnbul ko'kini hosil qilgani tufayli) ishlatiladi. Fe(III) ning barcha birikmalari oksidlovchi xossalarga ega:

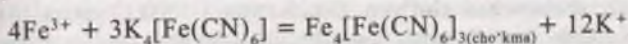


Shu jumladan komplekslari ham:



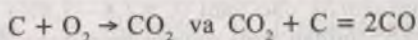
$\text{Fe}^{+3}$  ionini aniqlash uchun "sariq qon" tuzi eritmasidan qo'shilsa, to'q-yashil rangli cho'kma "Berlin lazuri"

$\text{Fe}^{3+}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3^{4-}$  hosil bo'ladi:

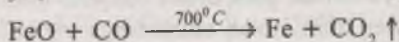
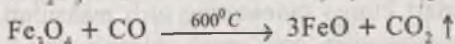
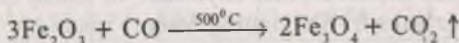


### XXV.3. Cho'yan ishlab chiqarish

Temirning asosiy qismi cho'yan va po'lat olishga sarflanadi. Cho'yan ishlab chiqarish domna pechlarida olib boriladi. Domna jarayoni 33-rasmda aks ettirilgan. Domna pechi balandligi 30 m, kengligi 6 m va ichki qismi o'tga chidamli g'ishtdan iborat. Yuqori qismi "shaxta", yuqori tuynugi "koloshnik", keng qismi "raspar" va tubi "gorn" deyiladi. Pech ruda —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , koks va flyus — suyuqlanish temperaturasini pasaytiruvchi moddalar bilan to'ldiriladi. Koks ham yonilg'i, ham qaytaruvchi vazifasini bajaradi. Gorn orqali pastdan 600—800°C dagi havo yuboriladi. Koks yonadi:



Temperatura yuqorilashib CO gazi yuqoriga chiqq boshlaydi va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ni qaytaradi:



Shu bilan birga ruda tarkibida boshqa elementlar (Si, Mn, P) ham bo'lib, ular ham qaytariladi. Pechning shaxta qismida hosil bo'lgan qattiq temir 1000°C da sekin-asta yuqori haroratli qismi rasparga tusha boshlaydi va suyuq holga o'tib, 1800°C da koks bilan ta'sirlashib suyuq cho'yan ni hosil qiladi. Suyuq cho'yan oqib gornga tushadi va shlakdan ajratib,

quvurdan quyib olinadi yoki po'lat ishlab chiqarish uchun Marten pechlariga yuboriladi. Cho'yan kulrang, yaltiroq, mexanik jihatdan mo'rt qotishma. Cho'yan tarkibi 4% gacha C, 92—95% gacha Fe va H, P, S lardan iborat. Cho'yanning turlari uning tarkibidagi uglerodning holatiga ko'ra: oq, kulrang cho'yanlarga bo'linadi.

**Oq cho'yanda** uglerod, asosan sementit tarkibida bo'lib, "Fe—C" aralashmasi suyuqlanmasini tezlik bilan sovutish tufayli hosil bo'ladi, sirti oq. Bu cho'yan yuqori bosimli sharoitlarda ishlovchi detallar tayyorlashda ishlatiladi.

**Bolg'alanuvchan cho'yan.** Oq cho'yanni 1000°C gacha 10—12 soat qizdirib, 700°C gacha sovutilib, 20—30 soat saqlab turilsa va unga legirlovchi qo'shimcha Si, Ni, Cu, Al, Co, Ti lar qo'shilsa yaxshi deformatsiyalanuvchi cho'yanga aylanadi. Undan avtomobil, traktor va mashinasozlikda foydalaniladi.

**Kulrang cho'yan.** Tarkibida uglerodning "plastik simob" tuzilishi saqlagan bo'lib, silindr, vtulka va jihozlarning statik asoslarini yasashda ishlatiladi. Kulrang cho'yanga turli modifikatorlar (kukunsimon Mg, V, Ca, Ce) qo'shib "yuqori chidamli" cho'yan olinadi ( $G=100$  MPa).

Cho'yanning korroziyaga chidamliligini oshirish uchun Ni va Cu; ishqor va kislotaga chidamliligini oshirish uchun Ni va Cr; o'tga chidamliligini oshirish uchun Al, Si, Mo; antifriksion xususiyatini oshirish uchun Si, Mn, Cu qo'shimchalar qo'shib maxsus cho'yanlar olinadi. Ishlatilish maqsadlariga ko'ra cho'yan *qayta ishlanadigan* ( $C>4\%$  bo'lgani uchun qayta ishlanib po'lat olinadi) va *quymakorlik* cho'yani ( $C=2,8—3,8\%$ ) ga bo'linadi. Quymakorlik cho'yanidan turli quyma buyum va detallar olishda, mashinasozlikda foydalaniladi.

Cho'yan ishlab chiqarish jarayoni unumdorligini oshirish uchun issiq havo oqimi kislorod bilan boyitiladi va ishlab chiqarish 1,5 martagacha tezlashadi. Shaxtaning yuqori qismidan chiqadigan koloshnik gazlari kimyo sanoatining turli mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun yuborilsa, gorn orqali chiqarib olinadigan shlaklar turli qurilish materiallari ishlab chiqarishga yuboriladi.

Domna jarayoni "uzluksiz" (bir ishlatilsa, bir necha yil to'xtatilmaydi) ishlab chiqarish turiga kiradi, uning umumiy hajmi 2000 m<sup>3</sup>, unda 7000 t aglomerat, ruda va boshqa moddalar aralashmasi 2000 t koks ishlatilib, bir sutkada 4000 t gacha cho'yan ishlab chiqariladi (minutiga 2,5 t cho'yan).

## XXV.4. Po'lat ishlab chiqarish

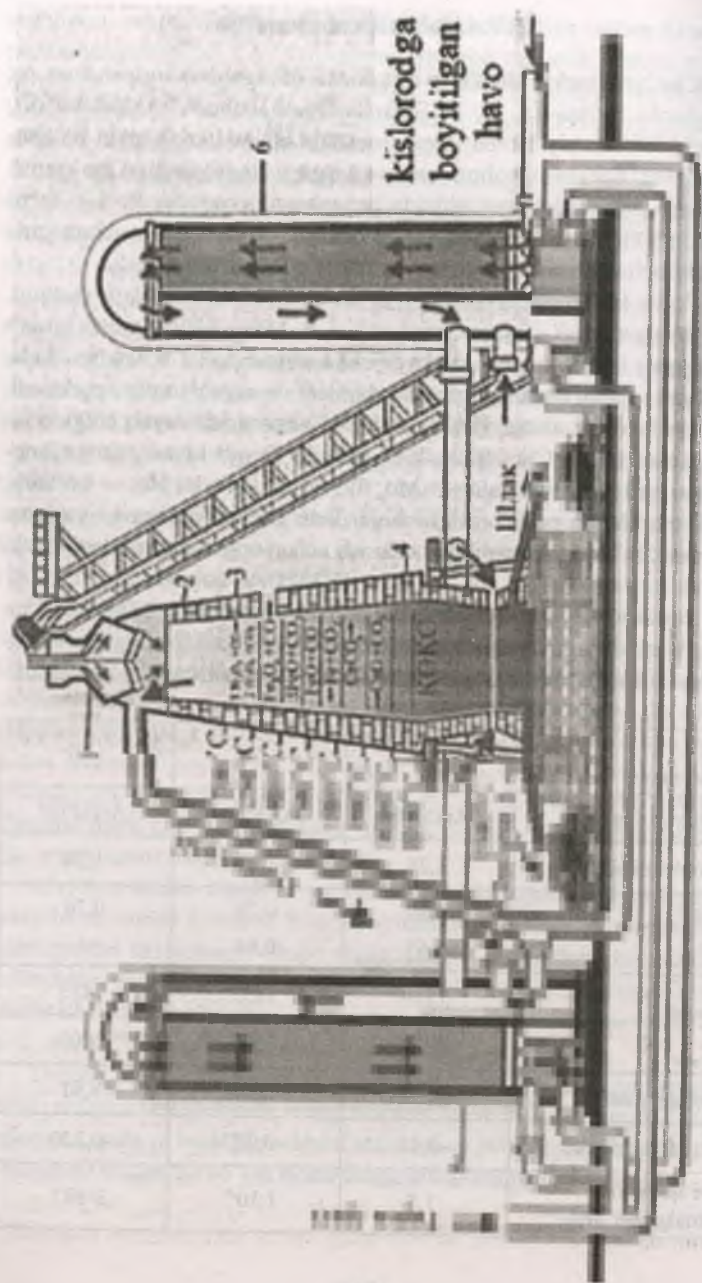
Cho'yan tarkibida ko'p miqdorda (5%gacha) uglerod va oz miqdorda bo'lsa-da, Si, P, S lar bo'lgani uchun "mo'rt" bo'lib, elastik deformatsiyalanmaydigan, mexanik ishlov berish qiyin bo'lgan qotishma bo'lgani uchun uni po'latga aylantiriladi. Cho'yanni po'latga aylantirishning asosida ortiqcha uglerod, Si, P, S — larni oksidlab chiqarib yuborish, ma'lum xususiyatlar berish uchun turli qo'shimcha metallar (legirlovchi modda) qo'shish yotadi.

Po'lat ishlab chiqarishning Marten va Bessemer usullari mavjud.

*Marten usuli* (fransuz muhandisi P. Marten tomonidan ishlab chiqilgan) bo'yicha: pechga qayta ishlanadigan po'lat bo'laklari, ruda, cho'yan solinib, qizdirilgan havo yuboriladi va suyuq yoqilg'i purkaladi. Yuqori haroratli alanga (1800 — 1900°C) vositasida suyuq holga o'tadi, aralashmalar  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  holida chiqib ketadi. Suyuq metallga turli qo'shimchalar — Mo, W, V, Cr, Ni, B, Be — qo'shib, turli markadagi po'lat ishlab chiqariladi. Po'latning korroziyaga va mexanik ta'sirga chidamliligini oshirish uchun unga quyidagi legirlovchi qo'shimcha (Cr, Mn, Co, Ni, Mo, W, Si) lar qo'shiladi.

*Bessemer (yoki konvertor) usulida* suyuqlantirilgan cho'yan orqali qizdirilgan havo purkaladi. Cho'yan tarkibidagi qo'shimchalar oksidlanib, gaz yoki shlaklar holida chiqarib yuboriladi.

Öossalari	Element	${}_{26}\text{Fe}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{28}\text{Ni}$
Elektron formulasi		$(\text{Ar})3d^64s^2$	$(\text{Ar})3d^74s^2$	$(\text{Ar})3d^84s^2$
Atom radiusi,		1,26	1,25	1,24
$r_{\text{ion}} \text{E}^{+2}$ ,		0,80	0,78	0,74
$\text{E}^{+3}$ ,		0,67	0,64	—
$t_{\text{soyqil}}^{\circ} \text{ } ^{\circ}\text{N}$		1539	1493	1453
$t_{\text{qayn}}^{\circ} \text{ } ^{\circ}\text{N}$		2870	3100	2900
Zichligi, $\text{g/sm}^3$		7,87	8,84	8,91
$\Delta^{\circ}, \Delta(E^{\circ} - 2\Delta^{\circ} \text{ } ^{\circ}\text{Y}^{+2})$		-0,44	-0,277	-0,250
Yer qobig'ida tarqalganligi, at%		1,5	$1 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$



33-rasm. Cho'yan ishlab chiqarish.

## XXVI bob

### IV A GRUPPACHA ELEMENTLARI

**Asosiy tushunchalar:** uglerod, olmos, grafit, kremniy, qo'rg'oshin, qalay, karbid, silitsiy, karbonat, silikatlar, gidrokarbonatlar, qum-tuproq, kvars, shisha, sement, chinni, karbonat angidridi, is gazi, suyuq shisha.

#### XXVI.1. Umumiy xossalari

Uglerod gruppachasi ugleroddan tashqari kremniy, germaniy, qalay va qo'rg'oshin elementlaridan iborat.

Bu gruppacha elementlari atomlarining oxirgi elektron qavatida 4 ta ( $ns^2np^2$ ) valent elektronlar mavjud. Shu boisdan, ular o'z birikmalarida atomlarining tashqi pog'onasidagi juftlashmagan ikkita elektroni hisobiga, odatdagi holatda ikki valentli, qo'zg'algan holatida esa to'rtta juftlashmagan elektronlari hisobiga to'rt valentli, oksidlanish darajalari  $-4, 0, +2, +4$  bo'ladi.

Lekin uglerod ayrim hollarda III valentli (CO) va  $-4$  dan  $+4$  gacha (sakkiz xil) oksidlanish darajasidagi birikmalarni hosil qiladi.

Bu elementlarning vodorodli birikmalar hosil qilish ehtimolligi va ularning barqarorligi C dan Pb ga tomon kamayadi, chunki bu qatorda element atomlarining radiusi keskin ortib, elementning elektromanfiyligi kamayib boradi.

Qizig'i shundaki, bu gruppada C dan Pb ga borgan sari aynan bir element atomlarining o'zaro kimyoviy bog'lanish hosil qilishga moyilligi kamayadi. Deyarli barcha elementlardan farqli o'laroq, C atomlari o'zaro birlamchi (C—C), ikkilamchi (C=C), uchlamchi (C≡C) bog'lar hosil qilish bilan to'g'ri, tarmoqlangan va halqasimon (gomotsep) "zanjir"lar hosil qiladi. Bu katenatsiya hodisasi deyiladi. Buning sababi uglerod atomining tashqi elektron qavatidagi valent elektronlar soni (4 ta) valent orbitallar (1 ta s va 3 ta p) soni (4 ta) ga teng bo'lib, C—C bog'larining energiyasi juda yuqori 350,0 kJ/mol ekanligidir. Shuning uchun ham uglerod birikmalarining turi va soni boshqa elementlarnikiga nisbatan beqiyos ko'pdir.

Bu gruppacha elementlarida gruppacha raqamidan past valentlik (II) namoyon qilishga moyillik C dan Pb ga tomon kuchayadi. Bunday xususiyatning yuzaga kelishiga atom yadro zaryadi ortishi bilan tashqi elektron qavatidagi  $ns^2$  elektronlarning kimyoviy bog' hosil bo'lishida ishtirok etish imkoniyatining kamayib borishi, ya'ni "inert elektron juftligi" effekti sabab bo'ladi. Shuning uchun Pb(IV)ning birikmalari kuchli oksidlovchi bo'lib, osonlik bilan Pb(II) birikmalariga aylanadi.

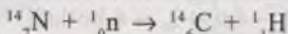


Bu gruppada C, Si, Ge, Sn, Pb qatorida metallmaslik xossalari kuchsizlanib, metallik xossalari kuchayadi. Bu o'zgarishlar ularning oksidlari va gidroksidlari xossalarida ham namoyon bo'ladi. Agar  $\text{CO}_2$  — gazi suvda erib, kuchsiz kislotaga hosil qilsa,  $\text{PbO}$  asosli xossasi yuqoriroq bo'lgan amfoter oksiddir.

Bu elementlar oddiy birikmalarining xossalari o'ziga xos bo'lib, elementlarning tartib raqami ortishi bilan suyuqlanish temperaturallari kamayib boradi

## XXVI.2. Uglerod

Uglerod IV gruppaning dastlabki elementi bo'lib, p-metallmaslar qatoriga kiradi. Uning Yer sharidagi umumiy miqdori 0,14% ni tashkil etib, tabiatda erkin holatda va birikmalar tarkibida uchraydi. Asosan ikki xil barqaror izotoplar:  $^{12}\text{C}$  (98,892%) va  $^{13}\text{C}$  (1,108%) holida bo'lsa-da, kosmik nurlar ta'sirida  $\beta$  — radioaktiv izotopi  $^{14}\text{C}$  ham mavjud. U quyidagicha hosil bo'ladi:



Bu izotopning miqdoriga asoslanib, o'simlik qoldiqlarining yoshi aniqlanadi. Tarkibida uglerod saqlagan tabiiy manbalar qatoriga oqsillar, uglevodlar, nuklein kislotalar, tabiiy gazlar, neft, toshko'mir va  $\text{CaCO}_3$  — ohaktosh, magnezit —  $\text{MgCO}_3$ , dolomit —  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  lar kiradi. Erkin holatda uglerod uch xil allotropik shakllar: grafit, olmos, karbin ko'rinishida uchraydi.

*Grafit* — uglerod atomlari  $sp^2$  — gibril orbitallarining o'zaro qoplanishi tufayli hosil bo'lgan olti a'zoli halqalarning bir-biriga tutashuvidan hosil bo'lgan qabatlardan tashkil topgan oddiy modda (34, b-rasm). Bu qavatlardagi C — atomlari harakatchan  $2p$  — elektronlar vositasida ham bog'lanadi. Bunday bog' tufayli grafit metallik, yaltiroqlik, anizotrop elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega. Qattiq holda bo'lsada, ancha mo'rt, qo'lga tegsa yoki qog'oz sirtida qora iz qoldiradi.

*Olmos* — kristall panjarasida  $sp^3$  — gibrilidanish tufayli uglerod atomlari tetraedrik joylashgan, kubsimon tuzilishli oddiy modda (62, a-rasm). *Olmos* — qattiqligi ko'pchilik moddalarnikidan yuqori bo'lgan, o'ta shaffof, yorug'lik nurini kuchli qaytaruvchi qimmatbaho tosh (*brilliant*)dir, uning zichligi  $3,5 \text{ g/cm}^3$  ga teng. Og'irligi "karat"larda o'lchanadi (1 karat = 0,2 g). Tabiatda ba'zan "qora olmos" namunalari ham uchraydi. 80 ming atmosfera bosimda va  $2500^\circ\text{C}$  da grafitdan *sun'iy olmos* olinadi. Olmosning kristall panjarasida uglerod atomlarining koordinatsion soni 4 ga, grafitda 3 ga va karbinda 2 ga teng.

**Karbin** — qora kukun. Uning tuzilishini quyidagicha tasavvur etish mumkin:  $-C=C-C=C-C=$  (poliatsetilen) va  $=C=C=C=C=$  (polikumulen). Uglerod atomlari elektron orbitalarining gibridlanishi —  $sp^1$ , toshko'mir va qora qurum uglerodning karbin ko'rinishini saqlaydi.

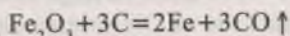
Karbin yarimo'tkazgich, yorug'lik ta'sirida uning o'tkazuvchanligi oshadi.

Agar yog'och yonib cho'g'ga aylangan holatida suv sepib o'chirilsa, toshko'mir yoki yog'och quruq haydalsa qora rangli, engil, g'ovak tuzilishli mahsulot — *yog'och (pista) ko'miri* yoki *aktivlangan ko'mirga* aylanadi. Aktivlangan ko'mir g'ovakligi tufayli juda katta sirt yuzasiga (1000 m<sup>2</sup>/g) ega bo'lgani uchun o'z sirtiga gazsimon va suyuq (yoki suyuqliklarda erigan) moddalarni singdirib olish xossasiga ega. Buni 1785 yilda T. E. Lovits aniqlagan. Bu hodisa — *adsorbsiya* hodisasi bo'lib, pista ko'mir *adsorbent* deyiladi. Sirtiga moddalarni yutib olish xossasiga ega bo'lgan ko'mir aktivlangan ko'mir deyiladi. Uglerodning bu xossasidan foydalanib turli eritmalardagi qo'shimchalar, rangli moddalar ajratib olinsa, havo zaharli gazlardan (protivogaz yordamida) tozalanadi. Tibbiyotda organizmning zaharlanishi aktivlangan ko'mir (karbolen) donachalari yordamida davolanadi.

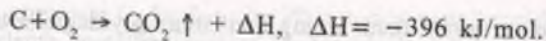
**Uglerodning kimyoviy xossalari.** Uglerod oddiy sharoitda inert modda bo'lib, qizdirilganda kimyoviy faolligi ortadi. Chunki ortiqcha energiya ta'sirida normal holatdagi uglerod atomi:  $C(\text{norm}) + E(\text{qo'zg'}) \rightarrow C(\text{qo'zg'})$  holatga o'tadi va reaksiyon qobiliyati oshadi.

Uglerod atomlari reaksiyaga kirishayotgan modda xususiyatidan kelib chiqib, elektron olishi (oksidlovchi) yoki berishi (qaytaruvchi bo'lishi) mumkin. Bu reaksiyalar uchun uglerod grafit yoki koks (ko'mir) ko'rinishda ishlatiladi.

a) Metallarning oksidlari bilan ko'mir qizdirilganda uglerod oksidlanadi va *qaytaruvchi* xossasini namoyon qiladi. Metall sof holda olinadi. Bu usul karbotermiya (ugletermiya yoki karbotermiya) deb ataladi. Bu usul bilan Cr, Fe, Si, P — elementlarini olish mumkin. Masalan:

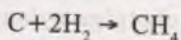


b) Yuqori temperaturada uglerod metallmaslar bilan birikadi. Kislorod ta'sirida yonadi:



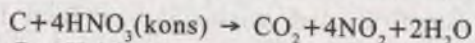
$CO_2$ ,  $CCl_4$ ,  $CS_2$  larda uglerod +4 oksidlanish darajasiga ega. Bu reaksiyalarda uglerod qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi.

d) Vodород bilan reaksiyaga kirishib, metan hosil qiladi:



$CH_4$  da C<sup>-4</sup> holida bo'lib, bu yerda *oksidlovchi* xossasini namoyon qilgan.

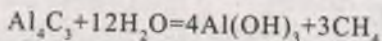
e) Uglerod kuchli oksidlovchilar ta'sirida oksidlanadi:



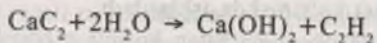
### XXVI. 3. Karbidlar

Uglerod ko'pchilik metallar bilan yuqori temperaturada  $Me_xC_y$  tarkibli birikmalar — karbidlarni hosil qiladi. Bulardan p — elementlarning karbidlari  $Be_2C$ ,  $Al_4C_3$  — metanidlar; s- va d- metallarning karbidlari  $Ag_2C_2$ ,  $CaC_2$  — atsetilenidlar deyiladi.

**Metanidlar** suv ta'sirida gidrolizlanib metan ( $CH_4$ ) gazini hosil qiladi:

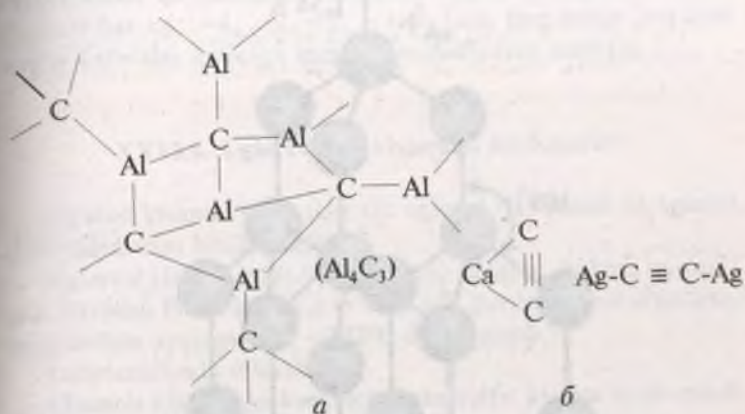


**Atsetilenidlar** suv ta'sirida gidrolizlanib atsetilen gazini hosil qiladi:



Bu bilan ular kuchsiz kislota xossalarini namoyon qiladilar. Karbidlar tuzilishi bilan ham bir-biridan farq qiladi. Metanidlarda uglerod atomlari o'zaro bog'lanmagan, ya'ni ularda uglerod atomlari faqat metall atomlari bilan bog'lanadi, ya'ni C — C bog'lari yo'q (a).

Atsetilenidlarda bir vaqtda Me—C va —C ≡ C — bog'lari mavjud (b).

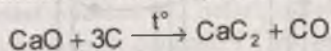


**Karbidlarning xillari.** a) d-metallarning oddiy tarkibli karbidlari: TiC, ZrC, HfC, VC, Mo<sub>2</sub>C, W<sub>2</sub>C, Mn<sub>3</sub>C, Fe<sub>3</sub>C (xom cho'yan); Co<sub>3</sub>C yuqori qattqlikka ega bo'lgan metallsimon qotishmalar bo'lib, elektr tokini, issiqlikni yaxshi o'tkazuvchan va elektr qarshilikning musbat termik koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi.

b) murakkabroq tarkibli Cu<sub>2</sub>C, Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, Au<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, HgC<sub>2</sub> karbidlar kuchsiz mexanik ta'sir natijasida kuchli portlash xossasiga ega.

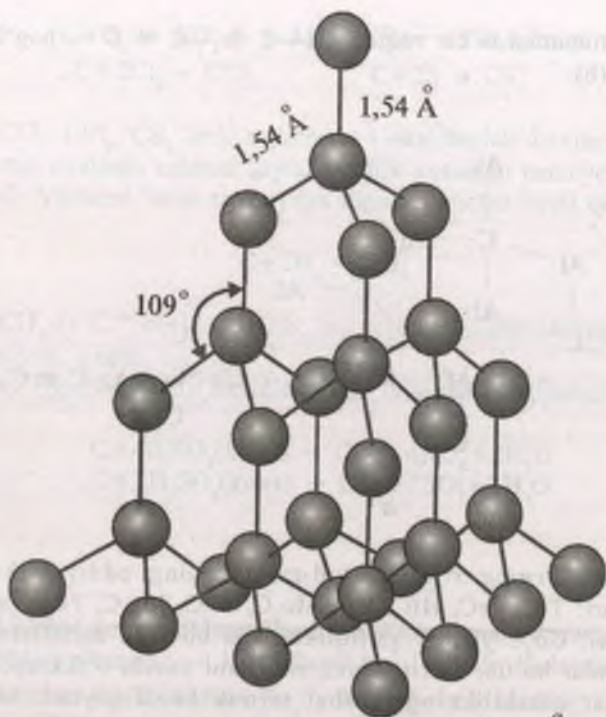
Mo, W, V, Nb larning karbidlari issiqlikka bardoshli, qiyin suyuqlanuvchan 2000—3500 °C va korroziyaga chidamli qotishmalar bo'lsa, Fe, Mn, Co ning karbidlari termik va kimyoviy jihatdan ancha chidamsiz qotishmalardir.

Karbidlarni olishda turli reaksiyalardan foydalaniladi:

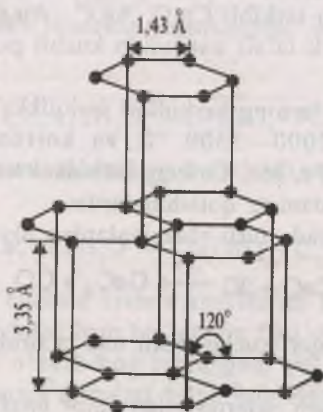


ushbu usul bilan yuqori kuchli elektr toki ta'sirida elektr pechlarda kalsiy karbid olinadi.

Metallmaslar ham uglerod bilan *binar birikma\** (karbid)lar hosil qiladi. Kremniy karbidi SiC va bor karbidi B<sub>4</sub>C<sub>3</sub> da kovalent bog'lanish mavjud. Bu birikmalar juda qattiq, yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lib, kimyoviy jihatdan passivdir. Kremniy



a



b

34-rasm.

à — Olmosning kristall panjarasi;  
 á — Grafitning kristall panjarasi.

karbidi — karborund yarimo'tkazgich xossasi tufayli elektron texnikada va yuqori temperaturada ishlaydigan yarim-o'tkazgichlar tayyorlashda qo'llaniladi. Karbidlarda uglerodning oksidlanish darajasi har xil: -4, -3, -2, -1 bo'ladi. Eng oddiy kovalent bog'li karbidlar qatoriga metanni ham kiritish mumkin.

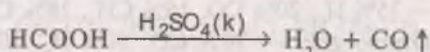
#### XXVI.4. Uglerodning kislorodli birikmalari

Uglerod kislorod bilan ikki xil: uglerod (II) oksidi va uglerod (IV) oksidlarini hosil qiladi.

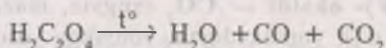
*Uglerod (II) - oksidi* CO (is gazi) rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz. Havodan bir oz engil ( $\rho = 1,25 \text{ g/l}$ ), suvda juda oz eriydigan, bo'g'uvchan xossaga ega,  $-192^\circ\text{C}$  da qaynaydi.

Laboratoriyada olinishi.

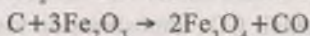
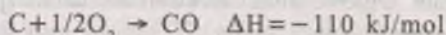
Chumoli kislotasiga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olish mumkin:



oksalat kislotani termik parchalab olinadi:

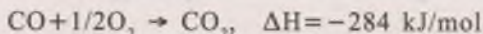


Sanoatda asosan uglerodni chala yonishi va ko'pchilik metall oksidlarini koks ishtirokida qaytarish, metanni suv bilan konversiyalash natijasida oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladi:



**Kimyoviy xossasi** jihatdan CO befarq oksidlar qatoriga kirib, unda uglerodning oksidlanish darajasi +2 va valentligi 3 ga teng, chunki  $\text{C} \rightleftharpoons \text{O}$  tuzilishga ega.  $r_{\text{C-O}} = 0,113 \text{ nm}$ . Bog'larning ikkitasi kovalent bog', bittasi donor-akseptor tabiatga ega.

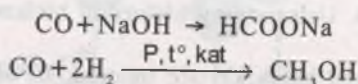
Is gazi havo kislorodi ishtirokida yonadi:



CO kuchli qaytaruvchilik xossasiga ega:



CO befarq oksid bo'lsa-da, yuqori bosimda va temperatura ta'sirida NaOH va vodorod bilan birikadi va natriy formiat va metil spirtini hosil qiladi:



Shu sababli organik moddalar sintezida asosiy xomashyo hisoblanadi. CO gazi ko'pchilik metallar bilan  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ,  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  kabi karbonil komplekslarini hosil qiladi. Uning bu xususiyatidan metallarning uchuvchan birikmalari va toza metallar olish texnologiyasida foydalaniladi.

CO ning boshqa gazsimon moddalar bilan aralashmasi kimyo sanoati uchun juda zarur xomashyo va yonilg'ilar qatoriga kiradi:

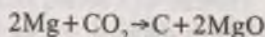
*Koks gazi* — 35%  $\text{H}_2$ , 20%  $\text{CO}$ , 15%  $\text{CH}_4$ , 18%  $\text{CO}_2$ , 11%  $\text{H}_2$ ;

*Havo (generator) gazi* — 30%  $\text{CO}$ , 60%  $\text{H}_2$ , 10%  $\text{CO}_2$ ;

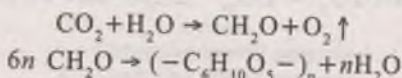
*Suv gazi* — 50%  $\text{H}_2$ , 40%  $\text{CO}$  va 10% boshqa gazlar aralashmasidan iborat.

**Uglerod (IV)- oksidi** —  $\text{CO}_2$  rangsiz, mazasiz, havodan og'ir ( $\rho = 1,977$  g/l), yonmaydigan, yonishga yordam bermaydigan, bo'g'uvchi gaz. 1 l suvda  $0^\circ\text{C}$  da 1,7 l eriydi. Yuqori bosim va past temperaturada ( $t^\circ_{\text{suvoql}} = -56,5^\circ\text{C}$ ,  $t^\circ_{\text{subl}} = -78,5^\circ\text{C}$ ) qattiq holga o'tadi. Molekulyar kristall panjarali "quruq muz" deb nomlanadigan moddaga aylanadi. Chiziqsimon tuzilishli  $r_{\text{cmo}} = 1,162^\circ\text{A}$  va  $\mu = 0$  qutbsiz molekula. Uglerod atomi elektron orbitallari  $sp^1$  — gibridlangan.

**Kimyoviy xossalari.**  $\text{CO}_2$  atmosferasida kislorod atomi bilan kuchli bog'lanish hosil qiluvchi metallar yonadi (oksidlanadi):

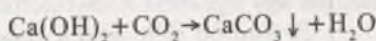


$\text{CO}_2$  fotosintez hodisasida ishtirok etuvchi eng asosiy modda bo'lib o'simliklar havodan  $\text{CO}_2$  ni va suvni o'zlashtirishi natijasida  $\text{O}_2$ , glyukoza va polisaxaridlar hosil qiladi:



$\text{CO}_2$  — “karbonat anhidridi” deb nomlanadi. Chunki uning suvda erishidan kuchsiz karbonat kislota hosil bo'ladi.  $\text{CO}_2$  kislotali oksidlarga xos barcha xususiyatlarni namoyon qiladi.

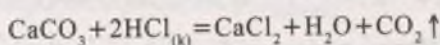
Asos (ishqor) va asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishadi, tuz va suv hosil qiladi. Ayniqsa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bilan reaksiyasida:



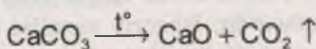
$\text{CaCO}_3$  (cho'kma) hosil bo'lishi havodagi  $\text{CO}_2$  miqdorini aniqlashda qo'llaniladi.  $\text{CO}_2$  gazidan oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash uchun inert muhit hosil qilishda, turli ichimliklar tayyorlashda foydalaniladi.

**Olinishi.** Uglerod (IV)-oksidi tabiatda organik moddalarning oksidlanishi, o'simliklar va hayvonlar qoldiqlarining chirishi, nafas olish, yoqilg'i yonishi natijasida hosil bo'ladi.

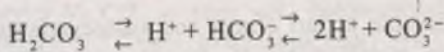
**Laboratoriyada** (Kipp apparatida) marmartosh (ohaktosh, bo'r)ga kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:



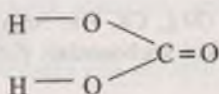
**Sanoatda** uglerod to'rt oksidi ohaktoshni qizdirish usuli bilan olinadi:



**Karbonat kislota** —  $\text{H}_2\text{CO}_3$  beqaror, faqat eritmalarda mavjud bo'ladigan, kuchsiz kislota. Bu modda yuqori bosim ostida  $\text{CO}_2$  gazini suvga yuttirish bilan hosil qilinadi (gazli suv). Shuning uchun uni  $\text{CO}_2$ •aq holida ham yoziladi. Bu eritma kuchsiz kislota xossasiga ega:

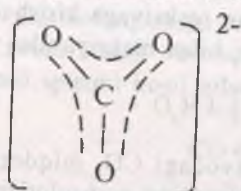


$$K_d^I = 4,1 \cdot 10^{-7}; \quad K_d^{II} = 5,6 \cdot 10^{-11}$$

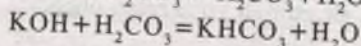
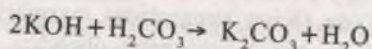
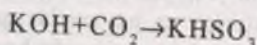




Karbonat kislota va uning gidrokarbonat, karbonat ionlarida uglerod va kislorod atomlari tekis uchburchakda joylashgan bo'lib, unda uglerod atomi orbitallari  $sp^2$  — gibrirlangan:

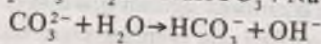
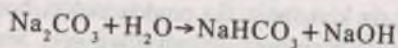


Ikki negizli kislota bo'lganligi sababli karbonat kislota o'rtta va nordon tuzlar hosil qiladi:



Hosil bo'lgan tuzlar gidrokarbonat (bikarbonat) lar  $Me(HCO_3)_n$  va karbonatlar  $MeCO_3$  deyiladi.

Kuchsiz asoslar bilan  $H_2CO_3$  emas, balki uning anhidridi —  $CO_2$  ta'sirlashib, ko'pincha asosli tuzlar hosil qiladi. Shulardan biri  $(CuOH)_2CO_3$  malaxitdir. Ishqoriy metallar karbonatlari suvda eruvchan bo'lib, gidrorlizlanishi sababli eritmalari ishqoriy muhitga ega ( $pH > 7$ ):



Karbonat kislota tuzlari o'ziga xos xususiyatlarga ega:

a) I gramma metallari Na, K, Rb, Cs ning gidrokarbonatlari suvda kam eruvchan, karbonatlari esa yaxshi eruvchanlik xossasiga ega.

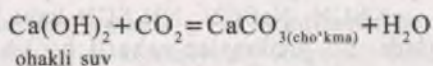
b) II gramma metallari (Mg, Ca, Ba, Sr)ning gidrokarbonatlari suvda yaxshi eriydi, lekin karbonatlari juda yomon eruvchan moddalardir:

$$EK_{CaCO_3} = 3,8 \cdot 10^{-9} \quad EK_{CrCO_3} = 1,1 \cdot 10^{-10} \quad EK_{BaCO_3} = 4 \cdot 10^{-10}$$

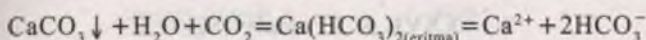
Bu tuzlarning kam eruvchanligidan foydalanib, analitik kimyoda II gramma kationlari ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ )ni aniqlashda va aksincha  $\text{CO}_3^{2-}$  — anionini aniqlashda foydalaniladi.

d)  $\text{Al}^{3+}$  va ba'zi d- metallar ionlari ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ )ning gidrokarbonatlari va karbonatlari umuman mavjud emas. Chunki bu tuzlar yaxshi gidrolizlanish xossasiga ega bo'lgani uchun ularni umuman qattiq holda ajratib olib bo'lmaydi.

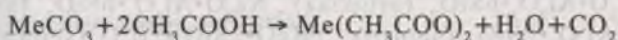
e) kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$  suvda erimaydi, shuning uchun ohakli suvdan  $\text{CO}_2$  o'tkazilganda loyqa hosil bo'ladi (ohakning oqartiruvchilik xossasi ham shunga asoslangan):



Ammo  $\text{CO}_2$  davomli o'tkazilaversa, eritma tiniqlashadi. Buning sababi gidrokarbonatning hosil bo'lishidir:



f) suvda kam eruvchan metall karbonatlari sirka kislotasi —  $\text{CH}_3\text{COOH}$  eritmasida eriydi. Bu reaksiyadan foydalanib karbonatlar hamda hosil bo'lgan quyqalar (bug' qozonlari, uy-ro'zg'or buyumlari) tozalanadi:

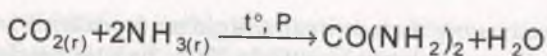


$\text{CaCO}_3$  — kristall holatda (marmartosh) va qisman amorf holatda (ohaktosh, bo'r) mavjud bo'lib, asosan tabiiy mineral sifatida qazib olinadi. U karbonat anhidridi, so'ndirilmagan ohak olishda, qurilish materiali, yozuv quroli sifatida keng ishlatiladigan modda.

*Natriy karbonat*  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — soda yoki *kalsinatsiyalangan soda* nomi bilan yuritiladi. Uning kristallogidрати  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  *kristallik soda* deyiladi. Soda kimyo sanoatining asosiy mahsulotlaridan biridir. U shisha sanoatida, sovun, qog'oz ishlab chiqarishda, to'qimachilik sohasida, neft sanoatida, uy-ro'zg'or va xo'jalikda ishlatiladi.

Uglerodning ahamiyatga ega bo'lgan birikmalaridan yana biri karbamiddir.

*Karbamid yoki mochevina* —  $\text{CO(NH}_2)_2$  oq kristall, suvda yaxshi eriydigan, elektrolitmas modda bo'lib, quyidagi reaksiya bo'yicha olinadi:



Karbamid qishloq xo'jaligida azotli o'g'it sifatida va chorva mollari ozuqasiga qo'shib beriladigan qo'shimcha tariqasida ishlatiladi. Karbamiddan arzon plastmassa (karbamid smolasi) olinadi. Karbamid ko'pchilik organik, dorivor moddalar olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Bulardan tashqari, uglerod galogenlar bilan  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{COCl}_2$  — fosgen,  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  — freon, uglerod (IV)-sulfidi —  $\text{CS}_2$  va sianid kislotasi —  $\text{HCN}$ , uning tuzlari —  $\text{KCN}$ ,  $\text{NaCN}$ ; tiotsianid (rodanid)lar —  $\text{KSCN}$ ,  $\text{NaSCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{SCN}$  kabi birikmalarni ham hosil qiladi. Bu birikmalar zaharli bo'lib, o'ziga xos maqsadlar uchun ishlatiladi.

Tabiatda uglerodning asosiy qismi — organik moddalar tarkibiga kiradi.

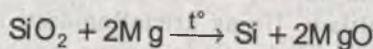
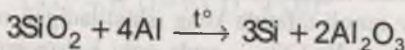
## XXVI. 5. Kremniy (Si)

IV guruhning keng tarqalgan elementlaridan yana biri kremniydir. Kremniy tabiatda qumtuproq ( $\text{SiO}_2$ ) va turli silikatlar tarkibida uchraydi, yer po'stlog'ining 26% ni tashkil etadi.

Tabiiy silikatlar:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (kaolin);

$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  (ortoklaz);  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  (albit);  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  (anortit);  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (serpentin);  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (talk).

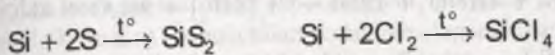
**Olinishi.** Sanoatda kremniy uning oksidini magniy, alyuminiy kabi metallar bilan qaytarib olinadi:



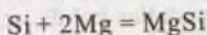
**Fizik xossalari.** Si to'q-kulrang yoki jigarrangli kristall (ba'zan kukunsimon) modda

**Kimyoviy xossalari.** Kremniy amorf va kristall holatda bo'ladi Metallmaslar va metallar bilan turli sharoitda reaksiyasi:

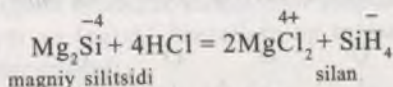
a) Kristall holatdagi kremniy fluor bilan oddiy temperaturada, kislorod, xlor, oltingugurt bilan esa 400—600°gacha qizdirilganda reaksiyaga kirishadi:



b) Kremniy yuqori temperaturada metallarning suyuqlanmalarida erib, silitsidlarni hosil qiladi:



Bu silitsidlarda kremniy (-4) oksidlanish darajasida bo'lib, ular kislotalar ta'sirida kremniyning vodorodli birikmalarini hosil qiladilar:

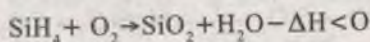


Bu birikmalar qatoriga kiruvchi:

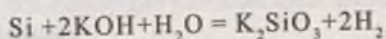
Kremniy karbidi (karborund) SiC — qattiq, qiyin suyuqlanadigan modda. Uning qattiqligi olmosga yaqinlashadi. Karborund yarimo'tkazgich xossaga ega. U abraziv material sifatida, elektr pechlarda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

Kremniy nitrid Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> — kimyoviy reaksiyalarga bardoshli va yuqori temperaturaga chidamli birikma. Unga HF, ishqor eritmasi, metallar ta'sir etmaydi. Ular o'tga chidamli buyumlar, yuqori temperaturaga chidamli yarim-o'tkazgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

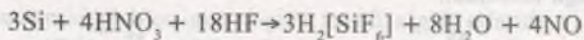
d) Silanlar Si<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> to'yingan uglevodorodlarga o'xshash gazsimon moddalar, kuchli qaytaruvchi bo'lib, havoda o'z-o'zidan alanganadi:



e) Kremniy ishqorlar bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, silikatlar hosil qiladi va vodorod ajralib chiqadi:

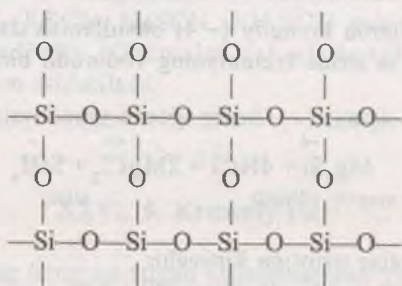


f) Kremniy kislotalar ta'siriga chidamli bo'lib, faqat  $\text{HNO}_3$  va  $\text{HF}$  larning konsentrlangan eritmaları aralashmasida eriydi:

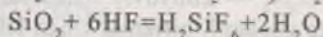
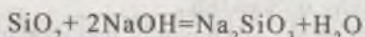


$\text{H}_2[\text{SiF}_6]$  — geksaftorosilikat kislota deyiladi, suvda eriydigan modda.

Kremniy (IV)-oksidi —  $\text{SiO}_2$  qumtuproq, kvarts, tog' xrustali, glinozem nomlari bilan aytiladi. Oq amorf kukun yoki chiroyli shaffof atom panjarali kristallar holida uchraydi:

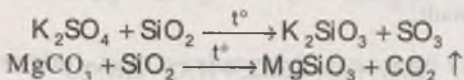


Shu sababli yuqori qattqlikka ega, kislota ( $\text{HF}$  dan tashqari) lar ta'siriga chidamli. Lekin,  $\text{HF}$  va ishqorlar ta'sirida emiriladi:



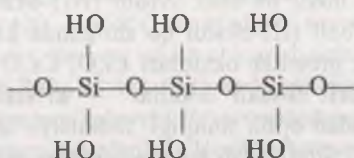
$\text{SiO}_2$  ning kvarts ko'rinishi  $1800^\circ$  gacha chidamli modda. Kislotali oksid xossasiga ega. Suvda erimaydi.

Kremniy oksidi yuqori temperaturada kislotali oksidlarni ularning tuzlaridan siqib chiqaradi:



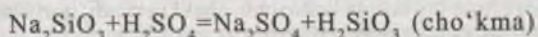
## XXVI.6. Kremniy kislotalari

**Ortosilikat** —  $H_4SiO_4$  va metasilikat —  $H_2SiO_3$  kislotalari mavjud bo'lib, ular kuchsiz kislotalardir. Umuman, kremniy kislotalari  $[nSiO_2 \cdot mH_2O]$  ( $m \leq n$ ) formula bilan ifodalaniib o'zgaruvchan tarkibga ega. Lekin har qanday holda ham uning asosiy tarkibi  $[SiO_4]^-$  gruppadan iborat, polimer tuzilishli modda:

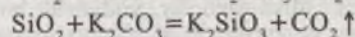
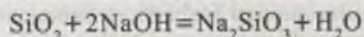


Ularning suvda erimaslik sababi ham shunda. Lekin ishqorlar ta'sirida eriydi va tegishli metallarning tuzlarini hosil qiladi. Tuzlari **silikatlar** deyiladi.

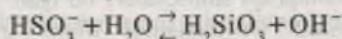
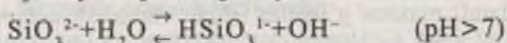
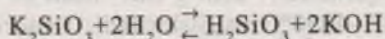
Silikat kislota tuzlaridan ishqoriy metallarning silikatlari eruvchandir. Bu tuzlarga xlorid yoki sulfat kislota ta'sir ettirilsa, silikat kislota cho'kma holatida ajralib chiqadi:



**Natriy va kaliy silikatlari eruvchan shisha**, ularning eritmalari **suyuq shisha** deb ataladi, ular yelim (kley) sifatida ishlatiladi. Eruvchan shishalar quyidagi reaksiyalar asosida olinadi:



Natriy va kaliy silikatlari suvda eriydi va anion bo'yicha gidrolizlanadi. Eritma tiniq bo'lmasdan kolloid eritma holida bo'lib, suyuq shisha yoki qog'oz elimi (kleyi) sifatida ishlatiladi:



Sun'iy ravishda olinadigan silikatlar katta ahamiyatga ega. Ularning asosiysi **shishadir**.

Qumtuproq, natriy oksidi (karbonat) va kalsiy oksidi (karbonati) qo'shib yuqori temperaturada hosil qilingan suyuqlanma juda tezlik bilan sovitilsa, shishaga aylanadi Xomashyo sifatida kvarts qumi, ohaktosh va soda ishlatiladi.

Xomashyoga  $PbO$  qo'shilsa, billur (xrustal) shisha hosil bo'ladi. Optik shisha  $PbO$ ,  $BaO$ ,  $B_2O_3$  oksidlari qo'shib olinadi. Volfram, molibden oksidlari qo'shilsa, yuqori temperaturaga chidamli shisha hosil bo'ladi. Xrom (III)-oksidni qo'shilganda yashil rangli, kobalt (II)-oksidni qo'shilganda ko'k rangli shisha olinadi. Ishqoriy metallar oksidlari  $Li_2O$ ,  $Cs_2O$  bilan alyuminiy oksidi qo'shib turli xossalari "sitallar" — kristall shisha olinadi, ular oddiy shishadan optik tiniqligi, radiatsiya ta'siriga befarqligi bilan farq qiladi. Sitallardan truboprovodlar, naylar, elektroizolyatorlar, teleskoplar, kimyoviy reaktorlar, uy-ro'zg'or buyumlarini va optik tolalar tayyorlanadi.

Xalq xo'jaligida keng qo'llaniladigan silikatlar qatoriga yana sement, chinni, sopol, fayans, g'isht kabi mahsulotlar kiradi.

*Chinni, fayans va sopol* buyumlar kremniy birikmalari (qumtuproq) asosida tayyorlanib, shixtaga turli miqdoriy nisbatlarda aralashirilgan moddalar aralashmasiga suv qo'shiladi va yetarli darajada ishlov beriladigan qorishma loy holiga keltiriladi, shakl beriladi, quritiladi va dastlab yuqori temperatura ( $900-1000^{\circ}C$ ) da pishiriladi. Bu buyumning asosi hisoblanib, uning sirtiga turli rang beruvchi maxsus oksidlar aralashmasidan surtiladi. So'ngra ikkinchi marta  $1320-1350^{\circ}C$  da tobiga etkaziladi va tayyor buyum holiga keltiriladi.

Bunday buyumlar qatoriga Toshkent va Samarqand chinni zavodlari mahsulotlari, chinni idish-tovoqlar, yodgorlik buyumlari, vazalar, izolyatorlar, Buxoro, Xiva, Quva shaharlarida ishlab chiqariladigan turli sopol idishlar, yodgorlik buyumlari, pardoqlash materiallari kiradi.

*G'isht* ishlab chiqarishda yuqoridagidek ma'lum tarkibga mos keluvchi shixta (aralashma) tayyorlanadi va aniq shakl berilgan xom mahsulot quritiladi, "xom g'isht" hosil bo'ladi. Quritilgan xom g'isht  $900-1050^{\circ}C$  da pishiriladi. Yuqori temperaturaga chidamli maxsus g'ishtlar ishlab chiqarish uchun  $93-96\% SiO_2$ ,  $4-7\% CaO$  va boshqa qo'shimchalari bo'lgan xomashyo  $1300-1400^{\circ}C$  da pishiriladi. Bu mahsulot "dinas" g'ishti deyiladi va  $1690-1720^{\circ}C$  ga chidamli bo'ladi.

Qumtuproq bilan maydalangan *shamot aralashmasi* (1:1 dan to 1:3 nisbatgacha) tayyorlanadi,  $1300-1400^{\circ}C$  da pishiriladi. Bunday g'isht "shamot"li g'isht deyiladi va u  $1730^{\circ}C$  ga chidamli bo'ladi va o'tga

**chidamli g'isht** ham deyiladi. Pishirilgan g'ishtlarga turli shakl berilib, ularning sirtiga maxsus aralashmalar ( $\text{CoO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{NiO}$ ) asosida tayyorlangan "glazur" (sirlar) surtilib yuqori temperaturada qayta ishlanadi. Bular *sirlangan g'ishtlar* bo'lib, Buxoro, Samarqand, Xiva, Toshkent, Termiz, Qo'qon shaharlaridagi qadimiy yodgorliklarda ishlatilgan va hozirda ularni qayta tiklash va ta'mirlash uchun ishlab chiqarilmoqda.

**Sement** — tabiiy silikatlar, qumtuproq, ohaktosh —  $\text{CaCO}_3$  birgalikda aralastirilib, 1400—1450°C da qizdirib, maydalab olinadigan kukunsimon mahsulot. Sement ishlab chiqarish uchun tarkibida 64—67%  $\text{CaO}$ , 21—24%  $\text{SiO}_2$ , 4—7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va 2—4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saqlagan *klinker* hosil qilish uchun mos keluvchi *shixta* (aralashma) tayyorlanadi va yuqoridagi temperaturada qizdiriladi. Hosil bo'lgan qizdirish mahsuloti — klinker, asosan, kalsiy silikati va alyuminatlaridan iborat qattiq mahsulot bo'lib, tegirmonda maydalanadi.

Hosil bo'lgan mahsulot — sement turli markalar bilan tavsiflanadi: 200, 250, 300, 400, 500 va 600. Buning ma'nosi, shu sement asosida tayyorlangan va 28 kun qotirib qo'yilgan qotishmaning har 1  $\text{sm}^2$  sirti 200, 250, 300, 400, 500 va 600 kg yukni ko'tara oladi.

Sementning chag'irtosh, "shebenka" — maxsus maydalangan tosh, qum tuproqning suv bilan aralashmasi (bog'lovchi modda) *beton* deyiladi. Agar bu beton aralashmasi "temir armatura"li karkaslar bilan quyilsa, "temirbeton" hosil bo'ladi. Sement tarkibidagi Al, Fe, Mn — elementlari miqdorini o'zgartirib, turli rangdagi va turli maqsadlarda ishlatiladigan sementlar ishlab chiqariladi.

Respublikamizda sement ishlab chiqaradigan yirik korxonalar — Navoiy va Quva sement zavodlari hisoblanadi.

Silikat kislotaning tabiatda hosil bo'luvchi tuzlari *seolitlar* va *silikagellar* deb aytiladi.

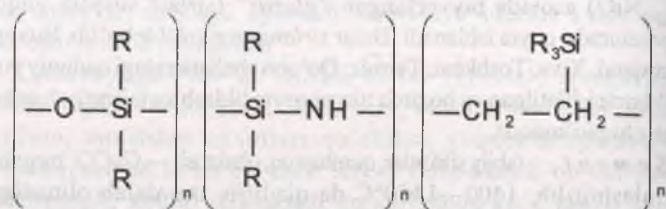
Seolitlarning asosiy qismini kremniy oksidi tashkil etadi. Seolitlar —  $\text{M}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$  ( $\text{M}=\text{Na}, \text{K}$ ) adsorbentlar, ion almashtirgichlar, katalizatorlar sifatida ishlatiladi.

### **Kremniy organik birikmalar**

Molekulasida bitta yoki bir nechta kremniy atomi to'g'ridan-to'g'ri yoki boshqa elementlar atomlari orqali uglerod atomlari (organik radikallar bilan) bog'langan birikmalar *kremniy-organik birikmalar* deyiladi. Ularning tarkibi va turi xilma-xil bo'ladi.



Kremniy organik polimerlarning zvenolari quyidagicha bo'lishi mumkin:

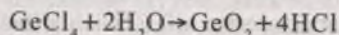


Kremniy-organik birikmalar nihoyatda qimmatli xossalarga egadir. Ular o'ta past temperatura ta'siriga ham, yuqori temperatura ta'siriga ham bardosh bera oluvchi polimerlardir. Ularni suyuq holda ishlatish mumkin. Ulardan yupqa parda hosil qilinib (masalan: etilsiloksan suyuqligi bilan) qog'oz gazlama va boshqa jihozlarning sirtlari shunday parda bilan qoplanganda, ular suv ta'sir etmaydigan bo'ladi. Kremniy-organik polimerlarning ko'pchiligi ochiq alangada yonmaydi. Kremniy-organik birikmalar tibbiyotda va farmatsevtikada ko'p qo'llanilayapti. Ulardan tish protezlari, nam tortmaydigan maxsus moddalar tayyorlanadi. Kremniy-organik birikmalar yarimo'tkazgich sifatida radiotexnikada ishlatiladi.

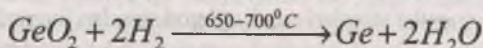
### XXVI.7. Germaniy, qalay, qo'rg'oshin

Bu elementlarning metallik xossalari, germaniydan qo'rg'oshinga o'tgan sari ortib boradi. Germaniyaning o'zi ko'proq ishlatiladi. Qalay va qo'rg'oshin birikmalaridan xloridi, oksidi, sulfidlari va  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  sanoat ahamiyatiga ega.

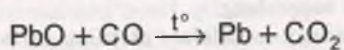
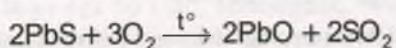
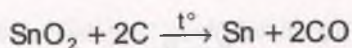
**Olinishi.**  $\text{GeCl}_4$  gidrolizlanganda,  $\text{GeO}_2$  hosil bo'ladi.



$\text{GeO}_2$  quritiladi va vodorod bilan qaytariladi:



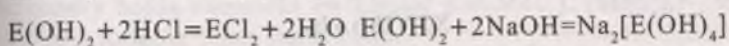
Qalay bilan qo'rg'oshin quyidagi reaksiyalar yordamida olinadi:



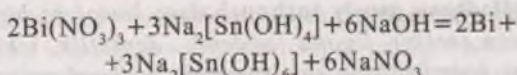
Xalq xo'jaligida qo'llaniladigan qalayning anchagina miqdori bo'sh konserva bankalarini xlor bilan qayta ishlab olinadi.

**Xossalari.** Germaniy metall yaltiroqligiga ega bo'lgan mo'rt modda. Qalay bilan qo'rg'oshin esa oson suyuqlanuvchan yumshoq metallardir. Bu elementlarning II va IV valentli birikmalari mavjud, II valentli birikmalari qaytaruvchi va 4- valentli birikmalari esa oksidlovchi xossasiga ega.  $\text{PbJ}_4$  va  $\text{PbBr}_4$  lar mavjud emas.  $\text{PbCl}_4$  — juda beqarordir. Qo'rg'oshin va uning dioksididan qo'rg'oshinli akkumulyator tayyorlanadi.

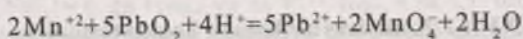
Qalay va qo'rg'oshinning II va IV valentli oksid hamda gidroksidlari amfoter xossaga ega, ya'ni ular ham kislota, ham asos bilan reaksiyaga kirisha oladi. Reaksiya tenglamalarining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



Ge(II) va Sn (II) qaytaruvchi sifatida:



Xususan, kislotali muhitda Pb (IV)-oksid kuchli oksidlovchi xossasiga ega:



**Ishlatilishi.** Germaniy yarimo'tkazgich material, diodlar, tranzistor, termo-, fotorezistorlarda, linzalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Uning organik birikmalari keng qo'llaniladi.

Qalay ko'pgina qotishmalar latun, bronza, oq tunuka tayyorlashda, folga, badiiy buyumlar, quvurlar tayyorlashda ishlatiladi.

Qo'rg'oshin elektr kabellar tayyorlashda, kimyoviy apparatlarni qoplashda, bosmaxonalarda, akkumulyator sanoatida, pigment (bo'yoqsurik —  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ , xrom sarig'i —  $\text{PbCrO}_4$ ), optik shisha, billur (xrustal) ishlab chiqarishda, yarimo'tkazgichlar, yadro texnikasida,  $\text{PbO}_2$  va  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  gugurt sanoatida oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

## Savollar

1. Uglerod va kremniyning elektron tuzilishi asosida o'xshashlik va farqli jihatlarini taqqoslang.
2. Karbidlar qanday moddalar, ularning turlari va xossalarini tushuntiring.
3. Karbonat angidridi, is gazining olinishi va xossalarini tushuntiring.
4. Karbonat va silikat kislotalari, xossalari va dissotsilanishini tushuntiring.
5. Silikatlar, eruvchan va erimaydigan silikatlar xossalarini izohlang.
6. Shisha va sementning asosini tashkil etuvchi moddalarning formulalarini yozing va xossalarini tushuntiring.
7. Sementning asosiy turlari va markasining ma'nosini tushuntiring.
8. Karbonat kislotasining eruvchan va erimaydigan tuzlari xossalarini tushuntiring.
9. Qo'rg'oshin va qalayning eng ko'p ishlatiladigan birikmalari va xossalarini tushuntiring.

## XXVII bob

### KOMPLEKS BIRIKMALAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** kompleks birikmalar, markaziy ion (atom), ligand (addend), dentatlik, ichki sfera, tashqi sfera, koordinatsion son, kompleks birikmalarning nomenklaturasi, valent bog'lanishlar nazariyasi, komplekslarning barqarorlik doimiysi.

#### XXVII.1. Kompleks birikmalar haqida tushuncha

Ma'lumki, kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida barcha atomlar o'z valentliklariga muvofiq ma'lum sondagi kimyoviy bog'larni hosil qiladilar.

Lekin shunday birikmalar borki, ulardagi atomlar valentlik tushunchasiga "bo'ysunmay" donor-akseptor bog' hosil bo'ladi.

Masalan:  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$ ;  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ , va hokazo.

Bunday "odatdan tashqari" moddalar o'ziga xos kimyoviy va fizikaviy xossalarga ega bo'lishi, shuningdek, ranglari bilan ham farq qiladilar. Bir element Co — kobalt xlor va  $\text{NH}_3$  bilan quyidagi turli rangdagi birikmalarni hosil qiladi:

$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$  — sariq;  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  — to'q-qizil;  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$  — yashil;  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$  — binafsha rangli.

O'ziga xos bunday moddalarni kompleks birikmalar deyiladi. Kompleks birikma deb, qattiq holatda va eritmalarda mustaqil mavjud bo'la oladigan va tarkibida kompleks ion yoki molekula saqlagan murakkab birikmalarga aytiladi.

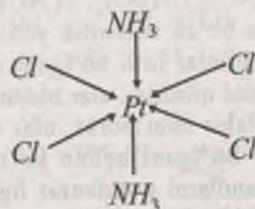
Kompleks birikmalar elementlarning asosiy valentligidan tashqari qo'shimcha valentliklar namoyon qilishi natijasida hosil bo'ladi. Kompleks birikmalarning mavjudligi va ularning hosil bo'lishi to'g'risidagi dastlabki koordinatsion nazariyani A. Verner va S. Yergensen yaratgan. Shuning uchun A. Verner (1913 yilda) kimyo fani sohasida Nobel mukofoti berilgan.

Yuqoridagi olimlarning aniqlashicha, har qanday kompleks birikma markaziy — ion (atom) (M) dan va bir necha ligand-L (addend) dan iborat bo'ladi, ularning soni — n bilan belgilanadi. Umumiy holda kompleks birikmalar  $\text{Kat}[\text{MeL}_n]_m$ ,  $[\text{MeL}_n]_m \text{A}_n$  va  $[\text{MeL}_n]$  formula bilan ifodalanadi.

Har bir kompleks hosil qiluvchi ion oksidlanish darajasi (+n) va koordinatsion soni (k.s.) bilan tavsiflanadi. Markaziy ionning oksidlanish darajasi — shu ionning ayni paytdagi zaryadiga tengdir.

Markaziy ionning koordinatsion soni — uning mazkur kompleks birikmada ligandlar bilan hosil qilgan umumiy bog'lanishlar sonidir.

Masalan,  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4(\text{NH}_3)_2]$  kompleks birikmada Pt — markaziy ion, oksidlanish darajasi +2, koordinatsion soni  $4(\text{Cl}) + 2(\text{NH}_3) = 6$  ga teng, ya'ni  $\text{Pt}^{+2}$  ioni 4 ta  $\text{Cl}^-$  ioni va 2 ta  $\text{NH}_3$  molekulasini bilan 6 ta kimyoviy bog' hosil qilgan:



Markaziy ion koordinatsion sonining qiymati shu ion radiusiga, oksidlanish darajasiga, atom orbitalarining gibridlanish turiga, ligandning tabiati va dentatligiga bog'liq bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda oksidlanish darajasi +1 bo'lgan ( $\text{Ag}^+$ ) ionlarning koordinatsion soni 2, oksidlanish darajasi +2 va +3 bo'lgan ( $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$ ) ionlarning koordinatsion soni 4, 5, 6 oksidlanish darajasi +4 va +6 bo'lgan ionlar ( $\text{Pt}^{4+}$ ,  $\text{Pd}^{4+}$ ,  $\text{Ir}^{4+}$ ,  $\text{Os}^{4+}$ ,  $\text{Ru}^{4+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ )ning koordinatsion soni 6, 8 va ba'zan 12 gacha etishi mumkin.

Kompleks birikmalarning asosiy tarkibiy qismlaridan biri ligandlardir. **Ligandlar** — bular atomlarida bir yoki bir necha (kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan) elektron jufti bo'lgan manfiy zaryadi ionlar ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CNS}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{HCOO}^-$ ) va neytral molekular ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  — dimetilamin,  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  — etilendiamin,  $\text{P}(\text{Ph})_3$  — trifenil fosfin va yana boshqa tarkibida azot, kislorod, oltingugurt atomlari saqlagan ko'pchilik moddalardir. Kompleks birikma hosil bo'lishida bu ion va molekular markaziy ion bilan ham kovalent (yoki ion) bog'lanish, ham *koordinatsion bog'lanish* hosil qiladilar va markaziy ion koordinatsion sonining ma'lum qismini band qiladilar.

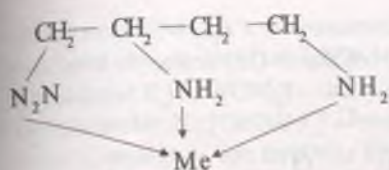
Har bir ligandning markaziy atom koordinatsion sonining qancha (nechta) sini band qila olish xususiyati dentatligi deyiladi.

Yuqorida keltirilgan ligandlardan:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ionlari,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  kabi molekula kompleks birikmada markaziy ionning 1 ta koordinatsion sonini band qiladi va bular **monodentat ligandlar** deyiladi.

$\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO}^-$  kabi ion va molekularlarda ikkita bo'sh valentlik yoki 2 ta va undan ortiq taqsimlanmagan elektronlar jufti bo'lgani uchun bir vaqtda 2 ta koordinatsion joyini band qiladilar, ular **bidentat ligandlar** deyiladi.

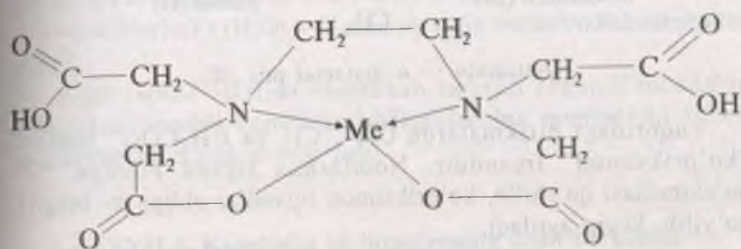
Shunday molekular ham borki, ular tarkibida 2 va undan ortiq donor atomlar bo'lgani uchun ko'p dentatlik namoyon qiladilar. Bunday ligandlarni **polidentat ligandlar** deyiladi.

Bunday ligandlarga misollar:



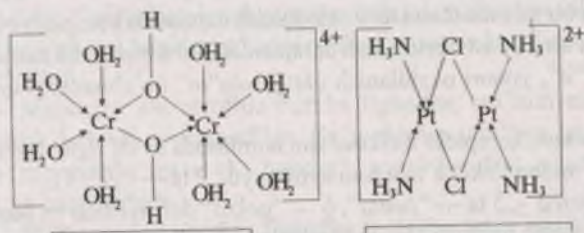
Uch dentatli ligand  
(Tridentat)

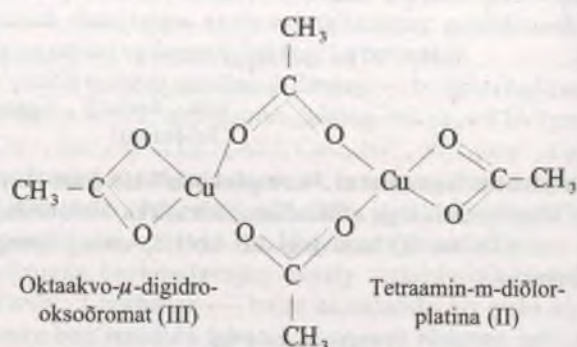
Polidentat ligandlarni "komplekson" lar ham deyiladi. Shunday kompleksonlarga etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi (Trilon B) ham tegishli bo'lib, uning kompleksi quyidagicha:



To'rt dentatli  
(tetradentat) ligand

Ba'zi hollarda bir markaziy ionga koordinatsiyalangan (bog'langan) ligand ayni vaqtda boshqa markaziy ion bilan ham koordinatsiyalanadi. Bunda ligand ikkala ionni bog'lovchi "ko'priq" vazifasini o'taydi. Shu sababli bunday ligandlarni "ko'priksimon" ligandlar deyiladi. Ularning dentatligi 2 va undan yuqori bo'ladi:





Diatsetato —  $\mu$ -diatsetat mis (II)

Yuqoridagi birikmalarda  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  va  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ionlari "ko'priksimon" liganddir. Nomlashda ligand nomiga "o" qo'shimchasi qo'shilib, ko'priksimon ligandlar oldiga  $\mu$ - belgisi qo'yilib, keyin aytiladi.

## XXVII.2. Kompleks birikmalar nomenklaturasi

Kompleks birikmalarning nomlanishi ma'lum qoida va talablarga asoslanadi. Ular quyidagicha:

Agar ligand sifatida manfiy zaryadli ionlar bo'lsa,  $\text{Cl}^-$ -xloro,  $\text{Br}^-$ -bromo,  $\text{I}^-$ -yodo,  $\text{F}^-$ -ftoro,  $\text{CN}^-$ -siano,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ -atsetato,  $\text{HCOO}^-$ -formiato,  $\text{SO}_4^{2-}$ -sulfato,  $\text{NO}_2^-$ -nitro,  $\text{NO}_3^-$ -nitrato,  $\text{CO}_3^{2-}$ -karbonato holda aytiladi.

Agar ligand  $\text{H}_2\text{O}$  bo'lsa "akva",  $\text{NH}_3$  ammin,  $\text{CO}$  — karbonil,  $\text{NO}$  — nitrozo deb nomlanadi.

Agar bir xil metall ioni turli oksidlanish darajasida kompleks birikma tarkibiga kirsam, past oksidlanish darajasidagi birikmada shu metall ioni nomiga "it", yuqori oksidlanish darajasida "ar" qo'shimchasi qo'shib aytiladi.

Umuman, kompleks birikmalarni nomlashda avval ligand soni (1 ta bo'lsa — *mono* yoki ba'zan soni aytilmaydi, 2 ta — "*di*", 3 ta — "*tri*", 4 ta — "*tetra*", 5 ta — "*penta*", 6 — "*geksa*" deb aytiladi va yoziladi) va nomi, keyin markaziy ionning nomi va oksidlanish darajasi, oxirida tashqi sferadagi kation yoki anionning nomi aytiladi.

Masalan:  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  — tetraamminsink (II)-xlorid;  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  — geksakva-alyuminiy (III)-xlorid;  $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}^{3+}\text{F}_6]$  — triammoniy temir (III)geksaftorid  $\text{K}_4[\text{Fe}^{2+}(\text{CN})_6]$  — kaliy geksasianotemir (II) (yoki kaliy geksatsianoferrit);  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  — natriy geksanitrokobaltat (III).

Agar kompleks — ion tarkibiga ligand sifatida bir vaqtda neytral molekula va anionlar kirgan bo'lsa, avval manfiy zaryadli ion soni va nomi, keyin neytral molekula soni va nomi yozilib, oxirida metall ioni nomi va tashqi sferadagi ion nomi yoziladi. Masalan:

$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$  — dixlorotetraamminsink;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$  — dibromotetraaminplatina (IV) xlorid;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)\text{Cl}_2]\text{NO}_3$  — dixlorotriakvaammin xrom (III) nitrat;

$\text{Na}_2\text{K}[\text{Co}(\text{NO}_2)_4(\text{H}_2\text{O})_2]$  — dinatriy kaliy tetranitrodiakvakobaltat (III);

Agar ligand sifatida murakkab tarkibli organik moddalar ishlatilsa, bunday kompleks birikmalarning nomlanishi ancha murakkab va o'ziga xos bo'ladi.

### XXVII.3. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishini tushuntiruvchi nazariyalar

Kompleks birikmalarning hosil bo'lishini (aniqrog'i kompleks birikmalarda M—L bog'ining hosil bo'lishini) tushuntiruvchi quyidagi uch nazariya mavjud: *valent bog'lanishlar usuli, kristall maydon nazariyasi va molekulyar orbitalar usuli*. Bu nazariyalar kompleks birikmalarda M—L bog'larining hosil bo'lishi, ularning tuzilishi, spektral va boshqa fizik-kimyoviy xossalarni tushunib olishda asosiy o'rinni egallaydi.

Ma'lumki, kompleks birikmalar hosil bo'lishi to'g'risidagi dastlabki nazariya A. Vernerga tegishli bo'lib, uning asosiy qoidalari:

— Metall ionlari asosiy valentligidan tashqari qo'shimcha valentliklar namoyon etadi va ularning yig'indisi markaziy ionning koordinatsion soni (k. s.) deyiladi.

— Markaziy ion atrofida barcha ligandlar ma'lum masofada simmetrik holatda joylashadilar. Bu joylashuv ma'lum geometrik shakl (tetraedrik, tekis olti burchak, asosi kvadrat piramida va h. k.) ga mos keladi.

— Markaziy ion atrofida ligandlar joylashuvining tartibi har bir kompleks birikmada turlicha bo'lishi mumkin. Bu kompleks birikmalarning izomeriyasi deyiladi.



Lekin A. Verner nazariyasi nima sababdan ayni bir markaziy ion ba'zan 4 ga, ba'zan 6 ga teng k. s. namoyon etishini va komplekslarning ayrim xossalarni tushuntira olmadi. Bu savollarga valent bog'lanishlar usuli javob beradi.

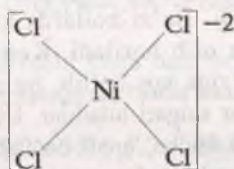
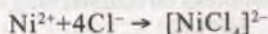
### *Valent bog'lanishlar usuli*

Kimyoviy bog' hosil bo'lishining kvant-kimyoviy tasavvurlariga asoslanib, Lyuis kimyoviy bog' elektronlar jufti vositasida hosil bo'ladi, bunda har bir atom bir (yoki bir nechta) toq elektronini beradi, degan fikrni bildirdi (1916). Bunday bog'lanish *kovalent bog'lanish* deyiladi. Bu nazariyani (1927) Geytler va London kvant mexanik hisoblar bilan tasdiqlab, bog'lanish spinlari antiparallel yo'nalgan elektronlar juftlarining ( $\uparrow\downarrow$ ) asosida hosil bo'ladi, degan nazariyani aytdilar. Bu nazariyalarni Poling va Sleter ko'p elektronli atomlar uchun qo'llab, bu nazariyaga kimyoviy bog'lanishning "*valent bog'lanishlar (VB) usuli*"ni nomini berdilar.

Bu nazariyani L. Poling kompleks birikmalar hosil bo'lishini tushuntirishga qo'lladi. Uning fikricha, har qanday kompleks Lyuis asosi (elektronlar juftini beruvchi zarrachalar — ligandlar L) va Lyuis kislotasi (bo'sh elektronlar orbitalari bo'lgan metall ionlari — M) ta'siridan hosil bo'luvchi moddalardir. M va L o'rtasida kovalent bog' (M—L) hosil bo'ladi. Ligandlar kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmagan (taqsimlanmagan) elektron juftini metallning bo'sh elektron orbitaliga "uzatadi" (donor-akseptor ta'siri). Metall ionida nechta bo'sh orbital bo'lsa u shuncha elektron juftini qabul qila oladi. Bu orbitallar asosan M ning tashqi elektron orbitalarining o'zaro ta'sirlashishi — (chizikli kombinatsiyalashishi) gibridlanishi natijasida hosil bo'ladigan va fazoda ma'lum yo'nalish va energiyaga ega bo'lgan "gibrid" orbitallardir. Markaziy ionning koordinatsion soni va kompleksning tuzilishi ana shu gibridlanishda ishtirok etuvchi (s, p, d) orbitallarining turi va soniga bevosita bog'liq bo'ladi.

Bu nazariyaning isboti sifatida quyidagi komplekslarning hosil bo'lishini ko'rib chiqaylik:

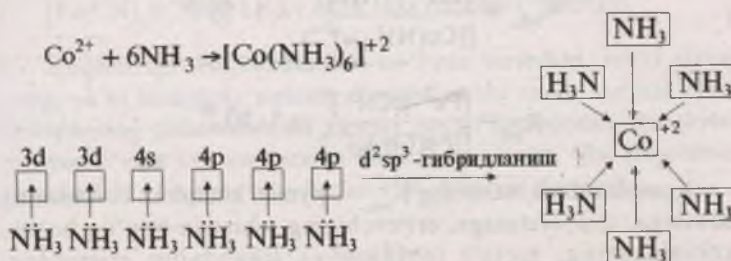
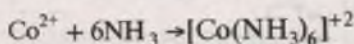
$Ni^{2+} + 4Cl^{-} \rightarrow [NiCl_4]^{2-}$  kompleks ion hosil bo'lishida elektron tuzilishi  $3d^8 4s^0 4p^0$  bo'lgan  $Ni^{2+}$  ion 1 ta 4s va 3 ta 4p bo'sh orbitalarining gibridlanishi tufayli hosil bo'lgan 4 ta orbitalga 4 ta  $Cl^{-}$  ionining 4 juft elektronini qabul qilib oladi:



Hosil bo'lgan kompleks ionda  $\text{Ni}^{2+}$  ning gibridlanish turi  $sp^3$  bo'lgani uchun,  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  ning tuzilishi tetraedrik ko'rinishda bo'ladi. Bog'lanishda ishtirok etmagan 3d — orbitalda 2 ta toq spinli elektronlar bo'lgani uchun  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  kompleks ioni paramagnit xususiyatga ega bo'ladi.

$\text{Co}^{3+}$  ionini  $\text{NH}_3$  — molekullari bilan hosil qiladigan kompleksini ko'rib chiqadigan bo'lsak,  $\text{Co}^{3+}$  ionining elektron tuzilishi  $3d^6 4s^0 4p^0$  ko'rinishda bo'lib,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  kompleksi hosil bo'lishida avval 3d holatdagi 4 ta toq spinli d-elektronlar o'zaro juftlashadi va 2 ta 3d-orbital bo'sh bo'lib qoladi. Bu 2 ta bo'sh 3d-orbital, 1 ta 4s va 3ta 4p orbital (hammasi 6 ta) o'zaro gibridlanib, 6 ta  $d^2sp^3$ -gibrid orbitallarni hosil qiladi.

Bu bo'sh gibridlana oladigan orbitallarga 6 ta  $\text{NH}_3$  — molekulasidagi 1 juftdan elektronlar uzatilishi natijasida 6 ta Co-N donor-akseptor bog'i hosil bo'ladi,  $\text{Co}^{3+}$  atrofida  $sp^3d^2$  gibridlanishga mos ravishda oktaedrik simmetriya shaklida joylashadilar:



$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  da barcha Co-N bog'lari bir xil energiya va uzunlikka ega, molekulaning tuzilishi — oktaedrik. 3d-orbitalda toq spinli elektronlar bo'lmagani uchun kompleks diamagnit xossaga ega.

#### XXVII.4. Kompleks birikmalarning barqarorligi

Kompleks birikmalar turli erituvchilarda eriganda ularning eritmalari hosil bo'ladi. Ba'zi hollarda kompleks birikmalarni sintez qilish eritmada olib boriladi. Kompleks birikmalarning eritmalaridagi holati o'ziga xos bo'lib, bu eritmada ular o'zlarini ko'p negizli elektrolitlar singari tutadilar. Ularning eritmada erishi, dissotsilanishi yoki, aksincha, hosil bo'lishi ko'p bosqichli qaytar jarayonlardan iborat bo'ladi.

→ Umumiy holda eritmada kompleks hosil bo'lishi  $M^{m+} + nL^-$   
 ←  $[ML_n]^{(m-n)}$  tenglama bilan ifodalansa, bu reaksiyaga massalar ta'siri qonunini qo'llasak:

$$K_{\text{muv.}} = \frac{[ML_n]^{(m-n)}}{[M^{m+}] \cdot [L^-]^n}$$

$K_{\text{muv.}}$  — kompleks hosil bo'lish reaksiyasining muvozanat konstantasi yoki kompleksning barqarorlik doimiysi —  $K_{\text{bar.}}$  deyiladi va ko'pchilik hollarda  $\beta$ —harfi bilan ifodalanadi.

Har qanday kompleksning  $K_{\text{bar.}}$  qiymati qanchalik katta bo'lsa ( $K_{\text{beq}}$  — qancha kichik bo'lsa) bu kompleks shunchalik barqaror bo'ladi.

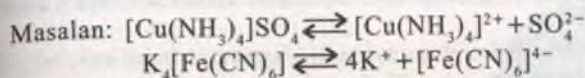
Masalan:  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  uchun  $K_{\text{beq}} = 1 \cdot 10^{-37}$  va  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  uchun  $K_{\text{beq}} = 1 \cdot 10^{-12}$  bo'lgan birikmalardan birinchisi barqaror hisoblanadi.

$$K_{\text{beq}} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = 1 \cdot 10^{-12}$$

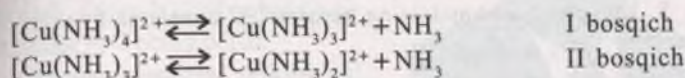
$$K_{\text{beq}} = \frac{[Fe^{2+}][CN^-]^6}{[[Fe(CN)_6]^{4-}} = 1 \cdot 10^{-37}$$

Kompleks birikmalarning  $K_{\text{beq}}$  — qiymati kompleks birikmaning tarkibiga, temperaturaga, erituvchining tabiatiga bog'liq bo'lib, kompleksning, metall ionining va ligandning eritmada konsentratsiyasiga bog'liq emas.

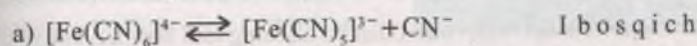
Kompleks birikmalar elektrolit moddalar singari eritmada bosqichma-bosqich ionlarga ajraladilar. Kation va anion kompleks birikmalar dissotsilanganda avval tashqi sferadagi ionlarga va ichki sferaga ajraladilar.



Keyingi bosqichda ichki sfera ham bosqichli ajraladi, ya'ni metall ioniga va ligandlarga bo'linib ketadi:

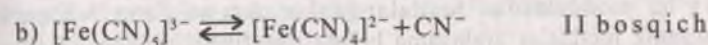


va umumiy holda  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$   
 Ikkinchi kompleks misolida:



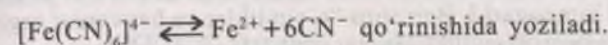
Shu bosqich uchun  $K_{\text{beq}}$  ifodasi:

$$K_{\text{beq}} = \frac{[[\text{Fe}(\text{CN})_5]^{3-}] \cdot [\text{CN}^-]}{[[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}]}$$



$$K_{\text{beq}} = \frac{[[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{2-}] \cdot [\text{CN}^-]}{[[\text{Fe}(\text{CN})_5]^{3-}]} \quad \text{va hokazo.}$$

Shu taqlidda dissotsilanish davom etadi va yakuniy tenglama:



Yuqoridagi tenglamalardan ko'rinib turibdiki, ichki sferaning, ya'ni kompleks ionning dissotsilanishi xuddi kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanishi singari qaytar jarayondir. Bu qaytar jarayon o'ziga xos muvozanat konstantasiga ega. *Shu muvozanat konstantasi kompleksning beqarorlik doimiysi deyiladi.*

### Savollar

1. "Kompleks birikma" deganda nimanı tushunasiz?
2. Kompleks birikmalarning asosiy tarkibiy qismiga nimalar kiradi?
3. Anion, kation va neytral komplekslarga misollar keltirib, bu iboralarni izohlang.

4. Kompleks birikmalar hosil bo'lishini Verner nazariyasi qanday tushuntiradi?
5. Ligandlar deb nimaga aytiladi, ularning turlarini aniq misollar yordamida izohlang.
6. Ligandlarning dentatligi deganda nimani tushunasiz?
7. Kompleks birikmalarning barqarorligi deganda nimani tushunasiz?
8. Kompleks birikmalarning barqarorligi nimalarga bog'liq?

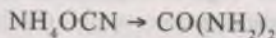
## XXVIII bob

### ORGANIKKIMYO

*Organik kimyo* uglevodorodlar va ularning turli hosillari kimyosini o'rganuvchi fan.

Organik moddalar kishilarga qadimdan ma'lum, ular organik bo'yoqlarni (alizarin, indigo), uzum sharbatini bijg'itib sirka hosil qilishni, o'simliklardan shakar hamda moy olishni, yog'larni ishqorlar bilan qaynatib sovun hosil qilishni bilganlar va bu moddalardan foydalanganlar. Ammo uzoq vaqtgacha organik moddalar aralashma holda ishlatilib kelingan. IX asrga kelib arab kimyogarlari sirkadan sirka kislotani, musallas ichimligidan etil spirtini sof holda ajratib olishga muvaffaq bo'ldilar. XVI asrda etil spirtini sulfat kislotasi bilan ishlash natijasi-da etil efiri olindi. Organik moddalarni sof holda olish va o'rganish XVIII asrning oxiri XIX asrning boshlariga kelib kuchaydi.

Shved kimyogari I. Berselius "o'simliklar va hayvonlar organizmida hayot mavjud, ularda moddalarning sintezi jonsiz tabiatdagidan boshqacha bo'lib, qandaydir "hayotiy kuchning ta'sirida sodir bo'ladi" degan fikr (vitalistik ta'limot)ni ilgari surdi. 1824 yilda Vyoler laboratoriya sharoitida disianidan (NC—CN) o'simliklarda uchraydigan oksalat kislotani (HOOC—COOH) olishi, 1828 yili ammoniy sianatdan hayvon organizmida hosil bo'ladigan mochevinani sintez qilishi hayotiy kuch haqidagi vitalistik ta'limotning noto'g'riligi to'g'risidagi birinchi dalil bo'ldi.



ammoniy sianat      mochevina

1824 yilda rus olimi N. N. Zinning nitrobenzoldan anilin olishi, 1845 yilda nemis kimyogari Kolbening sirka kislotani sintez

qilishi o'sha yilda fransuz kimyogari Bertloning yog'ni va 1861 yilda rus olimi Butlerovning chumoli aldegididan shakarsimon moddani sintez qilishi "hayotiy kuch" haqidagi ta'limotning asossizligini isbotlab, organik kimyoning rivojlanishiga yo'l ochib berdi.

Organik moddalar tarkibidagi asosiy elementlar uglerod va vodorod bo'lib, ko'pchilik organik birikmalar tarkibida kislorod, azot, oltingugurt, fosfor va boshqa elementlar ham mavjud bo'ladi.

*Yuqoridagi tarixiy bosqichlar, ularning asosida olingan ilmiy va tajribaviy ma'lumotlar negizida kimyo fanining katta bo'limi — "organik kimyo" fani yuzaga keldi.*

**"Organik kimyo"** fanining o'rganadigan masalalari organik moddalar kimyosidir. Bu fanning asosiy maqsad va vazifalari — organik moddalarning tarkibini, tuzilishini, xossalari hamda ularning bir turdan boshqa turga o'tish qonuniyatlarini o'rganish va ulardan xalq xo'jaligining turli sohalarida foydalanish muammolarini hal etishdan iboratdir.

### **XXVIII.1. Organik moddalarning tuzilish nazariyasi**

XIX asrning boshlari tabiatda juda ko'plab organik moddalar mavjudligining isbotlanishi va yangilarini sintez qilish davri bo'ldi. Ammo bu moddalar bilan sodir bo'layotgan kimyoviy o'zgarishlarni va qonuniyatlarni asoslab beruvchi nazariyaning yo'qligi organik kimyoning rivojlanishiga to'sqinlik qildi.

1861 yili Qozon Universitetining professori A. M. Butlerov organik moddalarning kimyoviy tuzilishi nazariyasini yaratdi. Bu nazariya organik moddalar kimyosini o'rganishning ilmiy va metodik asosi bo'lib, umuman kimyo fanining rivojlanish tarixida katta ahamiyatga ega bo'ladi.



**Parpiyev Nusrat A'zamovich**  
(1931)

Kimyo fanlari doktori, professor, O'zFA akademigi. Ilmiy ishlari koordinatsion birikmalar stereokimyosi, ularning tuzilishiga bag'ishlangan.

A. M. Butlerov "Organik kimyoni to'liq o'rganishga kirish" nomli kitobida organik (uglerodli) birikmalar anorganik birikmalarga nisbatan qator jihatlari bilan farq qilishini va ularning sababini nazariy tomondan asoslab, tushuntirib berdi. Tuzilish nazariyasining asosiy qoidalari quyidagilardan iborat:

- Organik moddalar molekularida atomlar bir birlari bilan o'z valentliklariga muvofiq ma'lum izchillik (tartib)da birikkan bo'lib, bu tartib moddaning tuzilishini belgilaydi.

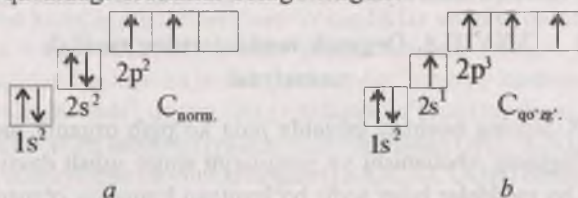
- Moddalarning fizik va kimyoviy xossalari molekularning qanday atomlardan iboratligigagina bog'liq bo'lmasdan, balki atomlarning o'zaro qanday joylashganligiga, ya'ni moddaning tuzilishiga ham bog'liqdir.

- Modda molekulasida tarkibiga kirgan atomlar yoki atomlar gruppasi bir-biriga ta'sir etib turadi. Moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlari ana shu ta'sirga bog'liq.

- Moddalarning tuzilishini uning xossalari bilan o'rganish bilan aniqlash mumkin va aksincha.

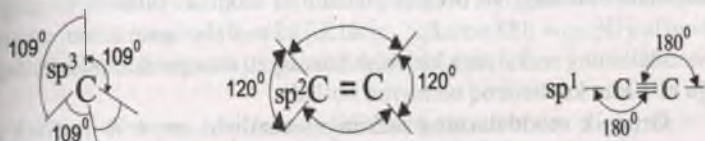
### Organik moddalarning o'ziga xosligi

Ma'lumki, uglerod atomining asosiy holatda elektron tuzilishi (a) bo'lib, kimyoviy bog' hosil qilishda qo'zg'algan holatga (b) o'tganda  $2s^2$  elektronlari toqlashib, 4 ta toq elektronli holat yuzaga keladi. Bu toq elektronlar soni Al, N, B, Be, uglerod atomida tashqi qavatdagi orbitalar soniga tengdir.

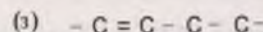
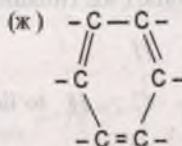
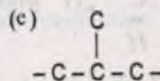
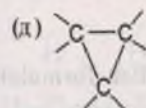
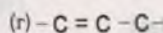
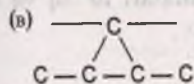
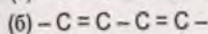
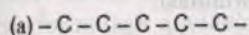


Har bir toq elektron boshqa uglerod, vodorod, kislorod, azot, oltingugurt, fosfor kabi elementlar atomidagi toq elektronlar bilan juftlashib, sakkiz elektronli, tugallangan barqaror elektron qavat hosil qiladi. Shu bilan birgalikda tashqi qavatdagi 1 ta  $2s$  va 3 ta  $2p$  orbitalarining o'zaro gibridlanishi natijasida  $sp^3$ ,  $sp^2$  va  $sp$  — gibrid orbitalarini hosil qilib, ular ishtirokida barqaror kimyoviy bog'lar hosil qiladi. Mod-

dalarning tuzilishi va xossalari ulardagi uglerod atomlarining gibridlaniş turiga bog'liq bo'ladi:



a) shu sababli organik birikmalarda uglerod atomlari bir-biri bilan birlamchi, ikkilamchi (qo'sh bog') va uchlamchi (uch bog') orqali birikib turli uglerod zanjirlarini hosil qiladilar.



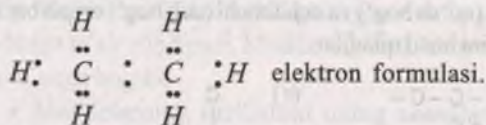


Anorganik moddalarda uglerod singari kislorod, azot atomlari ham shunday zanjirli  $H-O-O-H$  va  $H_2N-NH_2$  birikmalar hosil qilsalarda, ammo ular uzun va tarmoqlangan zanjirlar hosil qila olmaydilar.

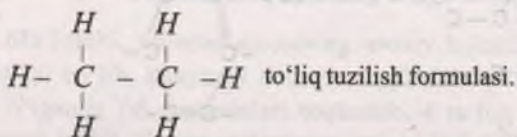
b) organik moddalarda uglerod atomlari to'rt valentli bo'lib, uglerod atomlari orasidagi va boshqa elementlar atomlari bilan hosil qilgan bog'lari ( $E_{C-C} = 355,6$  va  $E_{C-H} = 413,7$  kJ/mol) bo'lgani uchun organik moddalarning reaksiyaga kirishish xususiyati anorganik moddalardagiga nisbatan kuchsizroq namoyon bo'ladi.

Organik moddalarning tarkibi va tuzilishi *empirik, tuzilish va elektron formulalari* yordamida ifodalanadi:

Masalan:  $C_2H_6$  — etanning empirik formulasi,



Organik moddalarning tuzilishi formulalari to'liq va qisqa tuzilish formulalari ko'rinishida yoziladi.



Masalan,  $C_4H_{10}$  — butan uchun qisqa tuzilish formulalari:

- a)  $CH_3CH_2CH_2CH_3$ ;                      b)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ ,  
 s)  $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$ .

ko'rinishlarga ega bo'ladi. Tuzilish formulalarida elektron formuladagi har bir elektron jufti bitta kimyoviy bog' (chiziqcha) ko'rinishida yoziladi.

b) organik moddalar qizdirilgan ( $400-600^\circ C$ )da parchalanadi yoki "ko'mirlanadi". Bu jarayon kislorod ishtirokida yonish

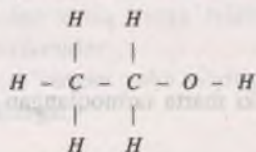
reaksiyasiga aylanib  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi (agar modda tarkibida boshqa elementlar bo'lsa, ular ham oksidlanadi — azot  $\text{N}_2$  sof holda ajralib chiqadi).

d) organik moddalarning o'ziga xos tomoni yana shundaki, uglerod atomlari to'g'ri va tarmoqlangan zanjirlar hosil qilgani uchun ular *izomerlar* hosil qiladilar. Shu sababli ularning turi va soni anorganik moddalarga nisbatan juda ko'pdir.

### Izomeriya hodisasi

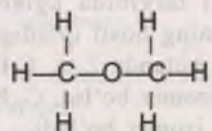
Tuzilish nazariyasida e'tirof etilganidek, organik moddalarning xossalari faqatgina ularning tarkibiga bog'liq bo'lmasdan ulardagi atomlarning o'zaro qanday tartibda bog'lanishiga ham bog'liqdir. Buning isboti sifatida  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  tarkibiga mos keladigan ikkita moddani ko'rib chiqaylik.

Bu formulaga quyidagi tuzilish formulalari mos keladi:



spirt).

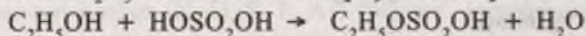
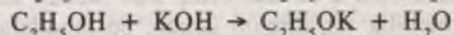
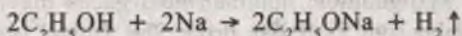
rangsiz suyuqlik,  $t^{\circ}_{\text{qay}} = 78,2^{\circ}$  (etil spirti)



gazsimon modda,  $t^{\circ}_{\text{qay}} = -23,6^{\circ}$  (dimetil efiri).

Ularning tuzilishlari har xilligi sababli, bu moddalar fizikaviy va kimyoviy xossalari bilan o'zaro farq qiladilar.

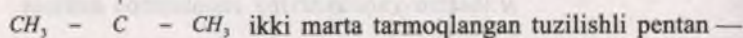
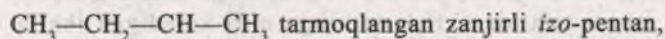
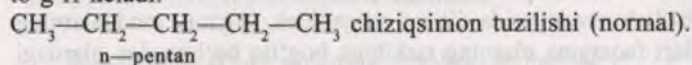
Masalan: etil spirtida OH — gruppning bo'lishi uning metallar, kislotalar, ishqorlar bilan reaksiyaga kirishishiga sabab bo'lib:



Dimetil efiri esa bunday xossalarni namoyon qila olmaydi.

*Tarkibi bir xil, ammo tuzilishi har xil va shu sababli xossalari bir-biridan farq qiladigan moddalar izomerlar deyiladi. Moddalarning turli izomerlar hosil qilishi izomeriya hodisasi deyiladi.* Yuqoridagi misolimizda etil spirti dimetil efiriga izomer va aksincha.

Izomeriya hodisasi barcha turdagi organik moddalarda uchraydi. Masalan, to'yingan uglevodorodlardan pentan —  $C_5H_{12}$  ni ko'rib chiqsak, unga uch xil tuzilishdagi moddalar (izomerlar) to'g'ri keladi:



tetrametilmetan (neopentan).

Umuman, organik modda molekulasida uglerod atomlari soni ko'payib borishi bilan ularning hosil qiladigan izomerlari soni ortib ketaveradi:  $C_4H_{10}$  — butanda 2 ta,  $C_5H_{12}$  — pentanda 3 ta,  $C_6H_{14}$  — geksanda 5 ta izomer bo'lsa,  $C_{10}H_{22}$  — dekanda 75 ta,  $C_{20}H_{42}$  — da 366319 ta izomer bo'ladi.

Organik moddalarda faqatgina tuzilish izomeriyasi uchramasdan, izomeriyaning boshqa turlari ham kuzatiladi. Ular qatoriga *geometrik (fazoviy) izomeriya stereolizometriya, konformatsion izomeriya, optik izomeriya va qaytar izomeriya yoki tautomeriya* hodisalarini kiritish mumkin. Izomeriyaning bu turlari bilan tegishli mavzularda tanishamiz.

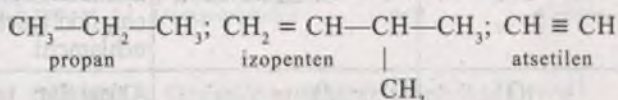
Yuqorida aytilganidek, umuman hozirgacha mavjud bo'lgan organik moddalar soni  $2 \cdot 10^6$  dan ortiq. Shu sababli ularni alohida o'rganish qiyinchilik tug'dirgani uchun, bu moddalarni turlarga bo'lib o'rganiladi.

## XXVIII.2. Organik moddalarning asosiy turlari

Organik moddalarni turlarga ajratishda a) uglerod zanjirining turi va b) funksional gruppalarini turi e'tiborga olinadi.

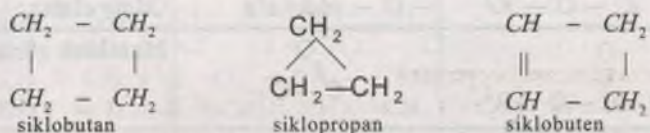
1. Uglerod zanjirining turiga ko'ra organik moddalar quyidagi asosiy turlarga bo'linadi.

*Alifatik birikmalar* — tarkibida chiziqsimon yoki tarmoqlangan uglerod zanjiriga ega bo'lgan moddalar. Bu moddalar o'z navbatida: a) to'yingan va b) to'yinmagan uglevodorodlar yoki ularning hosilalaridan iborat bo'ladi:

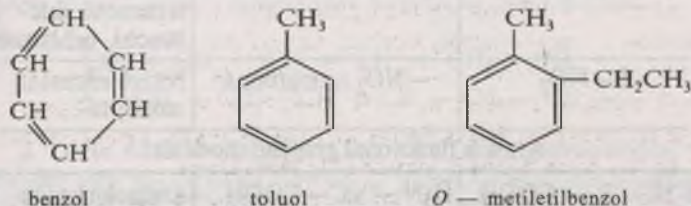


*Karbosiklik birikmalar* — molekulari faqat uglerod atomlaridan iborat bir yoki undan ortiq halqa (sikl)lar saqlagan organik moddalardir. Bu birikmalar:

A. *alisiklik* — (to'yingan yoki to'yinmagan uglerod halqalari saqlangan) birikmalarga:



B. *aromatik* (tarkibida benzol xalqasi tutgan) uglevodorodlarga bo'linadi:



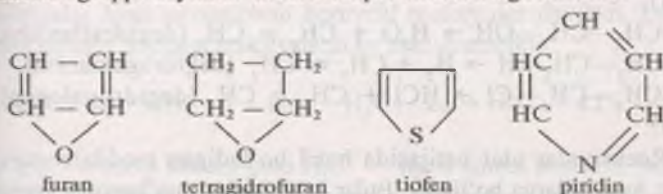
*Geterotsiklik birikmalar* — halqa tarkibida uglerod atomlaridan tashqari boshqa (N, O, S, P, As) "begona" (getero) elementlar atomlari saqlangan halqasimon tuzilishli organik moddalar:

## Organik moddalarning funksional gruppalar bo'yicha turlari

Umumiy formulasi	Funksional gruppasi	Organik modda turi
Kislorodli organik moddalar		
$R - OH$	$-OH$ (gidroksil)	Spirtlar: bir atomli, ko'p atomli, aromatik, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi
$R - \overset{O}{\parallel} C - H$	$-\overset{O}{\parallel} C - H$ (aldegid)	Aldegidlar: to'yingan, to'yinmagan, aromatik
$R - \overset{O}{\parallel} C - OH$	$-\overset{O}{\parallel} C - O - H$ (karboksil)	Karbon kislotalar: to'yingan, to'yinmagan, aromatik, bir va ko'p asosli
$R^1 - O - R^2$	$-O-$ oddiy efir	Oddiy efirlar
$R^1 - \overset{O}{\parallel} C - O - R^2$	$-\overset{O}{\parallel} C - O -$	Murakkab efirlar
$R - CO - R$	$=C=O$ (karbonil)	ketonlar
Azotli organik moddalar		
$R - NH_2$	$-NH_2$ (aminogruppa)	Aminobirikmalar: birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi
$R - NO_2$	$-NO_2$ nitrogruppasi	Nitrobirikmalar mono, di...
Aralash funksional gruppali moddalar		
$H_2N - R - COOH$	$H_2N -$ va $-COOH$	Aminokislotalar
$R - CO - NH_2$	$>C=O$ va $-NH_2$	Amidlar
$C_n(H_2O)_m$	$-OH, -C=O, -CHO$	Uglevodlar

Bu asosiy uch grappa birikmalari o'z tarkibi va funksional gruppalari turiga ko'ra yana boshqa turlarga bo'linadi.

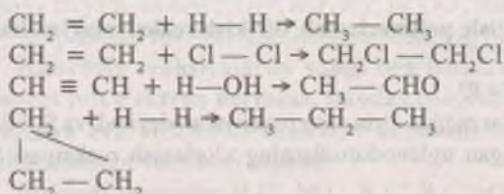
Biror organik modda turi tarkibiga kirgan va ikki yoki undan ortiq turdagi element atomlaridan iborat, o'ziga xos xususiyatli grappa funksional grappa deyiladi. Getero halqali birikmalarga misollar:



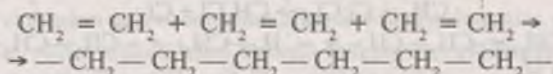
### XXVIII.3. Organik moddalar ishtirokida ro'y boradigan reaksiyalar

Organik moddalar ishtirokida boradigan reaksiyalar quyidagi turlarga bo'linadi:

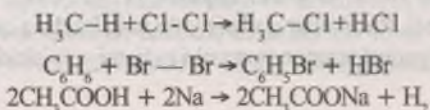
**1. Birikish reaksiyalari.** Bu reaksiyalarda tarkibida qo'shboq' yoki uch bog'i bo'lgan moddalar ishtirok etadi:



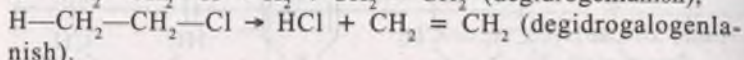
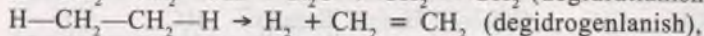
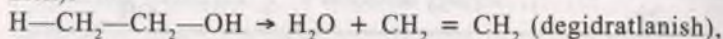
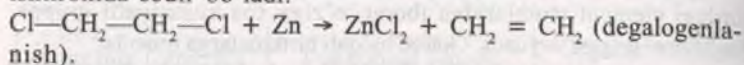
Birikish reaksiyalari bir xil molekular ishtirokida ham boradi, bunda yuqori molekulyar birikmalar hosil bo'ladi:



**2. O'rin olish reaksiyalari.** Bu reaksiyalar uglevodorodlar va ularning turli hosilalari va funksional gruppalar saqlagan moddalar ishtirokida sodir bo'ladi:



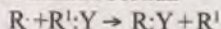
**3. Ajralish reaksiyalari.** Bu reaksiyalar uglevodorod va ularning turli hosilalari va funksional gruppalar saqlagan moddalar ishtirokida sodir bo'ladi:



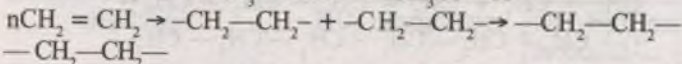
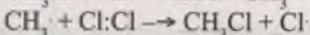
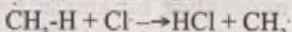
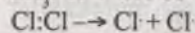
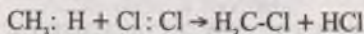
Reaksiyalar ular natijasida hosil bo'ladigan moddalar turiga ko'ra ham xillarga bo'linadi. Bular to'g'risidagi ma'lumotlar tegishli mavzularda batafsil bayon etiladi.

4. Reaksiyalar moddalardagi kimyoviy bog'lanishlarning uzilish mexanizmiga ko'ra ham turlarga bo'linadi. Agar organik modda molekulasida tarkibidagi C—C, C=C, C—H, C—X (X = F, Cl, Br, J) bog'larini hosil qiluvchi elektron juftlari ajralish natijasida hosil bo'ladigan atomlar yoki qismlar o'rtasida barobar taqsimlansa, gomolitik parchalanish deyiladi va radikallar hosil bo'ladi. Bunday reaksiyalar *radikal mexanizimli reaksiyalar* deyiladi.

**Ko'pchilik ajralish, polimertanish, birikish reaksiyalari radikal mexanizmida boradi.**

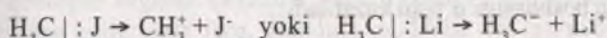


tipdagi reaksiyalar radikal o'rin olish reaksiyalari deyiladi va  $S_R$  bilan belgilanadi. To'yingan uglevodorodlarning xlordanish reaksiyasi  $S_R$  mexanizmida boradi:

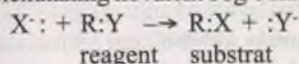


Tarkibida juftlashmagan elektroni bo'lib, juda yuqori reaksiya qobiliyatga ega bo'lgan, qisqa vaqt ichida mavjud bo'luvchi zarracha *erkin radikal* deyiladi. Odatda radikallar H, Cl, CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> yoki R hoida belgilanadi. Radikallar qutbsiz yoki juda kuchsiz qutbli kovalent bog'lanishlarni yuqori temperatura yoki radiatsiya ta'sirida, uzilishidan hosil bo'ladi.

5. Molekulasida qutbli yoki oson qutblanuvchi bog'lar saqlagan moddalar (qutbli va yuqori dielektrik singdiruvchanlikka ega erituvchilar muhitida) kovalent bog'larni hosil qilgan elektron juftlarining notekis taqsimlanib uzilishi *geterolitik taqsimlanishi* natijasida turli zaryadlangan ionlar hosil qiladilar. Bu ionlar ishtirokida boruvchi reaksiyalar *ionli mexanizm*da boruvchi reaksiyalar deyiladi. Bunga misol sifatida quyidagi reaksiyalarni ko'rsatish mumkin:



$\text{CH}_3^+$  — metil kationi yoki  $\text{H}_3\text{C}^-$  — metil anioni hosil bo'lishi bu radikal bilan birikkan atomlarning tabiatiga (elektromanfiyligiga) bog'liq bo'ladi. Geterolitik (ionli) mexanizm li reaksiyaga kirishuvchi molekulaning kovalent bog'i uzilganda elektron juft bitta atomda qoladi:



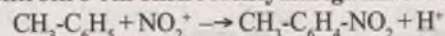
Ionli mexanizm bo'yicha boradigan reaksiyalar reagent xarakteriga qarab ikki xil bo'ladi. Agar reagent yangi bog' hosil qilish uchun elektron juft bersa, nukleofil reagent, bunday reagentlar ishtirokidagi reaksiyalar esa nukleofil reaksiyalar deyiladi. Nukleofil reagentlar manfiy zaryadli ionlardir:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{RO}^-$ ,  $\text{RS}^-$ ,  $\text{RCOO}^-$ ,  $\text{Hal}^-$ ,  $\text{CN}^-$ .

Ko'pchilik o'rin olish reaksiyalari nukleofil  $\text{S}_\text{N}$  tipidagi reaksiyalardir.

**Kimyoviy reaksiyalarda yangi bog'lanish hosil qilish uchun reagent juft elektron bermasa, bunday reagent elektrofil reagent, reaksiya esa elektrofil reaksiya deyiladi.** Bu vaqtda substrat elektronodonor vazifasini bajaradi.

Elektrofil reagentlar:  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{R}_3\text{C}^+$ ,  $\text{R}-\text{C}^+=\text{O}$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ .

Aromatik birikmalarni nitrolash, sulfolash, galogenlash reaksiyalari **elektrofil o'rin olish reaksiyalariga** misol bo'ladi. Masalan:

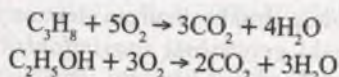


To'yinmagan uglevodorodlar (alkenlar) ning galogenlar, galogenid kislotalar, sulfat kislota bilan birikish reaksiyalari **elektrofil birikish reaksiyalaridir**:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}-\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$

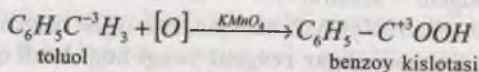
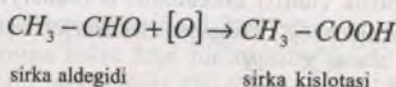
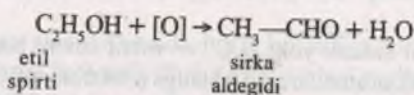
6. Organik moddalar ishtirok etadigan reaksiyalar qatoriga oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari ham kiradi. Umuman, organik moddalar tarkibidagi uglerod atomlarining oksidlanish darajalari  $\text{C}^{-4}$  dan  $\text{C}^{+4}$  gacha bo'lib, ular oksidlovchilar (asosan kislorod atomlari) ta'sirida oksidlanib,  $\text{CO}$  va  $\text{CO}_2$  hosil qilsalar, vodorod atomlari suv hosil qiladi. Organik moddalarning bevosita kislorod ta'sirida bo'ladigan oksidlanish reaksi-



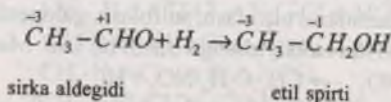
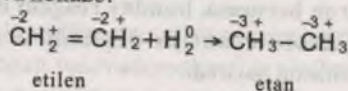
yasida katta issiqlik va yorug'lik energiyalarining chiqishi "yonish reaksiyalari" deyiladi.



Shu bilan birgalikda "sekinlik" va oxistalik bilan boradigan oksidlanish reaksiyalari ham borki, ular natijasida organik moddalarning bir turdan boshqasiga o'tishi kuzatiladi:



7. *Qaytarilish reaksiyalarida* molekula tarkibidagi uglerod atomlarining oksidlanish darajasi kamayadi. Bu asosan vodorod atomlari birikishi natijasida sodir bo'ladi. Bunday reaksiyalar tufayli aldegidlar spirtlarga to'yinmagan uglevodorodlar to'yingan uglevodorodlarga aylanadi va hokazo:



## XXIX b o b

### UGLEVODORODLAR

Tarkibi faqat uglerod va vodorod elementlarining atomlaridan iborat bo'lgan organik birikmalar uglevodorodlar deyiladi.

Uglevodorodlar alifatik birikmalar qatori (to'yingan, to'yinmagan), siklik birikma (sikloparafinlar) va aromatik uglevodorodlarga bo'linadi.

## XXIX.1. To'yingan uglevodorodlar

Bu moddalarning reaksiyaga kirishish xususiyati ancha past bo'lgani uchun ularni paraffinlar yoki xalqaro nomlashga ko'ra alkannalar ham deyiladi.

*Gomologik qatori.* Tuzilishi va xossalari bilan bir-biriga o'xshash bo'lib, bir-biridan bir yoki bir necha  $\text{CH}_2$  — gruppaga farq qiladigan organik moddalar gomologlar deb aytiladi.  $\text{CH}_2$  — gruppaga gomologik farq, gomolog moddalar esa gomologik qator deyiladi.

*Molekulasidagi uglerod atomlari o'zaro birlamchi bog'lar bilan bog'lanib, qolgan valentliklari vodorod atomlari bilan to'yingan uglevodorodlar to'yingan uglevodorodlar deyiladi.*

To'yingan uglevodorodlarning gomologik qatoriga kiruvchi moddalarning tarkibi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  umumiy formulaga to'g'ri kelib, ularning ayrim xossalari va ularga mos kelgan radikallar 13-jadvalda keltirilgan.

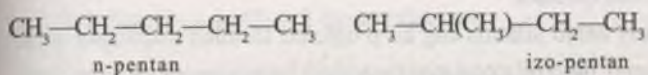
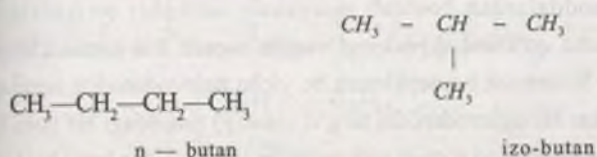
13-jadval

### Metan gomologik qatorining xossalari

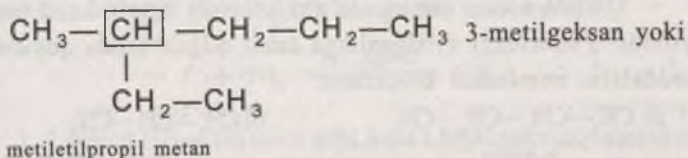
Formulasi	Nomi	Agregat holati	$t_{\text{qay}}^{\circ}\text{N}$	Radikali	Nomi
$\tilde{\text{N}}\text{H}_4$	Metan	Gaz	-162	$\tilde{\text{N}}\text{I}_3-$	Metil
$\tilde{\text{N}}_2\text{H}_6$	Etan	Gaz	-89	$\tilde{\text{N}}_2\text{H}_5-$	Etil
$\tilde{\text{N}}_3\text{H}_8$	Propan	Gaz	-42	$\tilde{\text{N}}_3\text{H}_7-$	Propil
$\tilde{\text{N}}_4\text{H}_{10}$	Butan	Gaz	-0,5	$\tilde{\text{N}}_4\text{H}_9-$	Butil
$\tilde{\text{N}}_5\text{H}_{12}$	Pentan	Suyuq	36	$\tilde{\text{N}}_5\text{H}_{11}-$	Pentil
$\tilde{\text{N}}_6\text{H}_{14}$	Geksan	Suyuq	69	$\tilde{\text{N}}_6\text{H}_{13}-$	Geksil
$\tilde{\text{N}}_7\text{H}_{16}$	Geptan	Suyuq	98	$\tilde{\text{N}}_7\text{H}_{15}-$	Geptil
$\tilde{\text{N}}_8\text{H}_{18}$	Oktan	Suyuq	126	$\tilde{\text{N}}_8\text{H}_{17}-$	Oksil
$\tilde{\text{N}}_9\text{H}_{20}$	Nonan	Suyuq	151	$\tilde{\text{N}}_9\text{H}_{19}-$	Nonil
$\tilde{\text{N}}_{10}\text{H}_{22}$	Dekan	Suyuq	174	$\tilde{\text{N}}_{10}\text{H}_{21}-$	Detsil

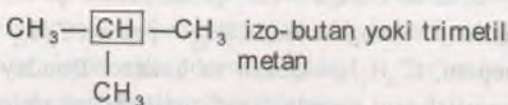
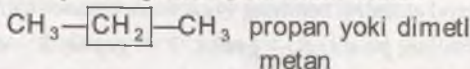
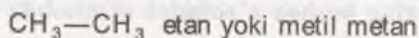


Gomologik qatorning boshqa a'zolarini nomlashda molekula tarkibidagi uglerod atomlari sonining *grekcha* nomi asos qilib olingan. Ularda  $n = 5$  bo'lsa, *penta*,  $6$  — *geksa*,  $7$  — *gepta*,  $8$  — *okta*,  $9$  — *nona*,  $10$  — *deka* so'zlariga “-an” qo'shimchasi qo'shib uglerod nomi hosil qilinadi. Shunga asosan  $C_5H_{12}$  — pentan,  $C_6H_{14}$  — geksan,  $C_7H_{16}$  — geptan,  $C_{10}H_{22}$  — dekan va hokazo. Bunday nomlash “normal” tuzilishdagi hamda “izo” tuzilishdagi uglevodorodlarga taalluqli bo'lib, to'g'ri zanjirli uglevodorod nomi oldiga  $n$  — (normal), tarmoqlangan zanjirli uglevodorod nomiga “izo” — old qo'shimchasi qo'shib aytiladi.



*Ratsional nomenklatura.* Bu nomenklaturaga binoan alkanlarni nomlashda ularni metandagi bir yoki bir necha vodorod atomlari boshqa radikallarga almashinuvi natijasida hosil bo'lgan deb qaraladi. Radikallarning eng kichigidan boshlab nomlari aytilib, oxirida “metan” so'zi qo'shiladi. Agar bir xil radikallar ikki, uch, to'rttadan bo'lsa, ular nomiga “*di*”, “*tri*” va “*tetra*” qo'shimchalari qo'shib aytiladi:





Bu nomenklaturani murakkab tuzilishli uglevodorodlarni nomlashda qo'llab bo'lmaydi, chunki nomukammaldir.

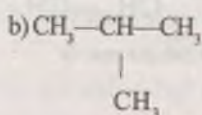
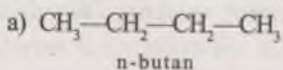
*Sistematik (IYuPAK) nomenklatura.* Bu nomenklatura eng oddiy organik moddalardan boshlab murakkab tuzilishli birikmalarni nomlashgacha qo'llaniladi, hozirgi vaqtda asosan shu nomenklatura ishlatiladi. Sistematik nomenklatura bo'yicha uglevodorodlar nomlanganda: — har bir uglevodorodni to'g'ri (asosiy) zanjirdagi bir yoki bir necha vodorod atomlari o'rniga turli radikallar birikshidan hosil bo'lgan moddalar, deb qaraladi.

- Asosiy zanjir sifatida eng ko'p uglerod atomlari saqlangan uzun zanjir tanlanib, uglerod atomlarini raqamlash tarmoqlanish yaqin bo'lgan tomon (chap yoki o'ng)dan boshlanadi.

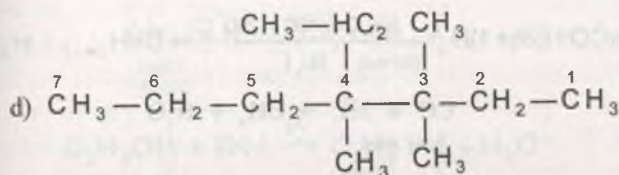
— Uglevodorodning nomini keltirib chiqarishda, avvalo, eng kichik radikal, keyin katta radikallar turgan uglerod atomlari raqamlari ko'rsatiladi. Agar shu atomga bu radikaldan ikkita birikkan bo'lsa shu atom raqami ikki marta vergul bilan takrorlanadi.

— Shundan so'ng radikal(lar)ning nomi aytiladi. Bir xil radikallar ikki marta takrorlansa "di", uch marta — "tri", to'rt marta takrorlansa "tetra" qo'shimchalari qo'shiladi.

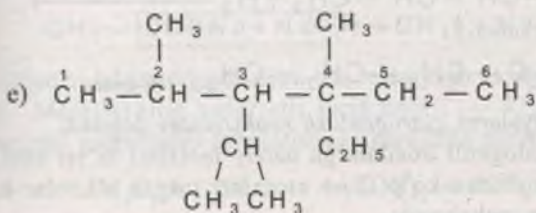
— Oxirida asosiy zanjirga to'g'ri keluvchi uglevodorod nomi aytiladi. Yuqoridagi aytilganlarga amal qilgan holda quyidagi moddalarni nomlashni keltiramiz:



2-metil propan (izobutan)



3,3,4-trimetil,4-etil heptan



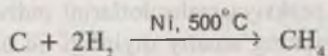
2,4-dimetil — 4-etil — 3-izopropilheksan

### *Metan va gomologlarining olinishi*

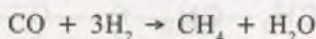
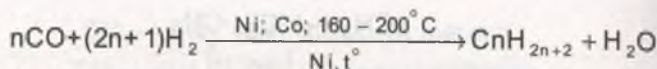
Metan va uning gomologlari tabiiy manbalardan yoki sun'iy usullar bilan olinadi. To'yingan uglevodorodlarning asosiy tabiiy manbalariga neft, toshko'mir, tabiiy va yo'ldosh gazlar kiradi. Ularni tabiiy manbalardan sof holda ajratib olishda asosan *haydash* va *rektifikatsiya* usullaridan foydalaniladi.

To'yingan uglevodorodlarni sanoat miqyosida va laboratoriya miqyosida olish uchun quyidagi sintez usullaridan foydalaniladi:

1. Uglarod bilan vodorodni bevosita biriktirib olish. Bunda uglarod bilan vodorodni kukun holatidagi nikel katalizatori ishtirokida 500°C gacha qizdirilsa metan hosil bo'ladi:



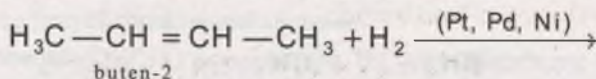
2. Uglarod (II)-oksid nikel yoki kobalt katalizatorlari ishtirokida vodorod bilan qaytarilsa, turli to'yingan uglevodorodlar aralashmasi hosil bo'ladi.



suv gazi

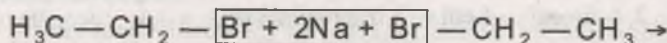
Hosil bo'lgan uglevodorodlar aralashmasi organik sintez uchun asosiy xomashyo vazifasini o'taydi.

3. To'yinmagan uglevodorodlarga katalizatorlar ishtirokida vodorod birlashtirib,  $n \geq 2$  ta uglerod atomlari saqlangan alkanlar olinadi:



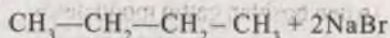
bunday reaksiyalarni *gidrogenlash reaksiyalari* deyiladi.

4. Monogalogenli hosilalarga natriy metalini ta'sir ettirsak, avvalgisiga nisbatan ko'p C — atomlari tutgan alkanlar hosil bo'ladi (Vyurs reaksiyasi):



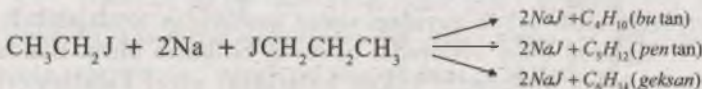
etil bromid

etil bromid



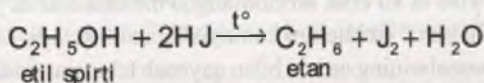
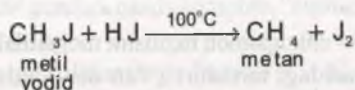
butan

Agar ikkita galogenli hosila tarkibidagi uglerod atomlari soni har xil bo'lsa, reaksiya natijasida uch xil alkan aralashmasi hosil bo'ladi:

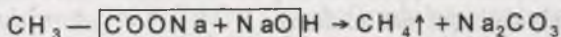


Hosil bo'lgan reaksiya mahsulotlarini individual ravishda bir-biridan ajratib olishning amaliy qiyinligi bu usulning eng asosiy kamchiliklaridan biridir.

4. Alkanlarning turli hosilalarini yuqori temperaturada vodorod yodid bilan qaytarib, metan va uning gomologlari olinadi (Bertlo reaksiyasi):

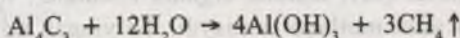


5. Karbon kislotalarning quruq tuzlari quruq holdagi o'yuvchi ishqorlar — ohak bilan aralashtirib qizdirilsa, dekarboksillanish hisobiga dastlabki olingan karbon kislota tuziga nisbatan tarkibida *bir atom uglerod kam bo'lgan alkan* hosil bo'ladi:



Metanni laboratoriyada olish shu reaksiyaga asoslangan.

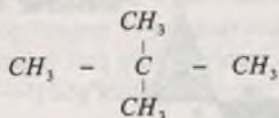
6. Metallarning uglerodli birikmalari —  $\text{Al}_4\text{C}_3$  alyuminiy metanidni gidrolizlab laboratoriya sharoitida metan olinadi:



**Fizik xossalari.** To'yingan uglevodorodlarning fizik xossalari ularning tarkibi va tuzilishiga bog'liq. To'yingan uglevodorodlarning gomologik qatorida  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  uglerod atomlarining soni ( $n$ ) ortishi bilan ularning fizikaviy xossalari ham o'zgaradi, ya'ni  $n = 1-4$  gacha gazsimon,  $n = 5 - 16$  gacha suyuq,  $n > 16$  dan boshlab qattiq moddalardir.

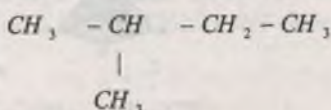
Bu o'zaro bog'liqlik miqdor o'zgarishining sifat o'zgarishlariga o'tishi haqidagi tabiat dialektikasi qonunining yorqin dalilidir.

Gazsimon va qattiq alkanlar hidsiz, suyuq alkanlar esa o'ziga xos hidga ega. Tarmoqlangan zanjirli (izo-) alkanlarning qaynash temperaturasi chiziqsimon (normal) tuzilishli alkanlarning qaynash temperaturasidan pastroq bo'ladi. Tarmoqlanish qancha ko'p bo'lsa qaynash temperaturasi ham shuncha kamayib boradi. Buni quyidagi misollar aniq ko'rsatib turibdi.



neopen tan

$$t_{\text{qayn}}^0 = 36,1^\circ\text{C}$$



Izopen tan

$$t_{\text{qayn}}^0 = 27,8^\circ\text{C}$$



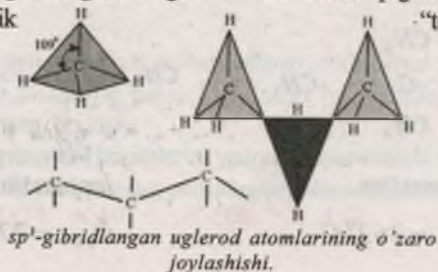
Buning sababi — chiziqsimon tuzilishli molekulalar o'zaro parallel joylashib, ular o'rtasidagi tortishuv (Van-der-Vaals) kuchlari butun molekula bo'ylab ta'sir etsa, tarmoqlangan molekulalarda yonaki zanjirning bo'lishi bu ta'sir kuchini kamayishiga olib keladi. Alkanlarning molekulyar massalarining ortishi bilan qaynash temperaturasi ortib boradi. Buning sababi — molekulyar massa ortib borishi bilan molekulalararo tortishuv kuchlarining ham ortib borishidir. Past molekulyar massali alkanlarni bir-biridan ajratish (haydash usuli bilan) oson va ular toza moddalar bo'lsa, yuqori molekulyar massali alkanlarni bir-biridan ajratish ancha qiyin, ular ko'pchilik hollarda o'zaro aralashgan bo'ladi (masalan: neft mahsulotlari).

To'yingan uglevodorodlarning molekulalari qutbsiz, kovalent bog'lanishga ega bo'lgani uchun qutbsiz yoki kam qutbli erituvchilarda (masalan, benzolda, efirda, xloroformda) yaxshi, qutbli erituvchilar (suv, kislota, organik kislotalar, spirtlarda)da yomon eriydi yoki mutlaqo erimaydi. To'yingan uglevodorodlar barcha organik birikmalarga o'xshash oson yonuvchan, havo bilan aralashmasi portlashi mumkin bo'lgan moddalardir. Shu sababli ular bilan ishlaganda juda ehtiyotkorlik talab qilinadi.

**Kimyoviy xossalari.** To'yingan uglevodorodlarning kimyoviy xossalari to'liq o'rganish uchun ulardagi uglerod atomlarining elektron tuzilishi va kimyoviy bog'lanishlarining tabiatini yaxshi anglab olish kerak.

Alkanlarda uglerodning valent atom orbitallari  $sp^3$  gibridlangan bo'lib, ular uglerod atomi atrofidagi fazoda tetraedr holatida yo'nalgan. Orbitallar orasidagi burchak  $109^\circ$  ni tashkil etadi.

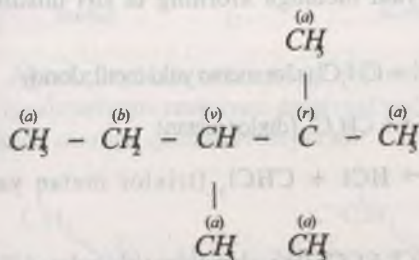
Metan molekulasida tetraedring markazidagi C atomining  $sp^3$  orbitallari bittadan H atomlarining s orbitallari bilan qoplanib C—H bog'larini hosil qiladilar. Uning gomologlarida uglerod atomlari hosil qilgan har bir tetraedr uchlari bilan birik



biriga nisbatan  $109^\circ$  burchak ostida joylashib, "zigzag" simon zanjimi hosil qiladilar.

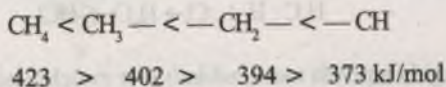
Ularning molekularidagi barcha C—C va C—H bog'lari mos yadrolarni tutashturuvchi to'g'ri chiziqlar bo'ylab hosil bo'lgani uchun sigma " $\sigma$ " bog'lar deyiladi. Bog'larning uzunligi  $r_{C-C} = 1,54 \text{ \AA}$  bo'ladi.

Alkanlar molekulasida elementlarning atomlari bir-birlari bilan  $\sigma$ -bog'lar orqali mustahkam bog'langanligi uchun ular oddiy sharoitda kimyoviy jihatdan inert moddalardir. Alkanlarda C—C bog'ini uzish C—H bog'ini uzishga nisbatan kam energiya talab qiladi. Shu boisdan ko'pchilik hollarda kimyoviy o'zgarishlar C—C bog'ining uzilishi, ya'ni molekularning shu bog'lar bo'yicha bo'linishi hisobiga borsa-da, lekin ayrim hollarda bu reaksiyalar C—H bog'ining uzilishi hisobiga ham bo'radi. Alkanlar molekularidagi uglerod atomlari o'ziga nechta uglerod atomlarini birlashtirganligiga qarab, *birlamchi*, *ikkilamchi*, *uchlamchi* va *to'rtlamchi* uglerod atomlariga bo'linadi. Quyidagi molekula misolida ko'rib chiqaylik:



Bu molekuladagi (a) — bilan belgilangan  $\text{CH}_3$  lardagi C atomlari — birlamchi; (b) bilan belgilangan  $\text{CH}_2$  — dagi C atomi — ikkilamchi; (v) bilan belgilangan CH — dagi C atomi — uchlamchi; (r) bilan belgilangan C atomi — to'rtlamchi uglerod atomlaridir.

To'yingan uglevdorodlardagi turli uglerod atomlari bilan bog'langan H atomlarining reaksiyaga kirishish qobiliyati bir-biridan farq qilib quyidagi qatorda ortib boradi. Chunki shu qatorda C—H bog'ining energiyasi:



tartibda kamayib boradi. Uglevodorod molekularidagi uglerod atomlarining valentliklari to'la to'yinganligi sababli, ular birikish reaksiyasiga mutlaqo kirishmaydilar. Shu sababli aksariyat kimyoviy agressiv moddalar ( $H_2SO_4$ , ishqorlar, HCl, HBr) alkanlarga ta'sir etmaydi.

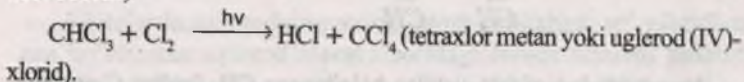
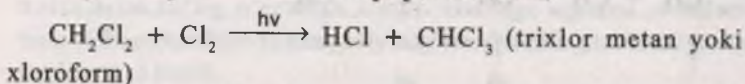
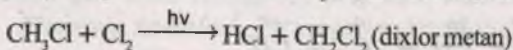
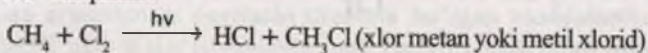
To'yingan uglevodorodlar uchun almashinish, oksidlanish va ajralish reaksiyalari xosdir.

Almashinish reaksiyalari.

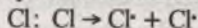
I. *Galogenlash*. Galogenlar yorug'lik nuri ta'sirida to'yingan uglevodorodlardagi vodorod atomlari bilan birin-ketin o'rin almashadi. Alkanlar galogenlarning elektromanfiyliklariga bog'liq holda fluor bilan reaksiyaga juda tez portlab, xlor va brom bilan ancha oson, yod bilan esa reaksiyaga qiyin kirishadi.

Shu bilan birga reaksiyaning ekzotermikligi darajasi ham katta rol o'ynaydi.  $\Delta H < 0$  bo'lishi  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  tenglamasidagi  $G$  ning reaksiya natijasida kuchli darajada kamayishini ta'minlaydi.

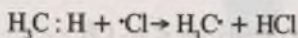
Almashinish reaksiyasi bosqichli borib, alkanlarning turli galogenli hosilalari aralashmasi va vodorod xlorid ajralib chiqishi bilan tugaydi. Bu reaksiyani metanga xlorning ta'siri misolida ko'rib chiqamiz:



Bu reaksiyaning mexanizmi ancha murakkab. Birinchi bosqichda yorug'lik (initsiator — boshlovchi) ta'sirida xlor molekulasining gomolitik parchalanishi ro'y beradi va u ikkita ozod radikalga ajraladi:



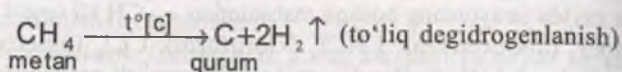
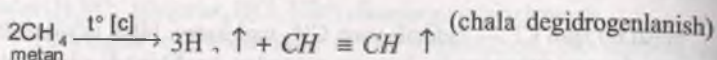
Reaksiyaning ikkinchi bosqichida  $Cl\cdot$  radikali metan molekulasini bilan to'qnashib, metil radikalini va vodorod xlorid molekulasini hosil qiladi:



Keyingi bosqichda metil radikal xlor molekulasini bilan to'qnashib, metil xlorid molekulasini va  $Cl\cdot$  radikalini hosil qiladi:



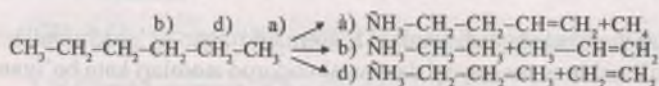
Metanni degidrogenlash reaksiyalari yuqori temperaturada havo kirmagan sharoitda olib boriladi. Bunda metan vodorodlarni qisman yoki to'liq chiqarib yuboradi:



Bu reaksiyalar metanning *pirolizi* deyiladi. *Piroliz moddalarni havosiz sharoitda qizdirib parchalash jarayonlaridir.*

#### IV. Kreking.

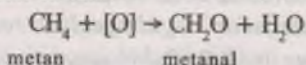
*Yuqori temperaturaning ta'siri.* Yuqori molekularli to'yingan uglevodorodlar 450—550°C atrofida qizdirilsa, ularning yirik (uzun) molekularli "kichik bo'laklar"ga bo'linadi. *Bu jarayon kreking deyiladi.* Kreking jarayonida bir vaqtda C—C va C—H bog'lari uzilgani uchun kreking natijasida kichik molekulyar massali to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlar hosil bo'ladi:



Uglevodorodlarni krekinglashdan hosil bo'lgan moddalar kimyo sanoatida xomashyo va yonilg'i sifatida ishlatiladi.

*V. Oksidlanish reaksiyalari.* Kuchli oksidlovchilar yuqori temperaturada alkanlarga asta-sekin ta'sir qiladi. Bunda molekularlarning biron bir qismida uglerod atomlari o'rtasidagi bog' uziladi, hosil bo'lgan radikalarning oksidlanishi natijasida turli xil organik moddalar hosil bo'ladi.

Masalan, metan havo kislorodi bilan 400—600°C da oksidlanganda chumoli aldegid hosil bo'ladi:

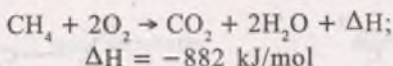


Oksidlanish va yonish reaksiyalarini bir-biridan farqlash uchun oksidlash reaksiyalarida kislorod [O] va yonish reaksiyalarida [O<sub>2</sub>] holida yoziladi.

Qattiq uglevodorodlar 100°C atrofida kislorod bilan oksidlanishi natijasida ochiq zanjirli organik kislotalar hosil bo'ladi. Bu usulda olingan

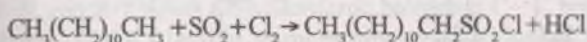
sintetik yog' kislotalaridan asosan sovun ishlab chiqarishda foydalaniladi.

To'yingan uglevodorodlar havodagi kislorod qatnashuvida barcha organik moddalar singari yonib,  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi va ko'p miqdorda issiqlik ajraladi. Kundalik hayotimizda ishlatiladigan metan gazining yonishi shunday reaksiyalarga misol bo'la oladi:

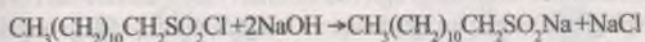


Shu sababli to'yingan uglevodorodlardan issiqlik energiyasi (yonilg'i) manbai sifatida foydalaniladi.

VI. *Sulfoxlorlash reaksiyasi*. Alkanlar sulfid anhidridi va xlor bilan ultrabinafsha nur ta'sirida alkansulfonilxloridlar hosil qiladi:



Alkansulfonilxloridlarga ishqor tasir ettirilsa, ularning natriyli tuzlari - sulfonatlar hosil bo'ladi, bu tuzlar yuvish vositalari sifatida ishlatiladi.



## XXIX.2. Siklo- (yopiq halqali) alkanlar

To'yingan uglevodorodlarning to'g'ri va tarmoqlangan zanjirli turlaridan tashqari, uglerod atomlarining o'zaro birikishi tufayli turli halqalar hosil qilgan turlari — *sikloalkanlar* ham mavjud.

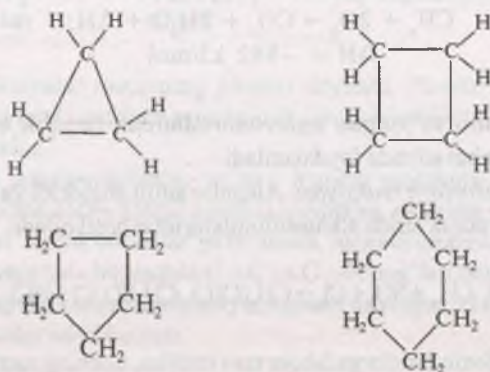
Tarkibi vodorod va faqat uglerod atomlaridan iborat halqasimon tuzilishli to'yingan uglevodorodlar *sikloalkanlar* deyiladi.

Sikloalkanlar, asiklik (ochiq zanjirli) alkanlardan ikki atom vodorodi kamligi bilan farqlanib, ularning tarkibida eng kamida uchta uglerod atomlari bo'ladi. Sikloalkanlar gomologik qatorining umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  bo'lib ( $n \geq 3$ ), gomologik qatorning eng birinchi vakili  $\text{C}_3\text{H}_6$  — siklopropandir.

Agar sikloalkanlarning tarkibiga e'tibor berilsa, ular asosan ikki valentli metilen ( $-\text{CH}_2-$ ) radikallarining o'zaro birikishidan hosil bo'lgan moddalarga o'xshaydi. Shu sababli

ularni *polimetilenlar* deyiladi. Bundan tashqari ularni sikloparafinlar, naften, siklanlar ham deb nomlanadi.

Sikloalkanlarning molekularida uch-, to'rt-, besh-, olti-, etti- va undan ko'p a'zoli halqalar bo'ladi. Ularning barqarorligi uch a'zolidan 6 a'zolicacha ortib borib, 7 a'zolidan boshlab yana kamayib ketadi:

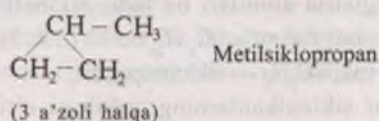
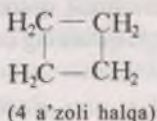


Sikloalkanlar tarkibidagi uglerod atomlari valent elektronlari orbitalari  $sp^3$ -gibridlangan bo'lib, halqa va halqadan tashqaridagi bog'lar  $\sigma$ -bog'lanishdir.  $r_{C-C} = 0,154$  nm. Lekin, bog'lar orasidagi burchak  $109^\circ$  dan kichikroq bo'ladi.

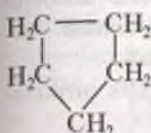
**Izomeriyasi.** Sikloalkanlarning izomeriyasi halqaning o'lchami va undan tashqari (yonaki zanjir)dagi radikallar turiga bog'liqdir. Siklopropaning siklik izomeri yo'q, lekin uning tarkibiga  $C_3H_6$  to'yinmagan uglevodorodlar qatoridagi propilen to'g'ri kelgani uchun ularni o'zaro izomer sifatida qabul qilish mumkin.

a) *halqa izomeriyasi* — bu bir xil tarkibga to'g'ri keluvchi turli o'lchamdagi halqalar saqlagan moddalar izomeriyasi.

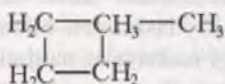
Siklobutanning 2 xil yopiq (halqa) izomeri bor:



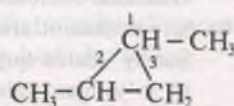
b) halqa va unga birikkan yonaki zanjir (o'rinbosar) izomeriya-si:



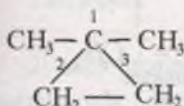
siklopentan



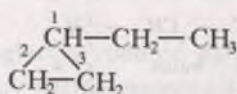
metil siklobutan



1, 2 — dimetil siklopropan

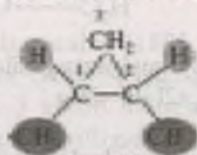


1, 1 — dimetil siklopropan

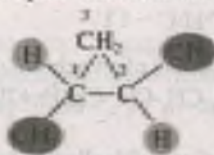


etil siklopropan

d) yonaki zanjirli sikloalkanlarda halqadagi C—C bog'i atrofida halqani tashkil qiluvchi guruhlarining erkin aylanish imkoniyati yo'q. Shu sababli bu o'rinbosarlar turli holatda joylashib qolishi sababli sikloalkanlarda *sis*- va *trans* (geometrik) izomeriya hodisasi ro'y beradi. Buni 1, 2-dimetilsiklopropan misolida ko'ramiz:



*sis*-izomer



*trans*-izomer

**Nomenklaturasi.** Tarixiy nomenklaturaga ko'ra tegishli alkan nomi oldiga "*siklo*" so'zi qo'shib aytiladi. Sistematik nomenklaturaga binoan asosiy zanjir sifatida eng ko'p uglerod atomi saqlagan halqa tanlanib, bu halqaning tarmoqlangan uglerod atomi sanoq boshi sifatida qabul qilinadi. Avval tarmoqlangan uglerod atomi raqami, keyin eng kichik radikal (yonaki zanjir)ning nomi aytilib, oxirida halqaga to'g'ri keluvchi sikloalkan nomi aytiladi.

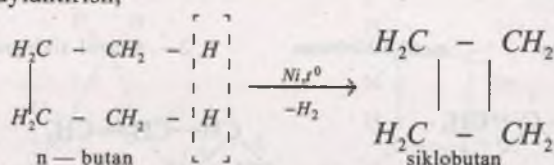


Buning isboti sifatida yuqoridagi siklobutan va izomerlarining nomlanishi keltiriladi.

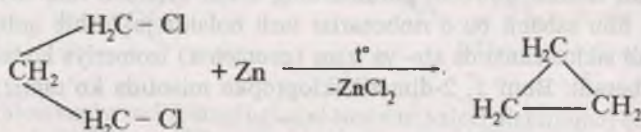
**Olinishi.** Sikloalkanlar tabiatda asosan neft tarkibida uchraydi va neft mahsulotlaridan haydash usuli bilan ajratib olinadi.

Sun'iy usulda quyidagi reaksiyalar natijasida olinadi:

a) o'yingan uglevodorodlarni degidrogenlab, siklik birikmalarga aylantirish;

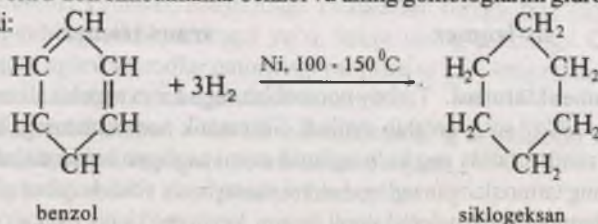


b) o'yingan uglevodorodlarning birinchi va oxirgi uglerod atomlarida galogenlar tutgan hosilalarini Na yoki Zn metali bilan degalogenlash (Gustavson) reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi:



Tsiklobutan olish uchun Zn o'rniga litiy amalgamasi ishlatiladi:  
 $BrCH_2-CH_2-CH_2-CH_2Br + 2LiHg \rightarrow C_4H_8 + 2LiBr + 2Hg$

d) olti a'zoli sikloalkanlar benzol va uning gomologlarini gidrogenlab olinadi:

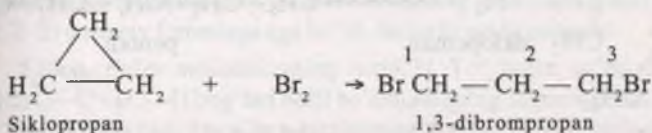


**Fizikaviy xossalari.** Sikloalkanlarning fizik xossalari alkanlarning fizik xossaloriga o'xshaydi. Sikloalkanlar suvda, kislotada va ishqorlarda erimaydi, ularning zichliklari suvnikidan kichik.

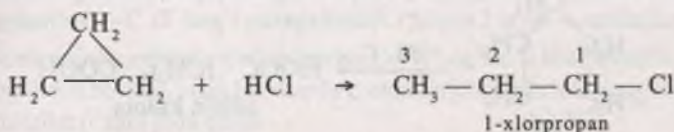
**Kimyoviy xossalari.** Sikloalkanlar kimyoviy xossalari bilan ham alkanlarga o'xshash. Ular ko'pchilik reagentlar ta'siriga chidamli, asosan alkanlarga xos reaksiyalarga kirishadi. Ammo sikloalkanlarning dastlabki

ikki vakili — siklopropan va siklobutan kimyoviy xossalari jihatidan, to'yingan alifatik uglevodorodlarga o'xshaydi.

1) siklopropan va siklobutanga galogenlar ta'sir ettirilganda, halqalari uzilib, uglerodlarning bo'sh qolgan bog'lariga galogen atomlari birikadi va ochiq zanjirli birikma hosil bo'ladi:

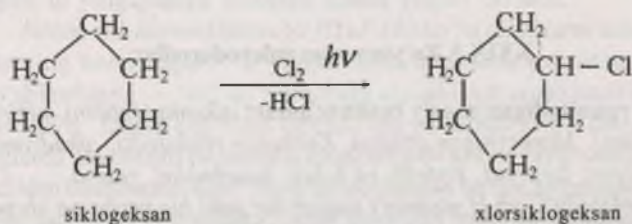


2) siklopropanning gomologlariga vodorod galogenid ta'sir ettirilganda, ularning halqalari uzilib, uglerodlarning bo'sh valentliklariga vodorod va galogen atomlari birikadi va ochiq zanjirli birikma hosil bo'ladi:



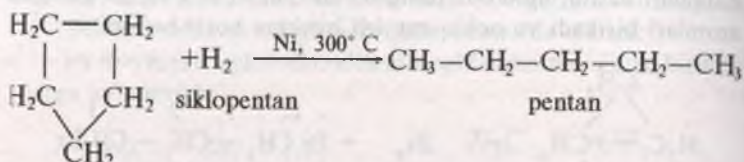
A. Bayerning (1885 y.) halqalar o'ta "tarang"ligi nazariyasiga ko'ra, siklopropanning birikish reaksiyalariga kirishishiga sabab, undagi 3 a'zoli halqaning "tarang"ligidir, ya'ni oson ochilib ketishga moyilligidir.

3) siklopentan va undan yuqori sikloalkanlarga galogenlar ta'sir ettirilganda, ulardagi halqa nisbiy barqarorligi tufayli uzilmaydi, balki vodorod atomi galogenga almashinadi:

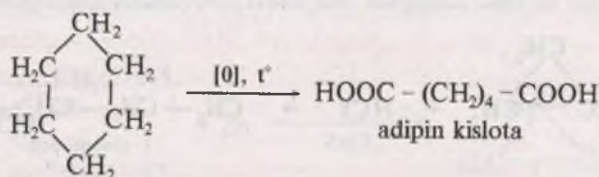


4) siklopentan va undan yuqori sikloalkanlar vodorod galogenid bilan reaksiyaga kirishmaydi, chunki halqa barqaror bo'lganligi sababli

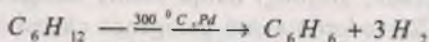
ochilib ketmaydi. Uch, to'rt va besh a'zoli sikloalkanlar — katalizatorlar ishtirokida gidrogenlanganda halqalari uzilib, tegishli alkanlar hosil bo'ladi:



5) sikloalkanlar oksidlovchilar ta'sirida oksidlanish reaksiyalariga kirishadi. Buning natijasida halqa uzilib, molekulasidagi uglerod atomlari soni oksidlangan sikloalkandagi uglerod atomlari soniga teng bo'lgan ikki asosli kislotalar hosil bo'ladi:



6) siklogeksan yuqori temperaturada katalizator ishtirokida degidrogenlanib, benzolga aylanadi. Bu reaksiya xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega bo'lgan neftni aromatlash — riforming jarayonining asosini tashkil etadi:



### XXIX.3. To'yinmagan uglevodorodlar

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** alkenlar (etilen), alkinlar (atsetilen), Markovnikov qoidasi, Kucherov reaksiyasi, alkadiyenlar (butadiyen, izopren), sintetik va tabiiy kauchuklar, rezina.

Tarkibida C va H atomlari saqlab bir yoki bir necha qo'sh bog' (yoki uchbog') saqlagan organik moddalar to'yinmagan uglevodorodlar deyiladi. To'yinmagan uglevodorodlar: alkenlar (molekulasida bitta qo'sh bog'i bor), alkadiyen (diyen uglevodorodlar) lar (molekulasida ikkita qo'sh bog'i bor) va alkin (molekulasida uchbog'i

bor) larga bo'linadi. To'yinmagan uglevodorodlarning o'ziga xosligi ular molekulasida qo'shbog' yoki uchbog'lar borligi bilan izohlanadi.

## ALKENLAR

Molekulasida bitta qo'shbog' bo'lgan etilen qatori uglevodorodlari **alkenlar** yoki **olefinlar** deyiladi. Alkenlarning gomologik qatori  $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 2$ ) umumiy formulaga ega bo'lib, birinchi vakili etilendir.

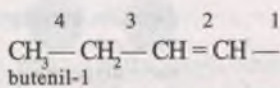
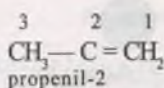
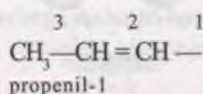
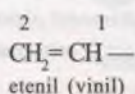
**Etilen.** *Etilen molekulasining tuzilishi.* To'yingan uglevodorodlarda C—C va C—H bog'lari hosil bo'lishida qo'zg'algan uglerod atomi ( $C^*$ ;  $1s^2 2s^1 2p^2$ ) dagi 2s va 2p orbitallarning 4 talasi ham gibridlanishda ishtirok etishini ko'rgan edik. Shunday holatlar ham bo'ladiki, uglerod atomidagi 3 ta 2p-orbitallarning hammasi ham gibridlanishda ishtirok etmaydi. Aniqroq qilib aytganda 1 ta 2s- va 2 ta 2p ( $p_x, p_y$ ) orbitallardan 3 ta  $sp^2$  — gibrid orbitallar hosil bo'ladi va 1 ta  $2p_z$  — orbital gibridlanmay qoladi (36-rasm). Etilen molekulasida hosil bo'lishida ikkala C - atomining tekislikda joylashgan 1 tadan  $sp^2$  — gibrid orbitallari o'zaro qoplanib, C—C  $\sigma$  bog'i yuzaga keladi. Qolgan 2 ta  $sp^2$  — orbitallar H-atomlarining s-orbitallari bilan 2 tadan C—H bog'larini hosil qiladilar.  $\sigma$ -bog' hosil bo'lishi bilan bir vaqtda C atomlaridagi gibridlanmagan  $2p_z$  orbitallar o'zaro juda qisqa

masofada turganliklari uchun bir-birlarini  $\sigma$ - bog'lar tekisligiga nisbatan perpendikulyar tekislik bo'yicha qoplaydilar va ikkinchi C—C bog' —  $\pi$  - bog'ni hosil qiladilar (37-rasm). Shu tariqa to'yinmagan uglevodorodlarda qo'shbog' hosil bo'lib, uning uzunligi  $r_{C=C} = 1,34 \text{ \AA} = 0,134 \text{ nm}$  ga tengdir.  $\sigma$ -bog'ga nisbatan ( $E_{\sigma\text{-bog'}} = 350 \text{ kJ/mol}$ )  $\pi$ -bog'i kuchsizroq ( $E_{\pi\text{-bog'}} = 257 \text{ kJ/mol}$ ) bo'lib, kimyoviy reaksiyalar vaqtida ancha oson uziladi va shu sababli to'yinmagan uglevodorodlarning reaksiyaga kirishish qobiliyati to'yinganlarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi.

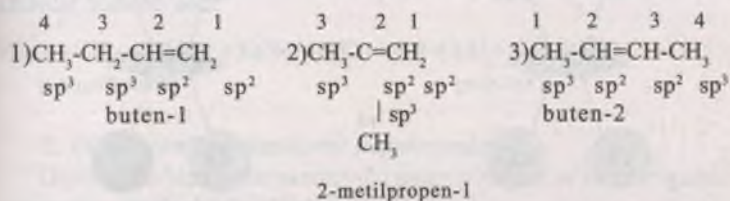
*Sistematik nomenklaturaga (IYuPAK) ko'ra alkenlarni nomlashda* ularning nomi tegishli to'yingan uglevodorodlar nomidagi - "an" qo'shimchasini — "en" qo'shimchaga almashtirish orqali hosil qilinadi. Qo'shbog' tutgan eng uzun uglerod zanjiri asosiy zanjir deb olinadi. Uglerod atomlarini raqamlash zanjirning qo'shbog' eng yaqin turgan uchidan boshlanadi. Agar zanjir tarmoqlangan bo'lsa, raqamlash zanjirning tarmoqlangan uchiga yaqin qismidan yoki qo'shbog'ga qaysi o'rinbosar yaqin turgan bo'lsa, shu uchidan boshlanadi. Umuman, bu moddalar nomini keltirib chiqarishda avval tarmoqlangan C-atomi ra-



suffiksi qo'shib aytiladi. Radikal bo'sh valentlikka ega bo'lgan uglerod atomidan boshlab raqamlanadi. Masalan:



**Izomeriyasi.** Alkenlarda o'rinbosar (tuzilish) izomeriyasi, qo'shbog' izomeriyasi va geometrik izomeriyalar uchraydi. Alkenlarning dastlabki ikki a'zosining — etilen va propilenning izomerlari yo'q, lekin propenil radikalining 2 ta izomeri mavjud (yuqoriga qarang). Butilen quyidagi uchta izomerga ega:



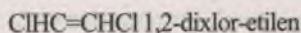
1 va 2 - o'zaro tuzilish izomerlari. 1 va 3- o'zaro qo'shbog' izomerlari. Pentenning 5 ta, geksening 13 ta, nonenning 154 ta izomeri mavjud.

**Geometrik izomeriya haqida tushuncha.** Alkenlarda alkanlardagidan farqli ravishda uglerod-uglerod qo'shbog'i atrofida molekula bo'laklarining erkin aylanma harakati ro'y berishi juda qiyin, u amalga oshmaydi.

Shuning uchun vodorod atomlari va radikallar (funksional gruppalar) qo'shbog' atrofida har xil fazoviy holatlarda joylashadilar. Natijada qo'shbog' tekisligiga nisbatan yonaki zanjirdagi o'rinbosarlarning bir tomonlama (*sis-*) va ikki tomonlama (*trans-*) joylashgan izomerlari hosil bo'ladi.

Bunday izomeriyani *geometrik izomeriya* deyiladi. *Sis-trans* izomeriyasini 2-buten misolida quyidagicha ko'rsatish mumkin:

Geometrik izomeriya quyidagi moddalarda ham uchraydi:





sis — dixloretilen

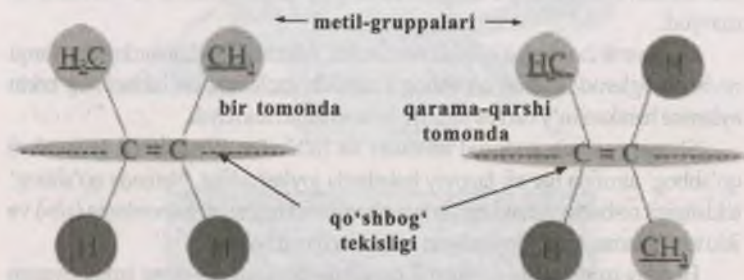


trans — dixloretilen

$\text{ClCH}=\text{CHNO}_2$  — 1-xlor-2-nitroeten uchun ham geometrik izomerlarni yozish mumkin:



va



sis-2-buten

$t_g^\circ = -138,9^\circ\text{C}$ ;  $t_{qay}^\circ = +3,72^\circ\text{C}$

trans-2-buten

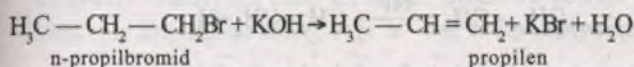
$t_g^\circ = -105,5^\circ\text{C}$ ;  $t_{qay}^\circ = +10^\circ\text{C}$

Sis - izomerida bir xil tabiatli o'rinbosarlar fazoda o'zaro yaqin joylashganligi uchun ular orasida itarilish kuchlari tufayli molekula energiyasi yuqoriroq, molekulararo tortishish kuchi kamroq bo'ladi. Shu sababli, trans-izomerlar sis-izomerlarga nisbatan barqarordir. Sis-trans izomerlar fizikaviy va kimyoviy xossalari bilan bir-biridan farq qiladi

### ***Etilen va uning gomologlarini olinishi***

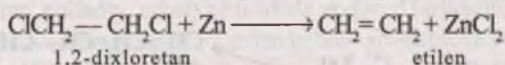
Alkenlar tabiiy va yo'ldosh gazlar, neft va neftni qayta ishlashda ajralib chiqadigan gazlar tarkibida bo'ladi va ulardan sanoat miqyosida ajratib olinadi. Ularni, shuningdek, quyidagi sintetik usullar bilan ham olish mumkin.

1. *Uglevodorodlarning galogenli hosilalaridan galogenovodorodni ajratish (degidrogalogenlash)*. Galogenli hosilaga ishqorning absolyut spirtidagi eritmasi ta'sir ettirilganda vodorod galogenid ajralib, alkenlar hosil bo'ladi:

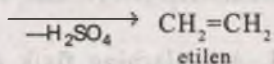
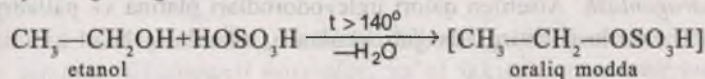


#### *2. Digalogenli birikmalarni degalogenlash*

Digalogenli birikmalarga rux yoki magniy kukuni ta'sir ettirilganda galogenlar ajralib chiqib, alkenlar hosil bo'ladi:



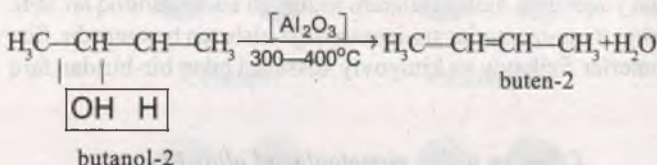
3. *Spirtlarni degidratlash*: a) spirtlarga oddiy sharoitda sulfat kislota ta'sir ettirilganda dastlab sulfat kislota efiri, so'ngra to'yinmagan uglevodorod hosil bo'ladi:



b) spirtlar 300—400°C da alyuminiy oksidi ustidan o'tkazilsa, alkenlar hosil bo'ladi. *Bu reaksiyalarda, Zaysev qoidasiga ko'ra, vo-*

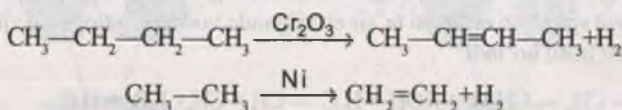


dorod atomi OH— gruppasiga yaqin, lekin vodorod atomlari kam uglerod atomlaridan ajraladi:



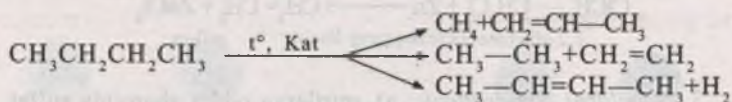
#### 4. To'yingan uglevodorodlarni degidrogenlash.

Alkanlarni gaz yoki bug' holida 300—400°C da qizdirilib, Ni va xrom oksidi ishtirokida katalitik degidrogenlanish natijasida etilen va boshqa alkenlar hosil bo'ladi. (Bunda: H— atomlari kam vodorod saqlagan C-atomlaridan ajraladi):

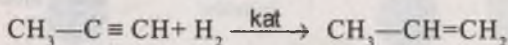


#### 5. To'yingan uglevodorodlarni krekinglash.

To'yingan uglevodorodlar, masalan, n-butan 500°C da krekinglanganda uglerod-uglerod bog'i uziladi va radikallardagi vodorod atomlari qayta gruppalanib alkan hamda alkenlar aralashmasi hosil bo'ladi:



6. Atsetilen uglevodorodlarini katalizatorlar yordamida gidrogenlash. Atsetilen qatori uglevodorodlari platina va palladiy katalizatorlari ishtirokida gidrogenlanib, alkenlarni hosil qiladi:



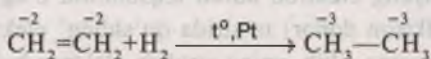
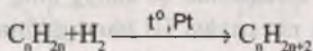
**Fizik xossalari.** Alkenlarning fizik xossalari to'yingan uglevodorodlar xossalariга o'xshash. Alkenlar gomologik qatorining

dastlabki uch vakili ( $C_2 - C_4$ ) gaz,  $C_5$  dan  $C_{17}$  gacha bo'lganlari suyuqlik,  $C_{18}$  va undan yuqorilari esa qattiq moddalardir.

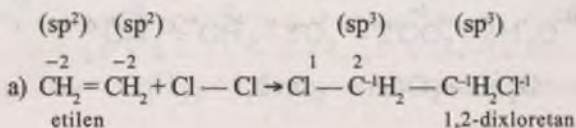
Gomologik qatorning birinchi vakili **etilen** — rangsiz shirinroq ta'mli, havodan engil gaz suvda kam eriydi. Alkenlarning molekulyar massasi ortishi bilan qaynash temperaturasi va zichligi oshib boradi. Alkenlarning chiziqsimon zanjirli — hosilalari tarmoqlangan hosilalariga nisbatan, *sis-izomerlari trans-izomerlariga* nisbatan yuqori temperaturada qaynaydi. Alkenlarning yuqori molekulyar massaga ega bo'lganlari suvda erimaydi, organik erituvchilarda (metil spirtidan tashqari) yaxshi eriydi. Alkenlarning barchasi yaxshi yonadi. Etilen va propilen esa tutab yonadi, havo bilan portlovchi aralashma hosil qiladi. Etilen dumbul uzilgan meva (nok, olma, limon) pomidor, qovunlarning pishishini tezlashtirish xossasiga ega bo'lgani uchun issiqxona havosiga qo'shib turiladi.

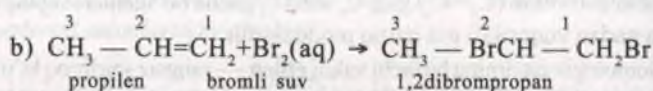
**Kimyoviy xossalari.** Etilen va uning gomologlari molekulasida qo'shbog' borligi uchun ular to'yingan uglevodorodlarga nisbatan kimyoviy reaksiyaga oson kirishadi. Etilen va boshqa alkenlarning kimyoviy aktivligi qo'shbog'dagi  $\pi$ -bog'ining nisbiy beqarorligi, ya'ni uning oson uzilishi va  $> \overset{\cdot}{C} - \overset{\cdot}{C} <$  uglerod atomlarining hosil bo'lgan bo'sh valentliklariga boshqa atom va gruppalarning birikishiga olib keladi. Har qanday alken uchun birikish reaksiyasi xosdir.

**1. Vodородning birikishi — gidrogenlanish.** Alkenlar katalizatorlar (platina, palladiy, nikel) ishtirokida vodorod biriktirib, alkanlar hosil qiladi. Buni umumiy holda va etilen uchun quyidagicha yozish mumkin:



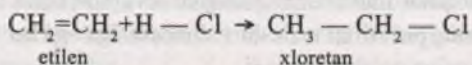
**2. Galogenlarning birikishi.** Alkenlarga galogenlar birikkanda *vitsinal digalogenli hosilalar*, ya'ni ikkita yonma-yon turgan uglerod atomlariga ikkita galogen atomlari birikkan birikmalari hosil bo'ladi:





Bromning alkenlarga birikishi shunisi bilan ahamiyatliki, alkenlar bromli suvga ta'sir etganda uning qo'ng'ir qizil rangi yo'qoladi va bu reaksiya qo'shbog'ga xos sifat reaksiyasi hisoblanadi.

**3. Vodород galogenidlarning birikishi.** Etilenga vodorod galogenidlar birikib, etanning galogenli hosilalarini vujudga keltiradi.



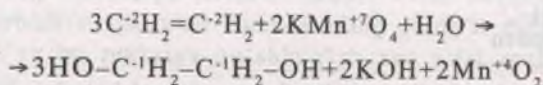
Agar alkenlar molekulasidagi C-atamlari soni ikkitadan ortiq bo'lsa, ularning vodorod galogenidlar bilan birikishi *V. V. Markovnikov qoidasi* bo'yicha boradi.

V. V. Markovnikov alkenlarga vodorod galogenidlarning birikish reaksiyalarini o'rganib, quyidagi qoidani yaratdi: **to'yinmagan uglevodorodlarga vodorod galogenidlar birikkanda, vodorod atomi qo'shbog' hosil qilgan eng ko'p vodorodli uglerod atomiga, galogen esa vodorodi eng kam (yoki vodorod atomi bo'lmagan) qo'shbog' hosil qilgan uglerod atomiga birikadi.** Bu qoidaga asosan propilenga HX (X = F, Cl, Br, I) birikishini ko'rib chiqaylik.

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$  molekulasida qo'shbog'ning bo'lishi A. M. Butlerovning tuzilish nazariyasi III bandiga binoan molekula-dagi atomlarning elektron buluti taqsimotini o'zgartiradi.  $\text{CH}_3$ -radikali (elektron donor) ta'sirida qo'shbog' elektron buluti 1-C atomi tomoniga siljib, uning atrofida elektron buluti zichligining eng katta bo'lishiga olib keladi. Uning zaryadi  $\delta^-$ -qiyamatga ortadi. 2-C atomidagi elektron zichligi kamayib, qisman  $\delta^+$  zaryadli bo'lib qoladi.  $\text{H} - \text{Cl}$  molekulasidagi bog' qutbli  $\text{H}^+ - \text{Cl}^-$  bo'lgani uchun ular qarama-qarshi zaryadli uglerod atomlari bilan ta'sirlashib qo'shbog'ning uzilishi hisobiga birikib, 2-xlorpropan hosil bo'ladi:



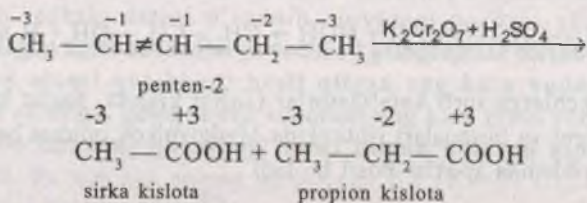
b) alkenlarga ishqoriy yoki neytral muhitda kaliy permanganatning suvli eritmasi ta'sir ettirilganda, ulardagi qo'shbog' uziladi, eritma rangsizlanadi va ikki atomli spirtlar — glikollar hosil bo'ladi (Vagner reaksiyasi). Bu reaksiya ham alkenlarning to'yinmaganligini isbotlovchi reaksiyadir:



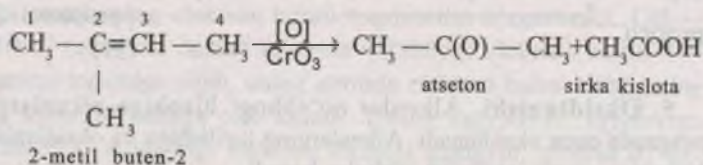
s) alkenlar kuchli oksidlovchilar bilan ( $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $CrO_3$ , kislotali muhitda  $HNO_3$  ta'sirida) oksidlansa, ularning

qo'shbog'i turgan joyidan (uglerod zanjiri) uziladi va tarkibida kislorod bo'lgan organik moddalar (kislota, aldegid va keton) hosil bo'ladi. Bu reaksiyalar yordamida qo'shbog'ning o'rni va molekulaning tuzilishi aniqlanadi.

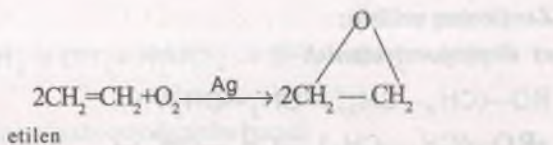
— Agar alken to'g'ri zanjirli bo'lsa, faqat kislotalar hosil bo'ladi:



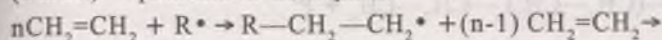
— Agar zanjir tarmoqlangan va shu uglerod atomi qo'shbog' hosil qilgan bo'lsa, keton va kislota hosil bo'ladi.



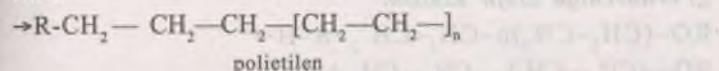
e) alkenlar  $250^\circ C$  da kumush katalizatori ishtirokida oksidlansa, organik oksidlar (epoksidlar) hosil bo'ladi:



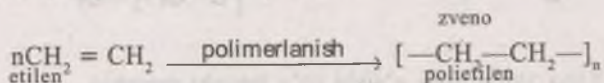
**6. Polimerlanishi.** Etilen va alkenlar qo'shbog'dagi  $\pi$ -bog'ning uzilishi hisobiga polimerlanish reaksiyasiga kirishadi. Tarkibida qo'shbog'(lar) i bo'lgan quyi molekulyar birikma (monomer) larning o'zaro birikishi natijasida yuqori molekulyar birikmalar (polimerlar) hosil bo'ladi. *Bu reaksiya polimerlanish deyiladi.* Polimerlanish reaksiyasi borishida qo'shbog'ning  $\pi$ -bog'i gomolitik yoki geterolitik uzilib, ikkala uglerod atomlarining har birida bittadan bo'sh valentliklari bo'lgan radikallar yoki karboniy ioni hosil bo'ladi. Bu radikallar yoki ionlar o'zaro birikib uzun zanjirli *yuqori molekulyar* birikma (YuMB) — polimerlarni hosil qiladi:



etilen

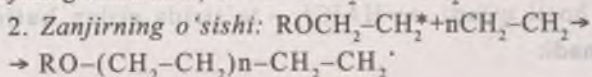


bunda,  $n$  — monomer molekularlar (zvenolar)ning soni yoki *polimerlanish darajasi* deyiladi. Alkenlarning polimerlanishi katalizatorlar (yoki initsiatorlar) ta'sirida boradi. Polimerlanish natijasida hosil bo'lgan yuqori molekulyar modda *polimer* (ko'p o'lchamli) deyiladi. Umumiy holda:



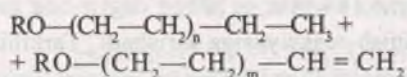
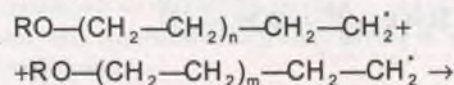
Polimerlanish reaksiyalari mexanizmlariga ko'ra radikal (initsirlangan) va ionli bo'lishi mumkin.

1. *Radikal polimerlanishda* monomerga radikallarga ajraladigan modda (initsiator  $\text{R}-\text{O} \cdot$  :  $\text{O}-\text{R} \rightarrow \text{R}-\text{O} \cdot + \text{R}-\text{O} \cdot$ ) ta'sir etadi: (zanjirning boshlanishi)  $\text{R}-\text{O} \cdot + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{R}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \cdot$

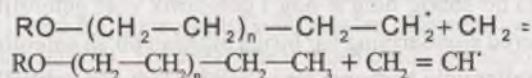


**Zanjirning uzilishi:**

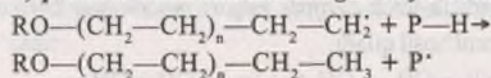
**a) disproporsiyalanish —**



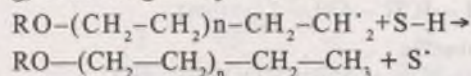
**b) monomerga zanjir uzatish:**



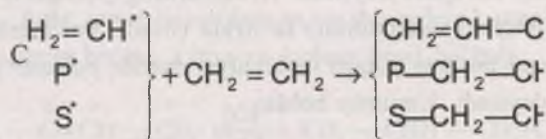
**v) polimer makromolekulasiga zanjir uzatish:**



**g) erituvchiga zanjir uzatish:**



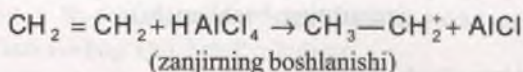
Endi:



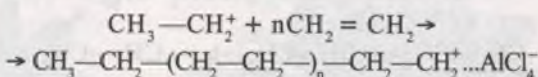
Yana zanjarning o'sishi ro'y berishi mumkin.

Zanjir shu tariqa o'sib boradi. Agar erkin radikallar o'zaro biriksa, zanjirning o'sishi to'xtaydi.

II. *Ionli (yoki katalitik) polimerlanishda* monomerga biror ion ta'sir etib, uni ionlaydi va shu ionlangan monomer boshqa monomer molekulari bilan ta'sirlashib polimer zanjirini hosil qiladi. a)  $\text{HAlCl}_4$ — ta'sirida etilen **kation polimerlanadi:**

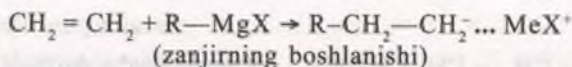


Zanjirning o'sishi quyidagicha boradi:

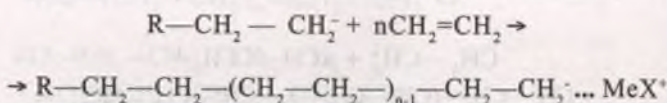


Zanjirning uzilishi anion va kationlarning o'zaro birikishi tufayli sodir bo'ladi. b) ayrim ishqoriy metallar Na yoki metalloorganik birikmalar R—Mg ta'sirida **anion polimerlanish** ro'y beradi:





Zanjirning o'sishi:



Zanjirning uzilishi qarama-qarshi zaryadli ionlarning birikishi yoki gidroliz reaksiyasi natijasida ro'y beradi.

Etilenning polimerlanish mahsuloti — polietilen rangsiz kislota, ishqorlar, suv ta'siriga chidamli plastik modda, termik va mexanik ishlov berishga juda moyil materialdir. Unga turli rangli moddalar qo'shib turli plyonka va plastmassalar olinadi.

Ular asosida turli quvurlar, idishlar, buyumlar tayyorlanadi. Polietilenning past bosimda va yuqori bosimda olinadigan turlari mavjud. Past bosimda olingan polietilenda katalizatorlarning qoldiqlari qolib ketgani uchun undan texnik maqsadlardagina foydalaniladi.

Yuqori bosimli polietilen kimyoviy toza bo'lgani uchun, undan oziq-ovqatlarni saqlash va tibbiyotda foydalaniladi.

#### XXIX.4. Asetilen va uning gomologik qatori

To'yinmagan uglevodorodlar molekularida uglerod atomlari o'zaro uchbog' orqali bog'langan birikmalar *alkinlar* yoki asetilen uglevodorodlar deyiladi.

*Asetilen molekulasining tuzilishi.* Asetilen uglevodorodlarining gomologik qatori  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  umumiy formulaga ega. Alkinlarning gomologik qatori eng oddiy tuzilishga ega bo'lgan asetilendan boshlanadi. Uning struktura formulasida uchbog'  $\text{C}\equiv\text{C}$  mavjud bo'lib, uning ikkitasi  $\pi$ - va bittasi  $\sigma$ - bog'dir. Ularning hosil bo'lishini shunday tasavvur qilish mumkin.

Asetilen molekulasidagi uglerod atomlari  $sp^1$ -gibridlangan bo'lib, bu gidrid orbitalar 1 ta 2s va 1 ta  $2p_x$  orbitallarning o'zaro gibridlanishi natijasida hosil bo'ladi. Ular fazoda birbiriga nisbatan  $180^\circ$  burchak ostida joylashgan. Ikkita uglerod atomlaridagi bittadan  $sp^1$ -gibrid orbitalari o'zaro qoplanib,  $\sigma$ -

bog' hosil qiladilar. Bo'sh qolgan yana bittadan  $sp^1$ -orbitallari ikki tomondan H—atomlarining s-orbitallari bilan qoplanib, C—H bog'lari ( $\sigma$ -bog'i)ni hosil qiladilar:



37-rasm.

Asetilen molekulasida  $\pi$ - va  $\sigma$ - bog'larning hosil bo'lishi.

Shu tariqa asetilen molekulasida 3 ta  $\sigma$ - bog' bor. Uglerod atomlaridagi gibridlanishda ishtirok etmagan ( $2p_y, 2p_z$ )  $p$ - orbitallar bo'lib, ular (etilendagidek) o'zaro perpendikulyar tekisliklar bo'ylab qoplanadilar va bir vaqtning o'zida 2 ta  $\pi$ - bog'lar ( $\pi_1$  va  $\pi_2$ )ni hosil qiladilar (37-rasm).

Umuman, asetilen molekulasi chiziqsimon tuzilishli bo'lib, bog'lar orasidagi burchak  $180^\circ$  ni tashkil etadi va  $r_{C-C} = 0,120 \text{ nm} = 1,20 \text{ \AA}$ ,  $r_{C-H} = 1,0 \text{ \AA}$  ga tengdir.

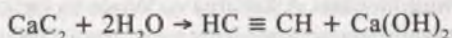
Asetilen molekulasida uchbog'ning bo'lishi molekulaning xususiyatini aniqlab beradi va C—H bog'ining elektron zichligini o'ziga etilendagidan kuchliroq tortadi. Shu sababli asetilen ham uch bog', ham C—H bog'i hisobiga kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etadi.

Asetilennning etilen qatori uglevodorodlari singari kimyoviy reaksiyaga kirishish qobiliyatining yuqori bo'lishi, uning molekulasida 2 ta  $\pi$ - bog'ning borligi va  $\sigma$ - bog'larga nisbatan  $\pi$ -bog'larni uzilishiga kam energiya sarflanishi bilan tushuntiriladi.

**Nomenklatura va izomeriyasi.** Alkinlarning nomi tegishli to'yingan uglevorodlar nomidagi "an" qo'shimchasi o'rniga —

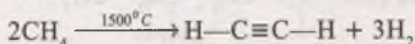


**Asetilen va uning gomologlarini olinishi.** 1) laboratoriya va sanoatda Asetilen ko'pincha kalsiy karbidning gidrolizlanish reaksiyasi natijasida olinadi:

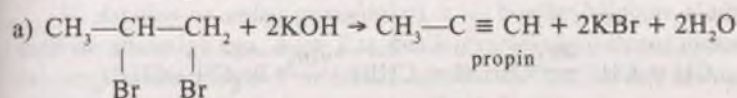


Shunday usul bilan avtogen payvandlashda ishlatiladigan Asetilen ham olinadi.

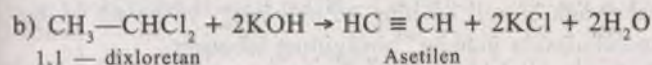
2) hozirgi vaqtda sanoatda Asetilen ancha arzon xomashyodan — tabiiy gaz tarkibidagi metanni yuqori temperaturada piroliz qilish bilan olinadi:



3) bundan tashqari boshqa usullar: alkinlar, vitsinal (galogen atomlari ikki qo'shni uglerod atomlariga birikkan) galogenli va geminal (ikkala galogen atomi ham bitta uglerod atomiga birikkan) hosilalariga o'yuvchi gidroksidlarning spirtidagi eritmasi yoki natriy amid ( $\text{Na}-\text{NH}_2$ ) ta'siri bilan ham Asetilen olinadi:

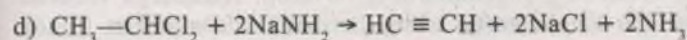


1,2 — dibrompropan



1,1 — dixlore탄

Asetilen

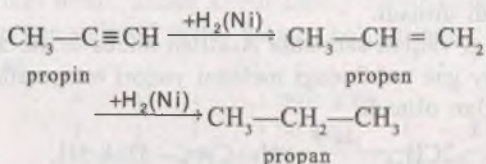


**Fizikaviy xossalari.** Alkinlarning dastlabki uch vakili oddiy sharoitda gaz,  $\text{C}_3$  dan  $\text{C}_5$  gacha bo'lganlari suyuqlik,  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  dan boshlab esa qattiq moddalardir. Alkinlarning fizik-kimyoviy xossalari alkanlar va alkenlar xossalaridan ancha farq qiladi. Alkinlar suvda erimaydi, organik erituvchilarda (efir, benzol, uglerod (IV)-xloridda) yaxshi eriydi.

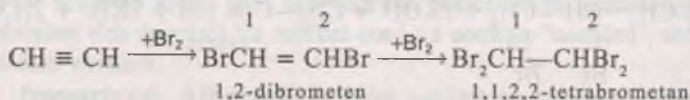
**Kimyoviy xossalari.** Alkinlarning kimyoviy xossalari uchbog'ning tabiati va uglerod atomlarining  $\text{sp}^1$ - gibrizlanish xususiyatlari bilan belgilanadi. Molekulasida ikkita  $\pi$ - bog' borligi tufayli asetilen qatori uglevodorodlari qutblanishga moyil bo'lib, reaksiyaga kirishishi alkenlarga nisbatan yuqoridir. Shu sababli qutbli molekular (suv, spirt, aminlar va hokazolar) bilan reaksiyaga oson va to'liq kirishadi. Bu holat asetilen

qatori uglevodorodlar molekularining o'ziga xos elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi. asetilen qatori uglevodorodlar uchun birikish, oksidlanish, polimerlanish va almashinish reaksiyalari xosdir.

I. *Vodorodning birikishi.* Alkinlarga vodorodning birikishi palladiy, platina va nikel katalizatorlari ishtirokida oson boradi. Birikish reaksiyasi 2 ta  $\pi$ - bog' hisobiga ikki bosqichda boradi:

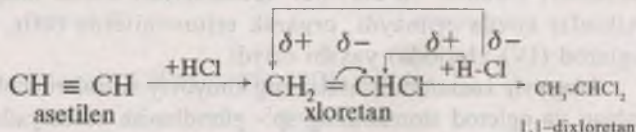


II. *Galogenlarning birikishi.* Alkinlarning galogenlar bilan birikish reaksiyalari ham ikki bosqichda boradi. Reaksiyaning birinchi bosqichida alkinga bir molekula galogen birikadi va alkenlarning galogenli hosilasi paydo bo'ladi. Reaksiyaning ikkinchi bosqichida ikkinchi molekula galogen birikib, alkanlarning tetra galogenli vakili hosil bo'ladi:



Bu reaksiyada bromli suvning qo'ngir rangi yo'qoladi va bu asetilen molekulasida ucbog' borligining isbotidir.

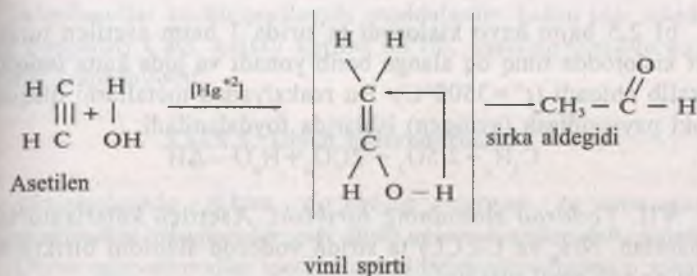
III. *Vodorod galogenidlarining birikishi.* Alkinlarga vodorod galogenidlar katalizatorlar ishtirokisiz birikishi mumkin. Bunda dastlab alkenlarning monogalogenli hosilalari, so'ngra ikkinchi vodorod galogenid molekulasining birikishidan Markovnikov qoidasiga ko'ra ikkala uglerod atomida ikkita galogen atomi saqlagan birikmalar hosil bo'ladi:



IV. *Suvning birikishi.* Asetilen uglevodorodlari katalizatorlar ishtirokida, ayniqsa, simob tuzlari ishtirokida suvni oson biriktiradi. Asetilenga suv birikishini birinchi marta M. G. Kucherov o'rgangan uchun *Kucherov reaksiyasi* deyiladi.

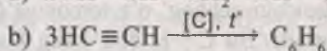
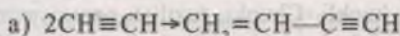
Reaksiya natijasida asetilendan sirka aldegidi, Asetilen gomologlaridan esa ketonlar hosil bo'ladi.

Asetilenga suv birikishi reaksiyasining birinchi bosqichida beqaror vinil spirti hosil bo'ladi (sirka aldegidning enol shakli), so'ngra u izomerlanib, sirka aldegidga aylanadi:

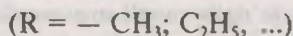
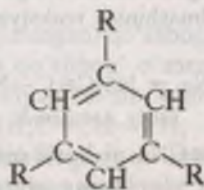


Sirka aldegidni oksidlab sirka kislotasi, qaytarib etil spirti hosil qilinadi.

V. Asetilen va uning gomoglari  $\pi$  — bog'lar hisobiga o'zaro birikish xossasiga ega. Agar 2 ta asetilen molekulasi o'zaro biriksa (a) vinil asetilen, agar 3 molekula asetilen qizigan ko'mir ustidan o'tkazilsa, trimerlanib benzolni hosil qiladi (b):

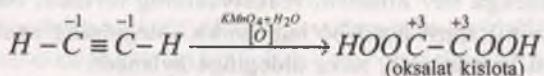


(b) reaksiyada asetilenning gomoglari  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$  ishtirok etsa, ular reaksiya mahsuloti sifatida simmetrik benzol gomologlarini hosil qiladilar.

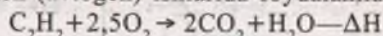


VI. Oksidlanishi. a) kuchli oksidlovchi, masalan, KMnO<sub>4</sub> eritmasi orqali asetilen gazi o'tkazilsa, eritma binafsha rangining yo'qolishi

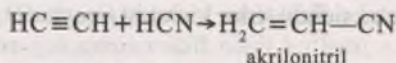
asetilendagi uchbog'ga xos sifat reaksiyasi bo'lib, ikki asosli oksalat kislotasi hosil bo'ladi:



b) 2,5 hajm havo kislorodi ta'sirida 1 hajm asetilen tutab, sof kislorodda tiniq oq alanga berib yonadi va juda katta issiqlik ajralib chiqadi ( $t^\circ=3500^\circ C$ ). Bu reaksiyadan metallarni qirqish yoki payvandlash (avtogen) ishlarida foydalaniladi:

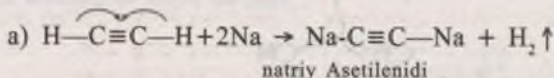


VII. *Vodorod sianidning birikishi.* Asetilen katalizatorlar (masalan,  $NH_3$  va  $Cu_2Cl_2$ ) ta'sirida vodorod sianidni biriktirib, akrilonitril hosil qiladi:



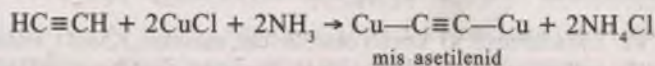
Akrilonitril sanoatda sun'iy tola — nitron va sun'iy kauchuklar ishlab chiqarishda qimmatli xomashyo hisoblanadi.

VIII. *Almashinish reaksiyalari.* Asetilenda etilen va etanga nisbatan kislotalilik xossalari ancha kuchli. Chunki, tuzilish nazariyasining III bandiga asosan asetilen molekulasidagi uchbog' o'z tomoniga C—H bog'ining elektron zichligini tortadi. Bu C—H bog'ining kuchli qutblanishi va molekuladagi N-atamlari harakatchanligini ortishiga olib keladi. C—H bog'ning bunday qutblanganligi asetilenning kislotasi xossasini namoyon qilishiga sababchi bo'ladi. Shuning uchun uchbog' bilan bog'langan uglerod atomi o'ziga birikkan vodorod atomini metallarga almashtirib, almashinish reaksiyalariga ham kirishadi:

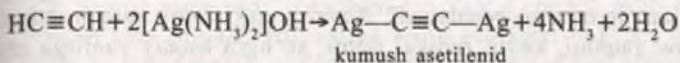


Propin esa  $CH_3-C\equiv CNa$  ni hosil qiladi.

b) Asetilen mis (I) xloridning ammiakli eritmasi orqali o'tkazilsa, qizg'ish-qo'ng'ir rangli mis asetilenid hosil bo'ladi:



v) agar asetilen gazi kumush oksidining ammiakli eritmasi orqali o'tkazilsa, och-sariq rangli kumush asetilenid hosil bo'ladi:



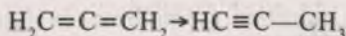
Asetilenidlar kuchli portlovchi moddalardir. Lekin ular ichida eng barqarori  $\text{CaC}_2$ -kalsiy karbid bo'lib, asetilen olishda eng asosiy xomashyodir.

### XXIX.5. Diyen uglevodorodlar

*Molekulasida ikkita qo'shbog' tutgan to'yinmagan uglevodorodlar alkadiyenlar yoki diyen uglevodorodlar deb ataladi.*

Diyen uglevodorodlar asetilen qatori uglevodorodlariga o'xshab  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  umumiy formulaga ega. Lekin molekulada ikkita qo'shbog' bo'lishi uchun kamida uchta uglerod atomi, ya'ni  $n \geq 3$  bo'lishi kerak.  $n \geq 3$  dan boshlab asetilen qatori uglevodorodlari diyen uglevodorodlar bilan o'zaro izomer moddalardir. Shu sababli diyen uglevodorodlar ikkita qo'shbog'ning bir-biriga nisbatan joylashishiga va kimyoviy xossalari qarang uch turga bo'linadi:

1. Zich (kumullashgan) qo'shbog'li  $>\text{C}=\text{C}=\text{C}<$  diyenlar. Bularga allen  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$  va uning gomologlari kiradi. Ularda qo'shbog'lar ketma-ket joylashib, ular beqaror moddalar, ya'ni osonlik bilan alkinlarga qayta gruppalanadi:



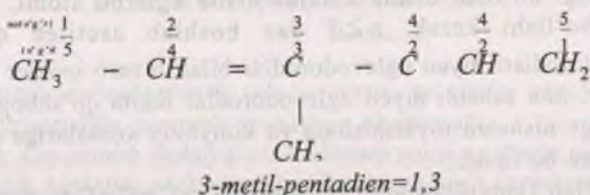
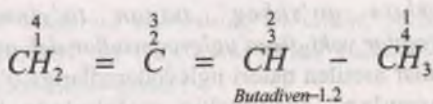
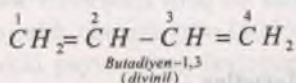
2. Ajralgan (izolyatsiyalangan) qo'shbog'li  $>\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}<$  diyenlar. Bularda ikkita qo'shbog' o'zaro ikkita va undan ortiq oddiy bog'lar bilan ajralgan bo'lib, ularning eng oddiy vakili  $n > 5$  pentadiyen -1,4 ( $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) dir.

3. Oralatma (konyugirlangan) qo'shbog'li  $>\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}<$  diyenlar. Bu diyenlarda ikkita qo'shbog' bitta oddiy  $\text{C}-\text{C}$  bog'i bilan ajralgan bo'lib, eng oddiy vakili divinil ( $n=4$ ) yoki butadiyen-1,3. Uning hosilalari "divinillar" yoki "1,3-butadiyenlar" ham deyiladi.

*Nomenklaturasi.* Diyen uglevodorodlar ko'pincha sistematik nomenklatura bo'yicha nomlanadi. Ularning nomi tegishli



to'yingan uglevodorodlar nomidagi oxirgi — "n" harfini "diyen" qo'shimchasi bilan almashtirish orqali hosil qilinadi. Agar zanjir tarmoqlangan bo'lsa, sanoq qo'shbo'g' va tarmoqlanish yaqin bo'lgan tomondan boshlanadi. Avval yonaki zanjir turgan uglerod atomi raqami, keyin radikal nomi, so'ngra asosiy zanjirga mos keluvchi diyen uglevodorod nomi va oxirida qo'shbo'g' hosil qilgan uglerod atomlari raqami ko'rsatiladi:



*Trivial nomenklatura bo'yicha:* CH<sub>2</sub>=CH—CH=CH<sub>2</sub>  
divinil; CH<sub>2</sub> = C — CH = CH<sub>2</sub>



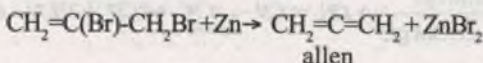
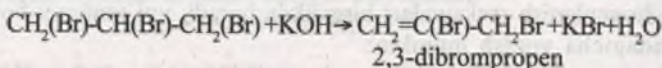
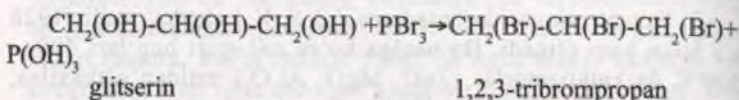
— izopren deb nomlanadi.

**Olinishi.** Diyen uglevodorodlardan izopren tabiatda mavjud. U Braziliyadagi geveya daraxtidan oqib chiqadigan sutsimon suyuqlikdan olinadi. Divinil tabiatda mavjud emas. Butadiyen-1,3 gazsimon modda, sanoatda sintetik kauchuk olish uchun muhim xomashyo bo'lganligi sababli, uning turli sintetik olinish usullari ishlab chiqilgan.

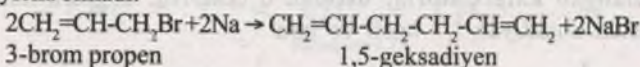
1. Neft mahsulotlari krekingida hosil bo'ladigan va ayrim tabiiy (yo'ldosh) gazlar aralashmasi tarkibidagi butan va butilenni yuqori temperaturada xrom — alyuminiyli katalizatorlar ishtirokida degidrogenlash bilan olinadi:



6. Kumullangan qo'shbog'li allen  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$  tipidagi diyen uglevodorodlarni glitserindan olish mumkin:



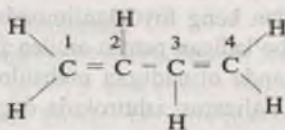
7. Ajralgan qo'shbog'li diyen uglevodorodlarni P.P.Shorigin usulu bo'yicha olinadi:



Konyugirlangan qo'shbog'li, yani qo'shbog' va oddiy bog' galma-gal kelgan uglevodorodlarda uglerod atomlarida saqlanib qolgan qoldiq (parsial) valentlik hisobiga bog'lar shunday bo'lishini 1899 yilda K.I.Tile o'rgangan.

**Kimyoviy xossalari.** Diyen uglevodorodlar to'yinmagan uglevodorodlarga xos barcha xossalarni namoyon qiladilar. Ularning xossalarni butadiyen-1,3 misolida ko'rib chiqamiz. Uning uchun avval butadiyen-1,3 ning tuzilishi va boshqa tavsiflari bilan tanishaylik.

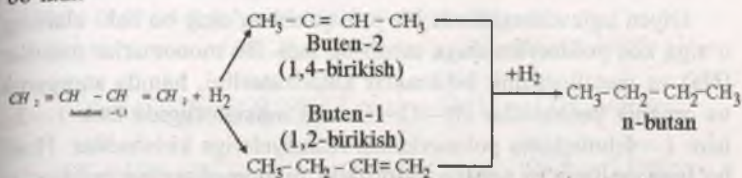
Butadiyen-1,3 da barcha uglerod atom orbitallari  $\text{sp}^2$ - gibridlangan bo'lib,  $r_{\text{C}=\text{C}} = 1,34 \text{ \AA}$ ;  $r_{\text{C}=\text{C}} = 1,48 \text{ \AA}$ ;  $r_{\text{C}-\text{H}} = 1,06 \text{ \AA}$ ; bog'lar orasidagi burchak  $120^\circ$  ni tashkil etadi.



Bu molekulada 1- va 4-C atomlarining oksidlanish darajalari (-2); 2- va 3-larniki (-1) bo'ladi.

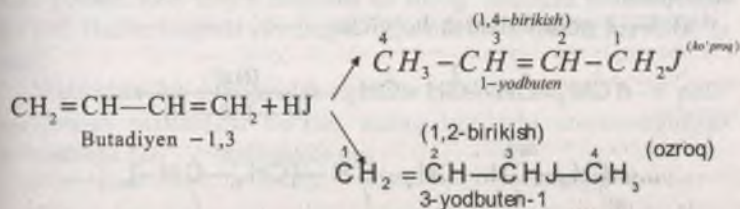
1. **Birikish reaksiyalari:** a) diyen uglerodlarga katalizatorlar ishtirokida vodorod atomi birikkanda ikki xil birikish mahsulotlari

aralashmasi 1,2 — birikish va (asosan, 1,4 — birikish mahsuloti) hosil bo'ladi:

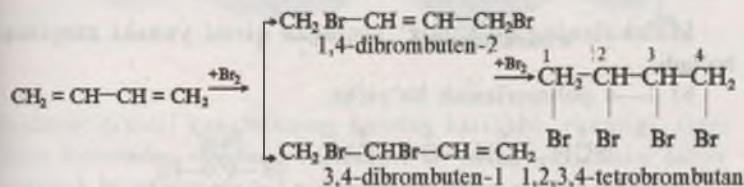


1,2-birikishda 2 ta vodorod atomi butadiyen -1,3 dagi 1- va 2-uglerod atomlariga birinchi qo'shbo'g'ning uzilishi hisobiga biriksa, 1,4-birikishda 2 ta vodorod atomi, 1-va 4-uglerod atomlariga birikib, qo'shbo'g'lar o'rni o'zgaradi.

b) diyenlar vodorod galogenidlar bilan ham birikish reaksiyasiga kirishadi. Bunda ham 1,2 birikish va asosan 1,4-holatdagi birikish mahsulotlari hosil bo'ladi: Lekin F, Cl, Br, J qatorida HHal larning 1,4-birikish salmog'i ortadi:



d) galogenlarning birikishi ham 1,4- va 1,2-holatlarda bora-di va oxirgi mahsulot sifatida tetragalogenli birikmalar hosil bo'ladi:

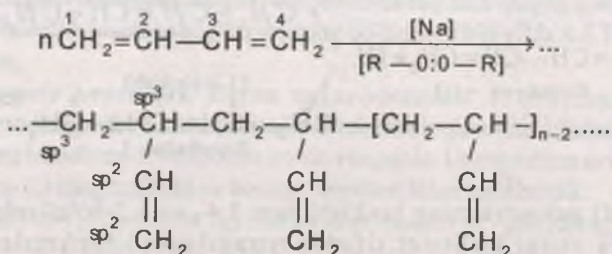


## XXIX.6. Tabiiy va sintetik kauchuklar

Diyen uglevodorodlarda bir juft qo'shbog'ning bo'lishi ularning o'ziga xos polimerlanishiga sabab bo'ladi. Bu monomerlar metallar (Na) va metallorganik birikmalar katalizatorligi, hamda anorganik va organik peroksidlar (R—O—O—R) initsiatorligida ham 1—2-, ham 1—4-holatlarda polimerlanish reaksiyalariga kirishadilar. Hosil bo'lgan polimerlar (etilen qatoridagi monomerlarning polimerlaridan farqli ravishda) zvenolarida bittadan qo'shbog'i bo'ladi ular *kauchuklar* deyiladi. Kauchuklar sintetik va tabiiy kauchuklarga bo'linadi.

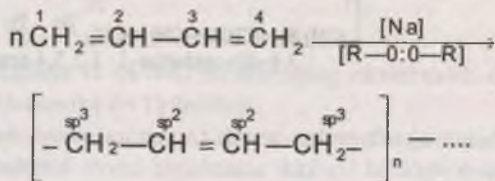
**Sintetik kauchuklar.** Lebedev usuli va butanni degidrogenlash bilan olingan sintetik diyen uglevodorodlar (va boshqa monomerlar bilan birgalikda) polimerlanishidan hosil bo'luvchi moddalardir. Ularning dastlabki vakili *butadiyen kauchugidir*. Butadiyen kauchugining monomeri butadiyen-1,3 bo'lib, polimerlanganda quyidagi mahsulotlarni hosil qiladi:

a) 1—2 polimerlanish bo'yicha:



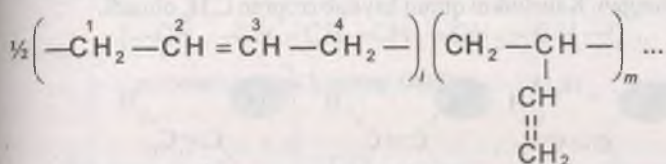
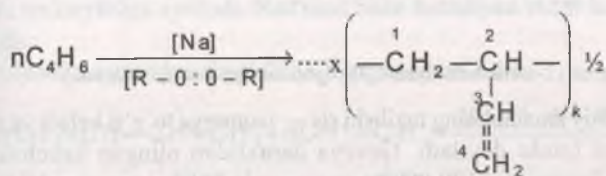
Molekulaning qo'shbog' saqlagan qismi yonaki zanjirda bo'ladi.

b) 1—4 polimerlanish bo'yicha:



Qo'shbog' polimerning asosiy zanjirida bo'lib, bunday tuzilish kauchuksimon tuzilishga xosdir.

v) 1—2 va 1—4 polimerlanish bir vaqtda borganda:



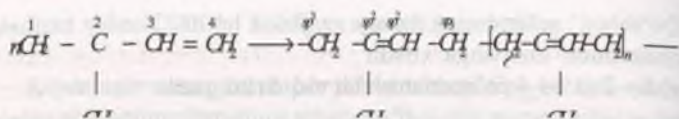
ham yonaki, ham asosiy zanjirida qo'shbog' saqlagan polimer hosil bo'ladi. Har bir zanjirida va uning turli qismlarida k, l, m lar har xil bo'la oladi.

Yuqorida (b) aytilgandek sintetik kauchuk asosan 1—4 polimerlanish mahsuloti bo'lib, uning tuzilishi stereoregulyar ko'rinishga (*sis* — tuzilishga) ega:



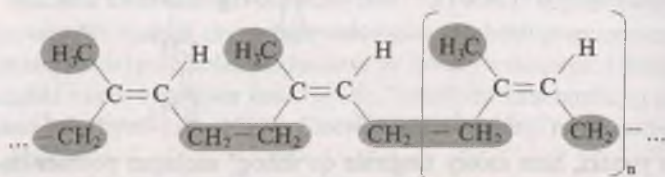
Sintetik divinil kauchukning bunday tuzilishli ekanligi, Gariyes tomonidan ozonlash reaksiyasi va uning xossalari tabiiy kauchuk bilan deyarli bir xilligiga asoslanib xulosa qilingan.

Tabiiy kauchuk ( $-\text{C}_5\text{H}_8-$ )<sub>n</sub>, asosan, izopren ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ) ning polimerlanish mahsulotidir. Izoprenning polimerlanishi 1—4 mexanizmda boradi:



izopren (2-metil butadiyen-1,3) poliiizopren (tabiiy kauchuk)

Tabiiy kauchukning tuzilishi *sis* — izomerga to'g'ri keladi va uning eritmasi *lateks* deyiladi. Geveya daraxtidan olingan kauchukning molekular massasi 170 000 ga yaqin, unda 2500 izopren molekulari polimerlangan. Kauchukni quruq haydab izopren  $\text{C}_5\text{H}_8$  olinadi.

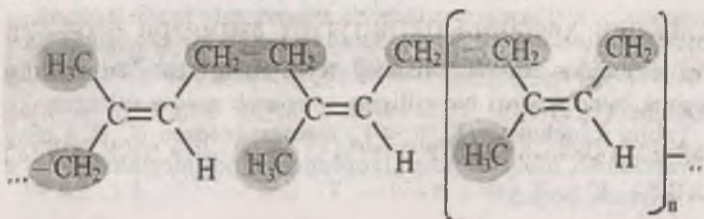


*sis*-poliiizopren

Lateks oq rangli, yopishqoq, uzoq turib qiyomsimon massa-ga aylanadigan suyuq modda.

Tabiiy poliiizoprenning *trans* — tuzilishli holati ham mavjud bo'lib, *guttapercha* deyiladi. O'zining tezda qotishi (kristallanishi) bilan *sis*-poliiizoprendan farq qiladi.

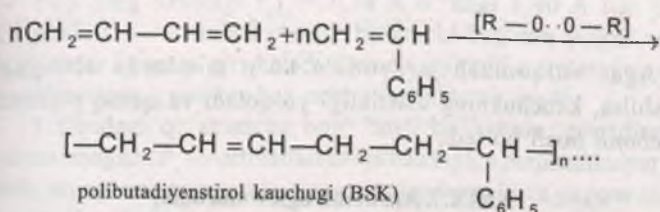
Keyingi yillarda sintetik kauchuklarning fizik-kimyoviy xossalari yaxshilash maqsadida butadiyen — 1,3 ning stiro —  $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$  (benzinga chidamli), akrilonitril —  $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CN})$  (yog'lar va moylar ta'siriga chidamli), izobutilen yoki izopren (kimyoviy moddalar ta'siriga chidamli) bilan sopolimerlanish reaksiyalari mahsulotlari olingan.



*trans*-poliiizopren (*guttapercha*)

*Sopolimerlanish*, deb ikki yoki undan ortiq turdagi monomerlarning birgalikda polimerlanib bitta yangi polimer hosil qilish reaksiyasiga aytiladi. Shu usul bilan butadiyen stiroil kauchugi olinadi.

Butadiyenstiroil kauchugi (BSK)ning hosil bo'lishi:



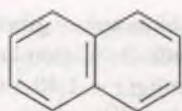
Bu kauchuklarda qo'shbog'larning bir-biriga nisbatan joylashuvi o'zgarishi va yonaki zanjirda katta hajmli  $\text{C}_6\text{H}_5$  — radikalining bo'lishi ularning oddiy butadiyen kauchugiga nisbatan elastik va fizik-kimyoviy xossalari ancha farqli bo'lishiga sabab bo'ladi.

Sintetik va tabiiy kauchuklar xalq xo'jaligida asosan rezina va uning asosidagi buyumlar (avtomobil va aviatsiya shinalari) ishlab chiqarishda xomashyo sifatida qo'llaniladi. Rezina hosil qilish uchun kauchuk maxsus kimyoviy ishlanadi.

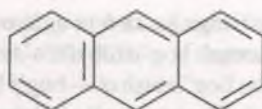
1839 yilda Ch. Gud'ir yopishqoq tabiiy kauchuk qizdirilib oltingugurt (8% gacha) bilan qayta ishlansa, yopishmaydigan va elastikligi kauchukdan yuqori bo'lgan mahsulotga aylanishini aniqlagan. Bu jarayon kauchukni *vulkanlash* deyilib, hosil bo'lgan mahsulot *rezina* deyiladi.

Kauchukni vulqonlashning mohiyati — chiziqsimon tuzilishli va bir-biriga juda zich joylashgan uzun kauchuk makromolekulalari tarkibidagi qo'shbog'larning bir qismi uzilishi hisobiga oltingugurt atomlari birikishi tufayli o'zaro yonaki zanjir ko'rinishida "tikiladi". Natijada to'rsimon tuzilishli, juda elastik — kuchli qaytar deformatsiyalanuvchi material — rezina hosil bo'ladi:



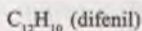
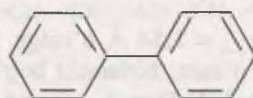


Naftalin



Antrasen

Fenilbenzol



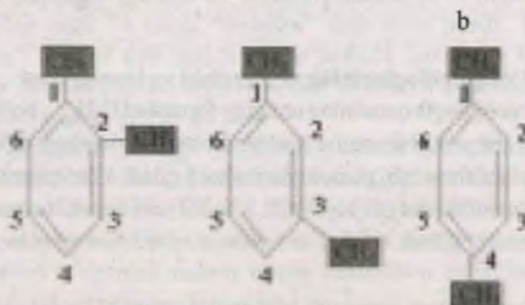
**Izomeriyasi.** Aromatik uglevodorodlarda o'rinbosar izomeriyasi va yonaki zanjirlarning tuzilish izomeriyasi mavjud.

a) tarkibida ikkita radikal saqlagan aromatik uglevodorod benzol halqasida radikallarning joylashishiga ko'ra uch xil izomerga ega bo'ladi.

Agar o'rinbosarlar halqada yonma-yon (1,2-holatda) joylashgan bo'lsa, *orto*-, *o*-izomer;

— bitta uglerod atomidan keyin (1,3-holatda) joylashsa, *meta*-, *m*-izomer;

— o'rinbosarlar benzol halqasidagi ikki uglerod atomi bilan ajratilgan bo'lsa (1,4-holatda joylashsa), *para*-, *p*- izomer deyiladi.



(1,2-dimetilbenzol) (1,3-dimetilbenzol) (1,4-dimetilbenzol)

*orto*-izomer

*meta*-izomer

*para*-izomer

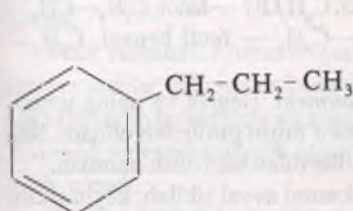
(*o*-ksilol)

(*m*-ksilol)

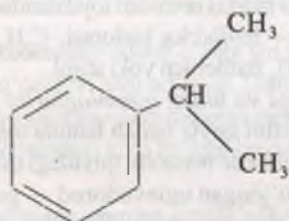
(*n*-ksilol)

b) benzol halqasiga birikkan yonaki zanjirning izomeriyasi. Bu izomeriyada halqaga birikkan R — radikalning tuzilish

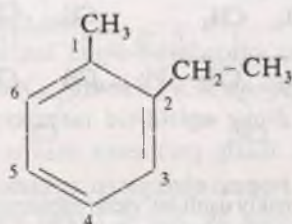
izomeriyasi e'tiborga olinib, uni  $C_9H_{12}$  tarkibli benzol gomologi misolida ko'rib chiqamiz:



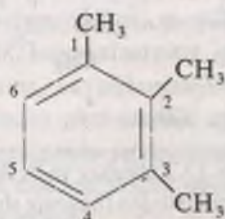
n — propil benzol



izopropilbenzol (kumol)



1-metil — 2-etilbenzol



1, 2, 3 — trimetilbenzol

Agar bular qatoriga 1-metil — 2-etilbenzolning yana ikkita, trimetilbenzolning uchta holat izomerlarini qo'shsak, bu moddaning umumiy izomerlar soni 8 taga etadi. Shu izomerlarni yozishga o'zingiz harakat qilib ko'ring.

**Nomenklaturasi.** Benzol va uning hosilalarini nomlashda trivial, xalqaro va sistematik nomenklaturadan foydalaniladi.

*Trivial nomenklaturaga* ko'ra  $C_6H_5(CH_3)_2$  — ksilol,  $C_{10}H_8$  — naftalin,  $C_6H_5-CH(CH_3)_2$  kumol va hokazo.

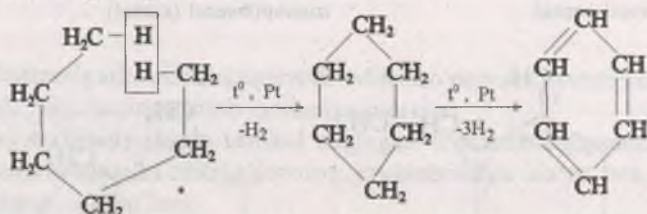
*Ratsional nomlashga* ko'ra benzolning gomologlari undagi bir yoki bir necha vodorod atomlarini boshqa radikalga almashtirib hosil bo'lgan birikmalar deb qaraladi. Avval radikal nomi aytilib, oxiriga "benzol" so'zi qo'shiladi:  $CH_3-C_6H_5$  (metil benzol);  $C_2H_5-C_6H_5$  (etil benzol) va  $(CH_3)_2CH-C_6H_5$  (izopropil benzol).

*Sistematik nomenklatura* bo'yicha benzol halqasidagi o'rinbosar o'rni raqamlar bilan ko'rsatilib, radikallar nomi kichigidan boshlab aytilib, oxirida halqa nomi (benzol) aytiladi. Yuqoridagi misollarda keltirilgan moddalarni nomlashda sistematik nomenklatura ishlatildi.

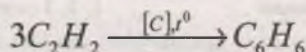
Benzol molekulasidan bitta vodorod atomi chiqib ketsa, bir valentli fenil ( $C_6H_5-$ ) radikali hosil bo'ladi. Ba'zi hollarda benzol hosillarini nomlashda shu radikal nomidan foydalaniladi:  $C_6H_5OH$  — fenol;  $C_6H_5-CH_2-COOH$  — fenilsirka kislotasi,  $C_6H_5-C_6H_5$  — fenil benzol,  $C_6H_5-CH=CH_2$  feniletilen yoki stirol.

*Benzol va uning gomologlarini olinishi.* Benzol va uning gomologlari neftni qayta ishlab hamda toshko'mirni pirolizlab olinadi. Shu bilan birgalikda benzolni quyidagi usullar bilan ham olish mumkin:

1. To'yingan uglevodorod — geksanni avval sikllab, keyin siklogeksanni degidrogenlab olinadi:

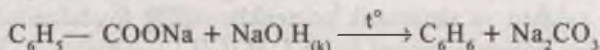


2. N. D. Zelinskiy va B. A. Kazanskiy usuli bo'yicha asetilenni qizigan ko'mir ustidan (havosiz sharoitda) o'tkazib olinadi:

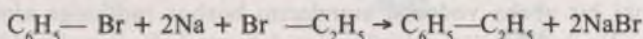


Agar asetilen qatori uglevodorodlari  $R-C\equiv CH$  ishlatilsa, ular-dan benzolning simmetrik tuzilishli gomologlari hosil bo'ladi.

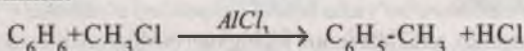
3. Benzoy kislotasi tuzi va natriy gidroksidni birgalikda qo'shib qizdirish bilan olinadi:



4. Alkil radikalli hosilalari (gomologlari) Vyurs-Fittig reaksiyasi bo'yicha olinadi:



5. Sh.Fridel va D.Krafts usuli bo'yicha sanoatda va laboratoriyada benzol va uning gomologlarini quyidagicha olish mumkin:



bu reaksiyada  $\text{AlCl}_3$  dastlab metil xloridga birikib kompleks  $\text{AlCl}_4\text{CH}_3$  hosil bo'ladi, keyin benzol bilan ta'sirlashib, toluol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$  hosil bo'ladi.

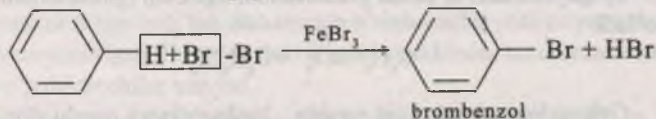
**Fizik xossalari.** Aromatik uglevodorodlar odatda o'ziga xos hidli, rangsiz suyuqliklar, ularning ayrim qattiq vakillari ham uchraydi. Ularning zichligi va sindirish ko'rsatkichi alkanlar va alkenlarnikiga nisbatan ancha yuqori. Aromatik uglevodorodlarda uglerod miqdori ko'p bo'lganligi uchun ular tutab yonadi.

Suvda erimaydi va suvli aralashmada suvning sirtida qatlam bo'lib turadi, lekin organik erituvchilar — spirt, xloroform va hokazolarda oson eriydi. Bug' holdagi benzolning havo bilan aralashmasi kuchli portlash xossasiga ega.

Benzol bug'i bo'g'uvchi xossaga ega, zaharli modda. Benzol  $80^\circ\text{C}$ , toluol  $110^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Izomerlarining qaynash temperaturasi bir-biriga yaqin bo'lsada, suyuqlanish temperaturasi o'zaro katta farq qiladi. Ko'pincha para-izomer va meta-izomerga qaraganda yuqori temperaturada suyuqlanadi. Gomologik farq 1 ta  $\text{CH}_2$  ga teng bo'lsa mazkur ikki gomologning qaynash temperaturasi  $\sim 30^\circ\text{C}$  ga farq qiladi.

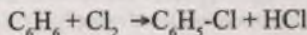
**Kimyoviy xossalari.** Benzol va uning gomologlarini kimyoviy xossasi benzol halqasining elektron tuzilishiga, unga birikkan o'rinbosarlarning o'rni va tabiatiga bog'liq. Shu bilan birga aromatik uglevodorodlar to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlarning ayrim kimyoviy xossalari ham egadirlar.

1. *O'rin olish reaksiyalari:* a) Benzol halqasidagi H-atamlari o'rni to'yingan uglevodorodlardagi singari galogenlar olishi mumkin va bu elektrofil o'rin olish tipiga kiradi

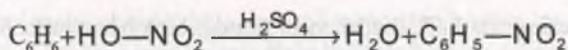


Elektrofil o'rin olish galogenlash, nitrolash, sulfolash reaksiyalidir.

b) Katalizator Lyuis kislotasi  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  ishtirokida  $\text{Cl}_2$  bilan benzol reaksiyaga kirisha, barcha H atomlari Cl atomlariga almashinadi va xlorbenzol hosil bo'ladi:

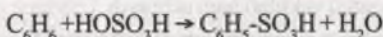


v) Benzolga  $\text{HNO}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aralashmasi (nitrolovchi aralashma) ta'sir ettirilsa nitrobenzol hosil bo'ladi:

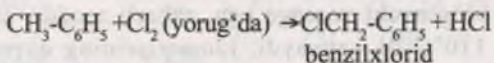
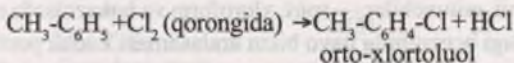


(sariq rangli suyuqlik)

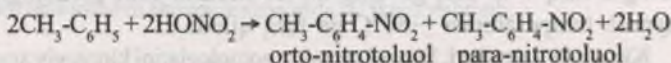
g) Benzolga kons. sulfat kislotasi ta'sir ettirib benzolsulfokislotasi olinadi:



d) F. Beylshteyn toluolga xlor ta'sir ettirib, turli sharoitda benzol halqasidagi vodorod atomini va halqa tashqarisidagi radikal vodorodini xlorga almashishini ko'rsatdi:

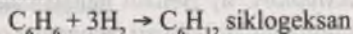


Toluolga  $\text{HNO}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aralashmasi ta'sir ettirilsa, orto- va para-nitro toluollar aralashmasi hosil bo'ladi:

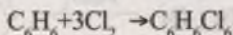


(orto- funksional guruhlar yonma-yon uglerodlarda, para- funksional guruhlar qarama-qarshi uglerodlarda joylashgan holat).

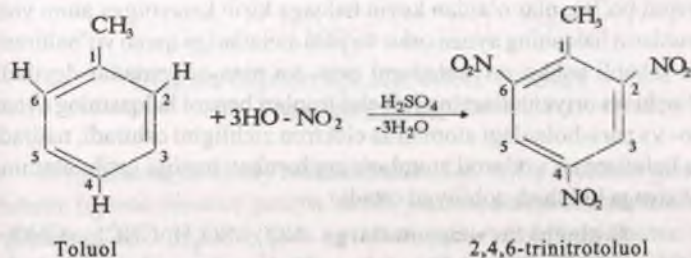
2. **Birikish reaksiyalari.** a) Katalizator (Ni, Pt, Pd) ishtirokida vodorod birikishi :



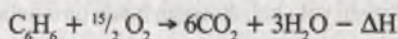
b) Quyosh nuri ta'sirida geksaxlorosiklogeksan (geksaxloran) hosil bo'ladi:



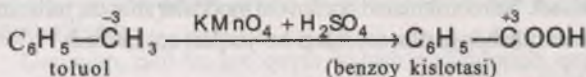
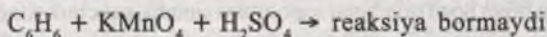
Geksaxloran insektitsid modda, hasharotlarga qarshi dorilovchi modda sifatida ishlatiladi.



3. *Oksidlanishi.* a) benzol va uning gomologlari havo kislorodi ta'sirida tutab yonadilar, katta issiqlik ajralib chiqadi:



b) oksidlovchilar ta'siriga benzol chidamli. Lekin toluoldan boshlab gomologlari kislotali muhitda  $\text{KMnO}_4$  ning eritmasi ta'sirida oksidlanadi. Oksidlanish mahsuloti sifatida benzoy kislotasi hosil bo'ladi. Shu xususiyatdan foydalanib, benzolni boshqa gomologlardan ajratiladi:



4. Benzol va uning gomologlari o'rin olish reaksiyalarida turli xil izomerlarni hosil qilishi mumkin. Bu narsa benzol halqasidagi o'rinbosarlar turiga bog'liq. Shu asnoda o'rinbosarlar yoki oriyentatlar nazariyasi yaratilgan. Bunga ko'ra birinchi va ikkinchi tur oriyentatlar, ya'ni yo'naltiruvchilar mavjud.

**Birinchi tur oriyentatlarga** -OH, -NH<sub>2</sub>, -NHR, -NR<sub>2</sub>, -OR, -R, -SH, -SR, -NHCOR, -Cl kiradi. Agar benzol halqasida ana shu guruhlar

\* Aromatik birikmalarning almashinish reaksiyalariga kirishishi, ularning alkilni hosilalarini sintez qilish va o'rganish muammolari bilan O'zMU kimyo fakulteti «Organik kimyo» kafedrasida o'qituvchisi prof. A. R. Abdurasuleva boshchiligidagi (prof. O. P. Yo'ldoshev, K. Yo'ldoshev, H. Tojimuhamedov, A. Abdushukurov) samarali natijalarga erishilgan.

mavjud bo'lsa, ular o'zidan keyin halqaga kirib kelayotgan atom yoki guruhlarni halqaning aynan orto- va para-holatlariga qarab yo'naltiradi. Shu sababli ushbu oriyentatlarni orto- va para-oriyentatlar deyiladi. Birinchi tur oriyentatlarning juft elektronlari benzol halqasining aynan orto- va para-holatdagi atomlarda elektron zichligini oshiradi, natijada shu holatlardagi vodorod atomlarining harakatchanligi ortib, ularning reaksiyaga kirishish qobiliyati ortadi.

**Ikkinchi tur oriyentatlarga**  $-NO_2$ ,  $-SO_3H$ ,  $CHCl_2$ ,  $-CHO$ ,  $-COOH$ ,  $-COOR$ ,  $-CN$  kiradi. Agar benzol halqasida ana shu o'rinbosarlar mavjud bo'lsa, ular o'zidan keyin halqaga kirib kelayotgan atom va guruhlarni meta-holatga yo'naltiradi va shuning uchun ularni meta-oriyentatlar deyiladi.

Agar benzol halqasida ikkita o'rinbosar mavjud bo'lsa, ular halqaga kirib keluvchi keyingi atom yoki guruhni kelishgan holda ma'lum bir holatga yo'naltirishi yoki kelishmagan holda turli holatga yo'naltirishi mumkin.

**Ishlatilishi.** Benzol va uning gomologlari kimyo sanoatida dorivor moddalar, bo'yoqlar, erituvchilar, sintetik yuvuvchi vositalar, plastmassa va hasharotlarga qarshi kurashishda dori (zaharli) moddalar ishlab chiqarishda, erituvchi sifatida ishlatiladi. Vinilbenzol (stiro)  $CH_2 = CHC_6H_5$  polimerlanib, xalq xo'jaligida keng qo'llaniladigan polistirolni hosil qiladi. Uning butadiyen bilan hosil qiladigan sopolimeri sintetik kauchuk sifatida ishlatiladi. Izopropil benzol (kumol) fenol va atseton sintezida xomashyo sifatida ishlatiladi. Nitrobirikmalari portlovchi moddalar sifatida, turli rangli moddalar sintez qilishda (anilin asosidagi bo'yoqlar) qo'llaniladi.

### Savollar

1. Aromatik uglevodorodning asosiy xususiyatlarini tegishli reaksiyalar asosida izohlang.
2. Benzol halqasining tuzilishini tushuntiring.
3. Alkanlar va alkinlar asosida aromatik uglevodorodlar olish reaksiyalarini yozing. Moddalarni nomlang.
4. Benzol, uning hosila va gomologlari, izomerlari formulalarini yozing, nomlang.
5. 22,4 l metan gazidan olingan benzolni nitrolaganda hosil bo'luvchi modda massasini hisoblang, tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.
6. Zichligi  $0,88 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan 200 ml geksandan hosil bo'ladigan benzolning miqdori va massasini hisoblang (reaksiya unumi 75%).
7. Benzol, etilbenzol va toluolni  $KMnO_4$  eritmasi bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'ladigan moddalarni ko'rsating. Bu reaksiyalarni qanday amaliy ahamiyati bor?

## XXX b o b

### UGLEVODORODLARNING TABIIY MANBALARI

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *neft, neftni haydash, gazolin, benzin, ligroin, kerosin, gazoyl, mazut, gudron, rektifikatsiya, kreking, riforming, piroliz, tabiiy gaz, yo'ldosh gaz, toshko'mir, toshko'mir smolasi, koks, koks gazi.*

Uglevodorodlarning tabiiy manbalari qatoriga neft, tabiiy gazlar va toshko'mir kiradi.

#### XXX.1. Neft va neftni qayta ishlash

Neft qora-qo'ng'ir rangli, zichligi  $0,73—0,97 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan, suvda erimaydigan o'ziga xos hidli, tez yonadigan moysimon suyuqlik. Neft va u asosidagi mahsulotlar dunyo bo'yicha mavjud yoqilg'ining 40 % ni tashkil etadi.

Tabiatda neft er ostida mavjud bo'lib, tarkibi jihatidan turli uglevodorodlarning aralashmasidan iborat: gaz, suyuq va qattiq moddalar erigan eritma.

Neft tarkibida to'yingan uglevodorodlar, sikloparafinlar, aromatik uglevodorodlar, anorganik moddalar, gazsimon, kislorodli, azotli oltingugurtli moddalar saqlaydi va bu moddalarning miqdoriga ko'ra turlarga bo'linadi.

Umuman, neft va uni qayta ishlash mahsulotlari quyidagi fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan tavsiflanadi: o'rtacha molekulyar og'irligi, kimyoviy elementlar bo'yicha tarkibi, mexanik qo'shimchalar miqdori, tuzlar, suv, oltingugurt va azotli moddalar, smola, parafinlar miqdori, alanganish temperaturasi, qotish temperaturasi, kul hosil qiluvchanligi, koksilanuvchanligi, zichligi, turli temperaturada qovushqoqligi va kislotaliligi.

Neft tarkibidagi kerakli moddalarni ajratib olish uchun u qayta ishlanadi.

Neftni qayta ishlash: birlamchi va ikkilamchi qayta ishlash turlariga bo'linadi.

**Birlamchi qayta ishlashning** asosini *neftni haydash* tashkil etadi. Bunda neft tarkibiga kirgan moddalarning qaynash temperaturalariga ko'ra uni turli fraksiyalarga ajratiladi. Neftni haydashda avval rangsiz moddalar fraksiyalari:



— gazolin ( $t_{\text{qayn.}}^{\circ} = 40-70^{\circ}\text{C}$ ) ( $\text{C}_5-\text{C}_6$ );  
— benzin ( $\text{C}_5-\text{C}_{11}$  gacha uglerod atomlari saqlaydi,  $70-180^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi) ajratib olinadi.

Ulardan keyin rangli fraksiya mahsulotlari:

— ligroin ( $t_{\text{qayn.}}^{\circ} = 120-240^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{C}_8-\text{C}_{14}$ )  
— kerosin ( $t_{\text{qayn.}}^{\circ} = 180-300^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{C}_{12}-\text{C}_{18}$ )  
— gazoyl (solyar moyi) ( $t_{\text{qayn.}}^{\circ} = 280^{\circ}\text{C}$ ) ( $\text{C} = 16$  yoki undan kichik) ajratib olinadi.

Neftni haydash reaktivatsiya kolonnasida olib boriladi. Bunda neft avval qizdirish pechi (quvurli pech)da  $320-350^{\circ}\text{C}$  da qizdirilib bug' va suyuqlik aralashmasi holida balandligi 40 metr bo'lgan kolonnaga yuboriladi. Unda teshiklari bo'lgan gorizontol holda joylashtirilgan likopcha (tarelka)lar qo'yilgan bo'lib, ular orqali qizigan neft bug'i yuqoriga ko'tarila boradi va sovib suyuqlikka aylanadi. Eng avval oson uchuvchan (gazoyl) fraksiyasi, keyin kerosin fraksiyasi, keyin ligroin, benzin va oxirida gazolin fraksiyalari ajratib olinadi. Ajratib olingan benzinning bir qismi qaytadan kolonnaga sovitgich sifatida yuboriladi. Bu bosqichda neftning atigi 20% i benzin sifatida ajratib olinadi. Mahsulotni kam chiqishi bu bosqichning kamchiligidir. Oxirida qora quyuk massa — mazut qoladi.

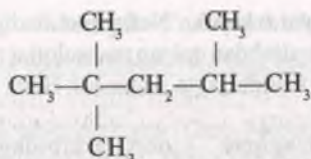
Mazut tarkibida qolgan moddalarni ajratib olish uchun *vakuumli haydash* usulidan foydalaniladi. Haydash mahsulotlari sifatida turli surkov moylari, parafin (qattiq alkanlar) va vazelinlar olinadi. Mazutni haydash natijasida qolgan qoldiq "*neft kuli*" yoki *gudron* deb, aytiladi. Gudron asfalt ishlab chiqarishda asosiy tarkibiy qism (material) sifatida ishlatiladi.

Ajratib olingan har bir fraksiya mahsuloti o'zining ishlatilish sohasiga ega.

*Benzin* — avtomobil va avia yonilg'isi, erituvchi, ekstraksiyalovchi material suyuq uglevodorod sifatida ishlatiladi.

Benzinning havo bilan aralashmasi avtomobil dvigatellarida yuqori bosim ostida siqiladi. Bu siqilish natijasida yonilg'i aralashmasi o'zining alanganlash nuqtasiga etmasdan o'z-o'zidan yonib ketadi. Bunda katta siltash kuchi yuzaga kelib, kuchli tovush chiqadi, dvigatelning ish unumi pasayadi. Bu hodisaga benzin *detonatsiyasi* deyiladi. Detonatsiyaning kelib chiqishiga sabab benzinda to'g'ri zanjirli uglevodorodlarning aytarli darajada borligi va ularning oson yonib ketishidir.

Benzin tarkibida tarmoqlangan uglevodorodlar miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, detonatsiya shuncha qiyin ro'y beradi. Uglevodorodlar ichida detonatsiya bermaydigan (antidenotatsiya xossali) modda — izooktan yoki 2,2,4-trimetilpentandir:



Benzin tarkibidagi izooktanning massa ulushi *oktan soni* deyiladi. Umuman, izooktanning oktan soni 100 ga teng, kuchli detonatsiya beradigan to'g'ri zanjirli uglevodorod — geptan ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ) ning oktan soni esa nol (0) ga teng deb qabul qilingan. Shu ikki uglevodoroddan turli nisbatdagi standart aralashma (76% izooktan va 24% geptan, 93% izooktan va 7% geptan) lar tayyorlanadi. Bu aralashmalarning yonish xususiyati bilan ishlab chiqarilgan benzinning yonish xususiyati solishtiriladi va benzinning shartli oktan soni aniqlanadi va turli markalarga (AI-72, AI-76, AI-93) ajratiladi. Benzinning oktan soni qancha katta bo'lsa, uning sifati ham shunchalik yuqori baholanadi.

Benzinning detonatsiyaga qarshi xususiyatini oshirish uchun uning har 1 litriga 1g antidetonator —  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  tetra etilqo'rg'oshin moddasi qo'shiladi. Bu modda benzindagi to'g'ri zanjirli uglevodorodlarning detonatsiyalanish xususiyatini kamaytiradi. Dvigatelda qo'rg'oshin birikmalari yig'ilib qolishini kamaytirish uchun 1,2-dibrom etan  $\text{Br} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br}$  qo'shiladi. Bu modda ta'sirida  $\text{PbBr}_4$ -qo'rg'oshin (IV)-bromid, oson uchuvchan modda hosil bo'lib, chiqindi gaz holida chiqib ketadi. Lekin bu atrof muhitning ifloslanishiga olib keladi. Shu sababli keyingi vaqtda bu moddani benzinga qo'shmaslik va boshqa antidetonatorlar izlab topish choralari ko'rilayapti.

*Ligroln* — dizel yonilg'isi, lak-bo'yoq sanoatida erituvchi va benzin olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

*Kerosin* — reaktiv dvigatellar, uy-ro'zg'orda yonilg'i, erituvchi sifatida, tibbiyotda ishlatiladi.

*Solyar moylari* — motor yonilg'isi sifatida ishlatiladi. *Vazelin* — tarkibida  $\text{C}_{12} - \text{C}_{20}$  uglerod atomlari bo'lgan suyuq va qattiq uglevodorodlar aralashmasi, tibbiyot va texnikada ishlatiladi.

*Parafin* — tarkibida uglerod atomlari  $\text{C}_{16}$  dan ko'p bo'lgan qattiq uglevodorodlar aralashmasi. Tibbiyotda, yog'ochga ishlov berishda, qalam, gugurt, sham ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

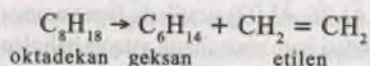
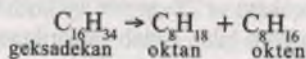
*Mazut* — benzin, surkov moylari olishda xomashyo va issiqlik (bug') qozonlarida yonilg'i sifatida ishlatiladi.

Neftni haydash bilan olingan benzin juda kam va sifat jihatidan talabni qondirmasligi sababli neft mahsulotlari ikkilamchi qayta ishlanadi.

**Ikkilamchi qayta ishlash.** Neftdan olinadigan benzin miqdorini oshirish va neftni haydashdan qolgan mahsulotlar tuzilishini o'zgartirish maqsadida neft ikki usulda qayta ishlanadi. Bular — neftni krekingslash va riforminglashdir.

1. *Neftni krekingslash* — neft tarkibidagi katta molekulyar massadagi ( $C_{12}$  dan boshlab) uglevodorodlarni kichik molekulyar massadagi uglevodorodlarga aylantirishdir.

Krekingslash ikkiga bo'linadi: a. *Termik krekingslash*. Mazutni 450—500° C va  $P=2-7$  MPa da qizdirish natijasida kichik molekulyar massali to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlarga aylantirishdir:



Termik krekings natijasida neftdan olinadigan benzin miqdori oshiriladi va kimyo sanoati uchun xomashyo — to'yinmagan uglevodorodlar olinadi.

b. *Katalitik krekingslash*. Bunda asosan neftni birinchi qayta ishlash natijasida olingan gazoyl fraksiyasi katalizator (alyumosilikatlar) ishtirokida 450°C da qayta ishlanadi. Shu usul bilan asosan aviatsiya benzini olinadi. Katalitik krekingsning ahamiyatli tomoni shundaki: bunda to'g'ri zanjirli uglevodorodlar tamoqlangan zanjirli birikmalarga aylanib, uning yonuvchanlik xossasini (oktan soni) va neftdan benzin olish unumini 80% gacha oshiradi. Kreking jarayonida tarkibida  $C_1-C_4$  atomlari saqlagan to'yingan yoki to'yinmagan uglevodorodlar hosil bo'ladi. Bu gazlar aralashmasi *kreking gazi* deyiladi. Kreking gazi kimyoviy sanoat uchun xomashyo sifatida ishlatiladi.

2. Neftni riforminglash  $Al_2O_3$ , Mo va Pt katalizatori ishtirokida to'g'ri zanjirli ( $C_6-C_8$ ) uglevodorodlar va sikloparafinlar aromatik uglevodorodlarga aylanadi va benzinning sifati yaxshilanadi. *Bu jarayon neftni riforminglash deyiladi.*

Neftni qayta ishlash turlariga neft pirolizi ham kiradi. Bu qayta ishlashda neft havosiz sharoitda qizdiriladi. Piroliz mahsulotlari sifatida to'yinmagan uglevodorodlar (etilen, asetilen) va aromatik uglevodorodlar (benzol, toluol, ksilol) olinadi. Shu sababli bu jarayon *neftni aromatlash* ham deyiladi.

Neft faqat yoqilg'i mahsulotlari olinuvchi tabiiy manba bo'lmasdan, kimyoviy moddalar olish uchun xomashyo hamdir.

### XXX.2. Tabiiy gaz va uni qayta ishlash

Uglevodorodlarning tabiiy manbalari qatoriga tabiiy gazlar ham kiradi. Dunyo bo'yicha shartli yoqilg'ining 22% ni gaz tashkil etadi. Respublikamizdagi yirik tabiiy gaz konlari Gazli, Muborak, Sho'rtan, Ko'kdu-maloqda bo'lib, ularning tarkibida 90%—96% gacha metan, qolgan qismi  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  va boshqa moddalardan iboratdir.

Tabiiy gazlar qatoriga neft va toshko'mir konlarida mavjud bo'lgan yo'ldosh gazlar ham kiradi. Bu gazlar tarkibida metanning miqdori 30—60% bo'lib, etan, propan, butanning miqdori ko'p bo'ladi. Qo'shimchalar sifatida  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  lar bo'ladi.

Tabiiy gazni qazib chiqarilgandan so'ng avvalo yonmaydigan qo'shimchalardan tozalanadi. Gaz tarkibidagi namlik miqdori kamaytirilib,  $H_2$ ,  $CO_2$  va, asosan  $H_2S$  dan tozalanadi. Chunki tarkibida oltingugurt birikmalari borligi sababli bu gazlar ishlatishga yaroqli emas. Shu sababli bu gazlar birinchi qayta ishlov jarayonida asosan  $H_2S$  va  $CO_2$  dan tozalanib, tabiiy gaz bilan birgalikda oltingugurt moddasi ham ishlab chiqariladi.

Qayta ishlashning ikkinchi bosqichida asosan to'yingan  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$  uglevodorodlar degidrogenlanib etilen, propilen butadiyenga aylantiriladi va plastmassalar, sintetik kauchuk hamda tolalar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Oksidlash reaksiyalari yordamida spirt organik kislotalar ishlab chiqariladi.

Tabiiy gazning asosiy qismi issiqlik energiyasi manbai — yonilg'i sifatida ishlatiladi. O'рта hisobda 1 m<sup>3</sup> tabiiy gaz yonsa, 544000 kJ issiqlik ajralib chiqadi.

### XXX.3. Toshko'mirni qayta ishlash

Uglevodorodlar saqlagan tabiiy manbalar qatoriga toshko'mir ham kiradi uning dunyo shartli yonilg'i energetikasidagi xissasi 27% ni tashkil etadi. Toshko'mirni qayta ishlash — uni havosiz joyda qizdirish (pirolizlash) dan iborat. Toshko'mirning pirolizi natijasida asosan *koks*, *toshko'mir smolasi* va *koks gazlari* olinadi.

Toshko'mirni pirolizlaganda uning tarkibidagi moddalar parchalanib, toshko'mir smolasiga va uchuvchan moddalarga aylanadi. Uchuvchan moddalar "gaz yig'gich"da yig'iladi. Toshko'mir smolasini qizdirib tarkibiy qismlarga ajratiladi, undan asosan benzol, fenol hamda benzol gomologlari olinadi. Gaz yig'gichdagi suyuq aralashma tarkibida ammiak, vodorod sulfid va qisman fenol bo'lib, bu smolaning ustki qismini tashkil etadi. Bu aralashmani qayta haydab ammiak va boshqa moddalar ajratib olinadi.

Qizdirish natijasida qolgan oxirgi qattiq tarkibiy qism *koks* deyilib, asosan 95% toza ugleroddan iborat bo'ladi.

### XXXI bob

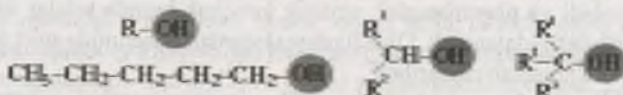
## KISLORODLI ORGANIK BIRIKMALAR. SPIRTLAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** spirtlar, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi spirtlar, bir atomli, ko'p atomli spirtlar, metanol, etanol, etilenglikol, glitserin, oddiy efirlar, fenollar, aromatik spirtlar.

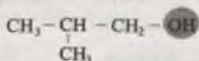
Tarkibida kislorod atomlari tutgan organik moddalardan biri spirtidir. Uglevodorodlardagi bir yoki undan ortiq vodorod atomining mos sonli gidroksil gruppalariga almashtirilishi natijasida hosil bo'lgan organik moddalar spirtlar deyiladi.

Molekulasidagi gidroksil gruppalarining soniga qarab, spirtlar bir atomli —  $\text{CH}_3\text{OH}$ , ikki atomli —  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  va ko'p atomli —  $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$  bo'ladi.

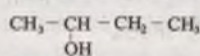
Gidroksil gruppasi bilan bog'langan radikal turiga ko'ra, spirtlar to'yingan, to'yinmagan, atsiklik va siklik bo'ladi. Ular gidroksil gruppasi qanday uglerod atomi bilan bog'langanligiga qarab, birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi spirtlarga bo'linadi:



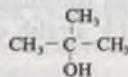
birlamchi amil spirti



birlamchi izobutil spirti  
( $t_{\text{qayin}}=108^\circ\text{C}$ )



ikkilamchi butil spirti  
( $t_{\text{qayin}}=100^\circ\text{C}$ )



uchlamchi butil spirti  
( $t_{\text{qayin}}=85^\circ\text{C}$ )

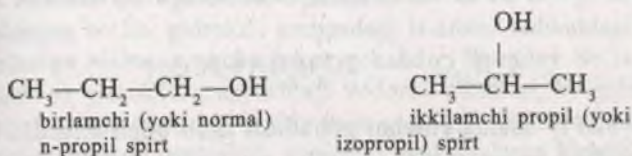
Aromatik oksibirikmalar ham mavjud bo'lib, ular jumlasiga fenollar va aromatik spirtlar kiradi. Fenollarda  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$  gidroksil gruppasi benzol halqasiga bevosita bog'langan bo'lib, aromatik spirtlarda ular yon zanjirga  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$  bog'lanadi.

### XXXI.1 Bir atomli to'yingan spirtlar

Bir atomli spirtlar to'yingan uglevodorod molekulasidagi bitta H atomini gidroksil gruppasiga almashishidan hosil bo'ladi. Umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  yoki  $\text{R}-\text{OH}$ , bunda R — alkil radikali ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$ ).

To'yingan uglevodorodlarga o'xshab, bir atomli spirtlar ham gomologik qator hosil qiladi. Bu qatordagi barcha a'zolar bir-biridan bir yoki bir necha ( $-\text{CH}_2-$ ) gruppaga farq qiladi.

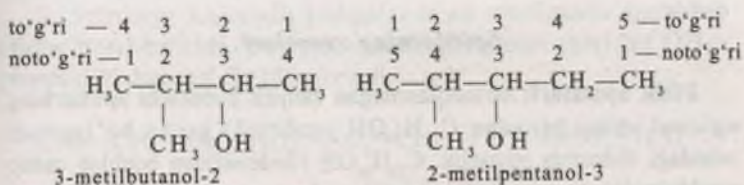
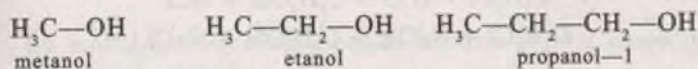
**Spirtlarda izomeriyaning** ikki turi, uglerod zanjirining izomeriyasi va uglerod zanjiridagi gidroksil gruppasi holatining izomeriyasi uchraydi. Metil va etil spirtning izomerlari yo'q, propil spirti ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ) ikkita izomerga ega:



Butil spirtning izomerlari yuqorida keltirilgan edi.

Nomenklaturasi: oddiy spirtlarning tarixiy nomi gidroksil gruppasi bilan bog'langan uglevodorod radikallari nomiga spirt so'zini qo'shib hosil qilinadi. Masalan: yuqoridagi spirtlar propil spirti va izopropil spirti deb nomlanadi.

Sistematik nomenklaturaga binoan avval tarmoqlangan uglerod atomi raqami, keyin unga birikkan radikal nomi, undan keyin tegishli to'yingan uglevodorodlar nomiga "ol" qo'shimchasini qo'shib, gidroksil gruppa bog'langan uglerod atomining raqami ko'rsatiladi. Zanjirni raqamlash OH-gruppasiga yaqin tomondan boshlanadi.

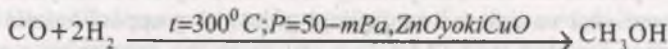


### *Olinish usullari*

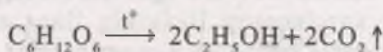
To'yingan bir atomli spirtlarning olinish usullari va xossalarini metanol va etanol misolida o'rganamiz.

1. Metanol. Sanoatda yog'ochni quruq haydab olinadi, shuning uchun uni "yog'och spirti" deyiladi.

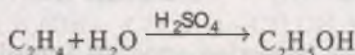
2. Sun'iy usulda anorganik moddalardan olinadi:



3. Etanol ko'pchilik hollarda tarkibida shakar, kraxmal bo'lgan mahsulotlar, uzumni bijg'itish usuli bilan olinadi:

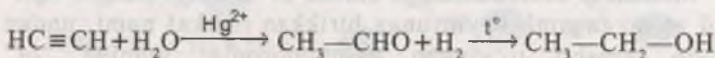


4. Sun'iy usulda etilenni gidratlash usuli bilan olinadi:

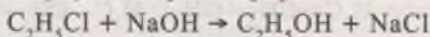
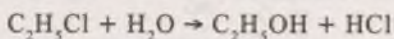


Reaksiya 260—300°C va ~10 MPa bosimda maxsus katalizator ishtirokida boradi.

5. Atsetilenni gidratlab (Kucherov reaksiyasi) sirka aldegidi olinadi va uni qaytarib etanol olish mumkin:



6. Galogenalkillar suv yoki ishqorlarning suvli eritmaları bilan qizdirilganda spirtlar hosil bo'ladi.



### *Spirtlarning xossalari*

**Fizik xossalari:** tarmoqlanmagan zanjirli birlamchi spirtlarning uglerod atomi bittadan  $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{OH}$  (undetsil) gacha bo'lganlari odatdagi sharoitda suyuqlik,  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}$  (dodetsil) dan boshlab qattiq moddalardir. Quyi spirtlar (metil, etil va propil) suv bilan istalgan nisbatda aralashadi. Molekulyar massasi ortib borishi bilan ularning eruvchanligi tezda kamayadi.

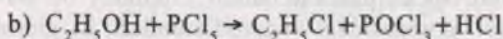
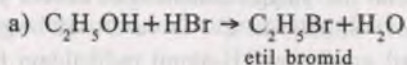
Spirtlarning agregat holati tegishli to'yingan uglevodorodlardan farq qilib, suyuq yoki qattiq bo'lishiga sabab ularning molekulari orasida **vodorod bog'lari** mavjud bo'lishidir:





Spirtlar bilan kislotalarning o'zaro ta'siri natijasida murakkab efirlarning hosil bo'lishi *eterifikatsiya reaksiyasi* deyiladi. Eterifikatsiya reaksiyasi qaytar jarayon bo'lib, bunda murakkab efir suv bilan o'zaro ta'sirlashib (gidrolizlanib), spirt va kislotaga aylanadi.

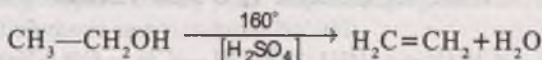
3. Spirtlarga vodorod galogenid va fosforli galoid birikma ta'sir ettirilganda tegishli uglevodorodning galogenli birikmasi hosil bo'ladi:



Birinchi reaksiya ham qaytardir. Reaksiya oxirigacha borishi uchun spirt to'yingunga qadar gazsimon vodorod galogenidlar (kislota) yuboriladi yoki spirt vodorod galogenid kislotaning konsentrlangan eritmasi bilan qizdiriladi.

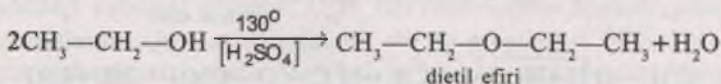
4. Spirtlarga suv tortib oluvchi moddalar yoki katalizatorlar ta'sir ettirilganda reaksiya sharoitiga qarab turli organik moddalar hosil bo'ladi.

a) spirtlar mo'l miqdordagi konsentrlangan sulfat kislotasi bilan qizdirilganda degidratlanib, to'yinmagan uglevodorodlar hosil bo'ladi ( $t^\circ > 140^\circ\text{C}$ ):



Spirtlar o'zaro reaksiyaga kirishib oddiy efirlarni hosil qiladi.

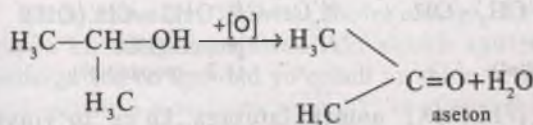
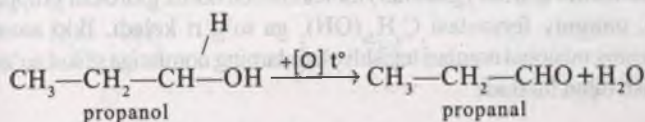
b) *Tarkibi R<sup>1</sup>—O—R<sup>2</sup> ga to'g'ri keladigan organik moddalar oddiy efirlar deyiladi.* Oddiy efirlar spirtlarning o'zaro reaksiyasi maxsulotlaridir. Masalan: mo'l miqdordagi etal spirt konsentrlangan sulfat kislota bilan ohista qizdirilganda dietil oddiy efir hosil bo'ladi ( $t^\circ < 140^\circ\text{C}$ ):



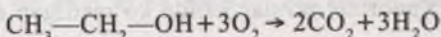
Dimetil efiri gazsimon modda bo'lib, dietil efiri oson uchuvchan moddadir, ular yonishga xavfli moddalar hisoblanadi. Dietil efiri asabni

bo'shashtirish xossasiga ega bo'lgani uchun *narkoz efiri* ham deyiladi va tibbiyotda qo'llaniladi.

5. Spirtlar oksidlanadi. Birlamchi spirtlar oksidlanganda kuchli oksidlovchilar ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ta'sirida yoki Pt, Cu — katalizatorlari ishtirokida kislorod ta'sirida aldegid, ikkilamchi spirtlar oksidlanganda ketonlar hosil bo'ladi:



b) Spirtlar havo kislorodi ishtirokida yonadi:



### *Bir atomli spirtlarning muhim vakillari*

**Metil spirti** (metanol)  $\text{CH}_3\text{OH}$  rangsiz, o'ziga xos hidli suyuqlik. «Yogoch spirti» ham deyiladi. Metil spirti turli organik moddalarni (formaldegid) sintez qilish uchun kimyo sanoatida ko'p miqdorda ishlatiladi. Undan farmatsevtikada, fotoreaktivlar, bo'yoq moddalar sintezida foydalaniladi.

**Etil spirti** ko'pincha erituvchi sifatida va turli kimyoviy birikmalar sintez qilishda dastlabki xomashyo sifatida qo'llaniladi. Bundan tashqari, etil spirtidan oziq-ovqat sanoatida, konditer mahsulotlari ishlab chiqarishda ham foydalaniladi. Sintetik kauchuk ishlab chiqarishda, parfyumeriya, lak-bo'yoq sanoatida, anatomik namunalarni saqlashda konservant sifatida keng qo'llaniladi.

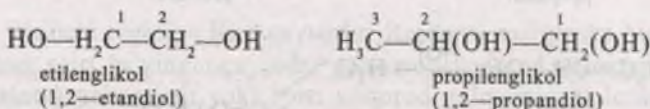
### *Ko'p atomli spirtlar*

Uglevodorod molekulasidagi ikkita yoki undan ortiq vodorod atomlarini gidroksil gruppasiga almashinishidan hosil bo'lgan hosilalari

ko'p atomli spirtlar deyiladi. Molekulasidagi gidroksil gruppasining soniga qarab ular ikki atomli (diollar), uch atomli (triollar), hokazo spirtlarga bo'linadi. Ochiq zanjirli ikki atomli spirtlar glikollar, uch atomli spirtlar glitserinlar deyiladi.

### XXXI.2. Ikki atomli spirtlar (diollar yoki glikollar)

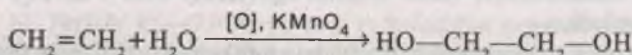
Ikki atomli spirtlar (glikollar) molekulasida ikkita gidroksil gruppasi bo'lib, umumiy formulasi  $C_nH_{2n}(OH)_2$  ga to'g'ri keladi. Ikki atomli spirtlarning ratsional nomlari tegishli olefinlarning nomlariga glikol so'zini qo'shish bilan tuziladi:



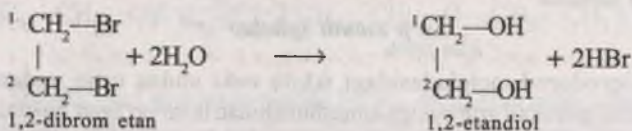
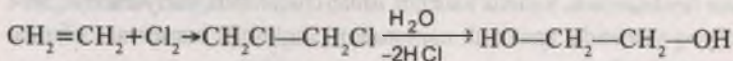
*Sistematik (IYUPAK) nomenklaturaga ko'ra to'yingan uglevodorodlarning nomiga diol qo'shimchasi qo'shib aytiladi. Bunda gidroksil gruppasi birikkan uglerod atomlari raqamlar bilan ko'rsatiladi. (Yuqorida qavslar ichida ko'rsatilgan nomlanishga qarang.)*

Ikki atomli spirtlarning eng muhim vakili **etilenglikol** hisoblanadi. Etilenglikol rangsiz, shirin ta'mli, qovushqoq suyuqlik. Vodorod bog'lanish sababli  $197^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Suv va spirtlar bilan yaxshi aralashadi.

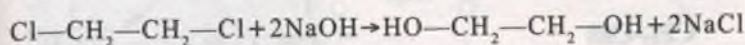
**Olinish usullari:** 1. a. Etilenni kaliy permanganat eritmasi bilan oksidlab olinadi:



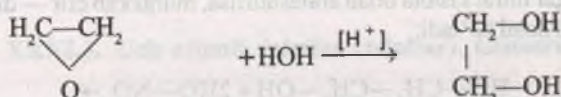
b. Sanoatda etilen (neft krekingi mahsuloti)dan etilenglikolning olinishi quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



d. Bu reaksiyani ishqoriy muhitda ham olib borish mumkin:



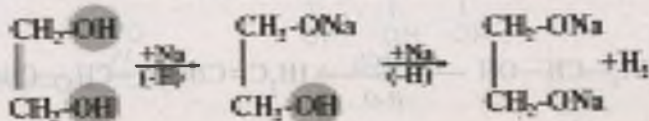
3. Etilen oksidi kislotali muhitda suv bilan birikishi tufayli glikol hosil qiladi:



**Fizik xossalari.** Spirtlar molekulasiga ikkinchi gidroksil gruppaga kiritilishi natijasida ikki atomli spirtlarda bir atomli spirtlarga xos bo'lgan hid yo'qoladi va shirin ta'mli bo'lib qoladi. Quyi glikollar moysimon suyuqlik, suvda yaxshi eriydi. Yuqori glikollar qattiq kristall moddalardir. Glikollar yuqori temperaturada qaynashi, juda past temperaturada muzlashi va zichligining yuqori bo'lishi bilan tegishli bir atomli spirtlardan farq qiladi.

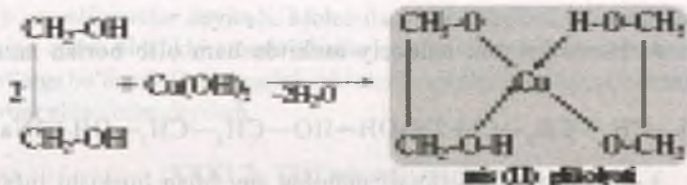
**Kimyoviy xossalari.** Glikollar bir atomli spirtlarga xos bo'lgan barcha reaksiyalarga kirishadi. Lekin ularning molekulasida ikkita gidroksil gruppaga bo'lganligi uchun reaksiyada bitta yoki ikkala gidroksil gruppaga ham qatnashishi mumkin.

1. Etilenglikolga ishqoriy metallar ta'sir ettirilganda glikolyatlar hosil bo'ladi.

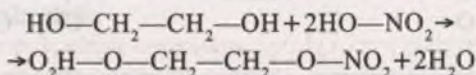


Aynan shunday reaksiya NaOH ishtirokida borib, vodorod gazi o'rnida suv va dinatriyetilenglikolyat hosil bo'ladi.

2. Etilenglikolga yangi tayyorlangan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  ta'sir ettirilsa, ko'k rangli cho'kma hosil bo'ladi. Bu diollarga xos sifat reaksiyasidir:



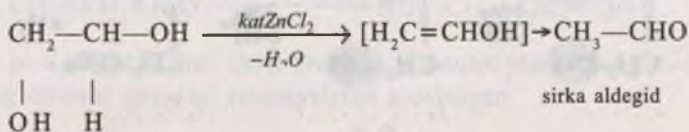
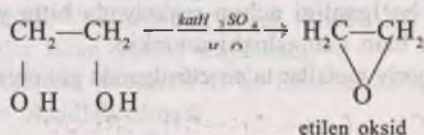
3. Agar nitrat kislota bilan aralashtirilsa, murakkab efir — dinitroetilenglikol hosil bo'ladi:



Dinitroetilenglikol tibbiyotda yurak-qon tomirlarini kengaytiruvchi vosita va portlovchi modda sifatida ishlatiladi.

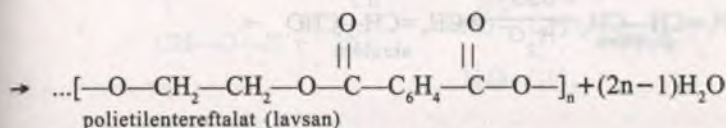
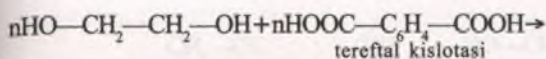
4. Glikollarga konsentrlangan sulfat kislota yoki rux xlorid ta'sir ettirilganda suv ajralib chiqadi. Natijada alkilenoksid yoki aldegid va keton hosil bo'ladi. Masalan, etilenglikol degidratlanishi natijasida etilen oksid yoki reaksiya sharoitiga qarab sirka aldegid hosil bo'ladi:

bir molekula suvning ajralishi natijasida etilen oksidi yoki aldegidga aylanadi:



**Etilenglikolning ishlatilishi.** Etilenglikolning suvli eritmasi juda past temperaturada muzlash xossasiga ega bo'lgani uchun *antifriz aralashmalar* tayyorlashda foydalaniladi.

Etilenglikol murakkab efirlar, lak-bo'yoq va sun'iy tolalar (lavsan) olishda muhim xomashyo hisoblanadi:

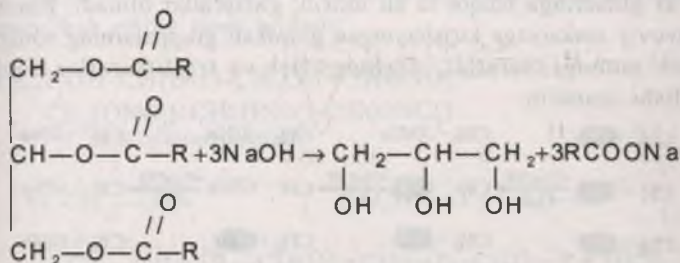


### XXXI.3. Uch atomli spirtlar (triollar). Glitserin

Molekulasidagi turli uglerod atomlarida uchta gidroksil gruppasi bo'lgan birikmalar ( $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}(\text{OH})_3$ ) *uch atomli spirtlar* deyiladi. Uch atomli spirtlarning eng oddiy vakili — glitserin —  $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$ . U IYUPAK nomenklaturasiga ko'ra propantriol — 1, 2, 3 deb ataladi.

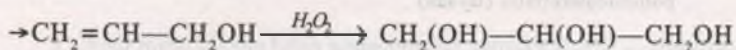
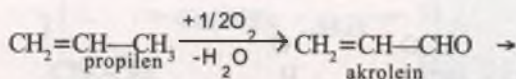
**Olinishi.** Glitserin tabiatda erkin holda uchramaydi, lekin murakkab efilrlar tarkibiga kiradi.

1. Glitserin sanoatda yog' va moylarni ishqoriy muhitda gidrolizlash yo'li bilan olinadi:



bunda R — yog' yoki moy tarkibiga kirgan kislotasi radikali.

2. Hozirgi vaqtda glitserin sanoatda kreking gazlari tarkibidagi propilenni oksidlab olinadi:



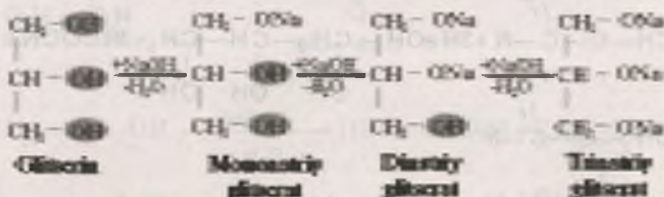
allil spirti

glitserin

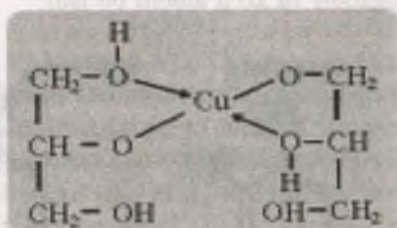
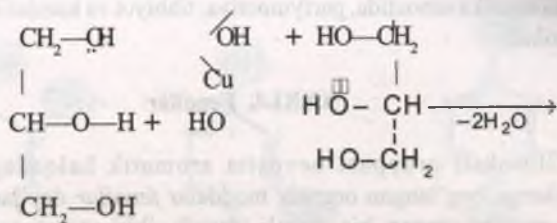
Glitserin quyuuq, moysimon, shirin mazali suyuqlik, zichligi 1,26 g/sm<sup>3</sup> 290°C da qaynaydi. Gigroskopik modda, suv bilan istalgan nisbatda aralashadi, spirtida eriydi, lekin efir va xloroformda erimaydi.

**Kimyoviy xossalari** jihatidan glitserin spirtlarga xos bo'lgan barcha reaksiyalarga kirishadi. Uning kimyoviy xossasi bir atomli spirtlarnikiga o'xshash, lekin glitserinning bir, ikki yoki uchchala gidroksil gruppasi ham reaksiyaga kirishishi mumkin. Shuning uchun ham glitserin mono-, di- va trialmashingan birikmalar hosil qiladi:

a) glitseringa ishqor ta'sir ettirib, glitseratlar olinadi. Bunda kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan gidroksil gruppalarning soniga qarab monoglitseratlar, diglitseratlar va triglitseratlar hosil bo'lishi mumkin:



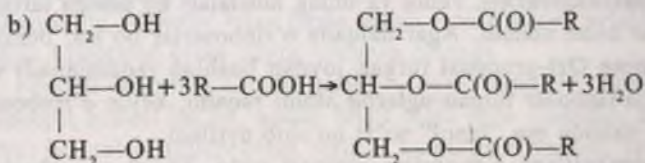
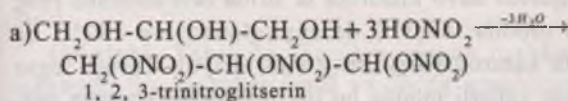
b) glitserin diollar singari ikki valentli mis gidroksid ta'sirida ham glitseratlar (kompleks birikmalar) hosil qiladi:



Mis (II) diglitsinati

Bu sifat reaksiyasidan glitserinni spirtlardan farq qilish uchun foydalaniladi.

Glitseringa anorganik va organik kislotalar ta'sir ettirilganda murakkab efirlar hosil bo'ladi:



Glitseringning nitroefirlari og'ir moysimon suyuqlik, portlovchi moddalar, lekin spirtli eritmasi portlamaydi, dori sifatida ishlatiladi, organik kislotalar bilan hosil qilgan efirlari — yog'lar va moylardir.

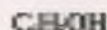
Glitserin oziq-ovqat sanoatida vino, likyor, limonad, ichimliklarga shirin maza berishda, to'qimachilik sanoatida matolarga pardo berishda,



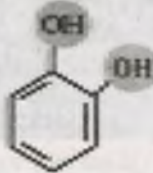
elektrotexnika sanoatida, parfyumeriya, tibbiyot va kundalik turmushda ishlatiladi.

#### XXXI.4. Fenollar

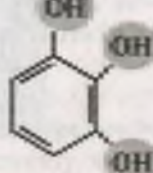
Gidroksil gruppasi bevosita aromatik halqadagi uglerod atomlariga bog'langan organik moddalar *fenollar* deyiladi. Fenollar ham spirtlar singari bir atomli (fenol), ikki atomli (pirokatexin), uch atomli (pirogallol) va ko'p atomli bo'ladi:



Fenol



Pirokatexin



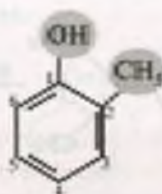
Pirogallol

**Bir atomli fenollarning eng oddiy vakili — fenoldir.**

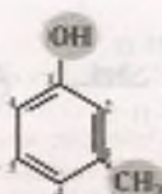
**Fizik xossalari.** Fenol o'ziga xos hidli rangsiz kristall, lekin uzoq turishi natijasida havo kislorodi ta'sirida och-binafsha rang hosil qiladigan modda.  $42,3^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadi va  $182^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi. Suvda kamroq (6 g/100 g suv) eriydi. Teriga tegsa yallig'lantiradigan zaharli modda bo'lib, antiseptik xossaga ega.

**Nomenklaturasi.** Fenol va uning hosilalari ko'pincha tarixiy nomlar bilan ataladi. Agar halqada o'rinbosarlar bo'lsa, benzol halqaning OH-gruppasi turgan joydan boshlab raqamlanadi va avval o'rinbosar tutgan uglerod atomi raqami, keyin o'rinbosar nomi, oxirida esa "fenol" so'zi qo'shib aytiladi.

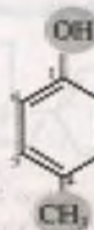
**Izomeriyasi.** Fenolning izomeri yo'q. Fenol gomologlarining izomeriyasi halqadagi o'rinbosarlar holati va yonaki zanjirning tuzilish izomeriyasidan kelib chiqadi. Shunga ko'ra, fenolning gomologi metilfenol —  $\text{CH}_3\text{—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$  — *krezolning* uchta izomeri mavjud:



2-metilfenol  
(o-krezol)

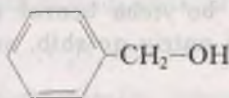


3-metilfenol  
(m-krezol)

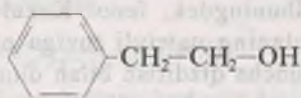


4-metilfenol  
(p-krezol)

Agar krezoldagi OH-gruppasi yonaki zanjirga o'tgan holat bo'lsa, bu modda *benzil spirti* deyiladi. Boshqacha aytganda aromatik spirtga aylanadi. Aromatik spirtlarning tuzilishi va xossalari fenollardan farq qilib, alifatik (to'yingan) spirtlarga o'xshashdir. Ularga misollar:



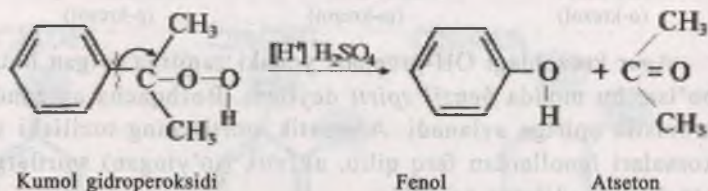
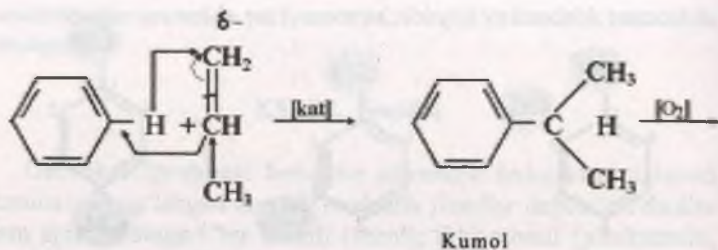
Benzil spirti  
(fenilmetanol)



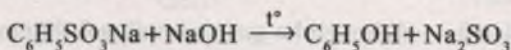
Feniletil spirti  
(2-feniletanol)

**Olinishi.** Tabiatda fenollar asosan toshko'mir tarkibida uchraydi. Shu sababli fenol va uning gomologlari toshko'mir smolasi haydalganda hosil bo'ladigan ikkinchi fraksiya (qoramoy fraksiyasi)ni ishqorlar bilan qayta ishlab fenolyatlarga aylantirilib, ularni kislotalar bilan qayta ishlanib olinadi.

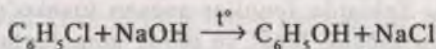
Fenolni olishning sintetik usuli — *kumol* usulidir. Kumol — izopropil benzol bo'lib, undan fenol olish juda qulaydir. Bunda avval benzol propilen bilan birikib kumolga aylanadi, so'ngra uni katalitik oksidlab gidroperoksid — oraliq mahsulotga o'tkaziladi. Bu modda kislotali muhitda qayta ishlanib fenol va atseton olinadi:



Shuningdek, fenol Kekule usuli bo'yicha benzol sulfokislotaning natriyli tuziga o'yuvchi natriy qo'shib, suyuqlanguncha qizdirish bilan olinadi:



Aromatik galogenli birikmalar (xlorbenzol)ni gidroliz qilib ham fenol olinadi:

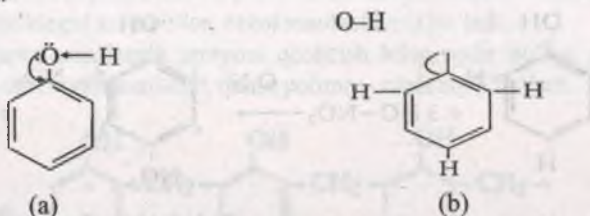


Reaksiya natijasida qisman  $C_6H_5-O-C_6H_5$  — difenil efiri ham hosil bo'ladi.

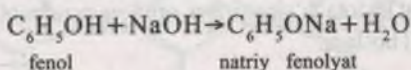
**Kimyoviy xossalari.** Fenollarning kimyoviy xossalari ularning molekulasida OH-gruppasi mavjudligi va benzol halqasining elektron tabiati bilan bog'liqdir. Ma'lumki, tuzilish nazariyasining uchinchi bandiga binoan molekuladagi atomlar va atomlar gruppallari bir-biriga ta'sir etib, moddalarning xossalari shu ta'sirga bog'liq edi. Shunga ko'ra fenollarda ham benzol halqasi OH-gruppasining elektron bulutini o'zi tomoniga tortadi va O—H bog'i kuchsizlanib, vodorod atomi kislotalardagidek harakatchan bo'lib qoladi (a):

Shu sababdan fenol ( $K_a=1 \cdot 10^{-10}$ ) dan alifatik spirtlar (etanol  $K_a=1 \cdot 10^{-18}$ ) dan farqli holda kuchsiz kislotalik xossasini yorqin namo-

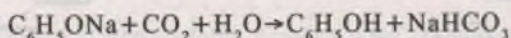
yon etadi. Uning nomini *karbol kislotasi* deyilishining sababi ham shundan.



Buning isboti sifatida fenolga natriy ishqori ta'sir ettirilsa, qattiq holda natriy fenolyat hosil bo'lib, uni ajratib olish mumkin. Lekin etil spirti bilan bu reaksiya faqat eritmada borib, qaytarligi sababli natriy etilatni ajratib olib bo'lmaydi:



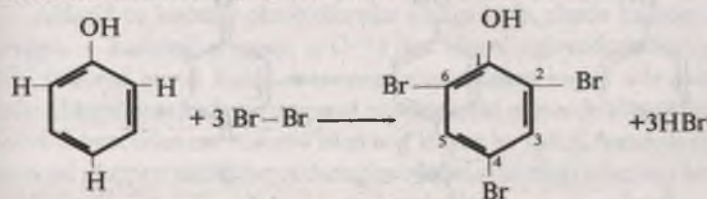
Ammo, natriy fenolyat tuzi ochiq havoda qoldirilsa, havodagi  $\text{CO}_2$  va namlik ta'sirida qaytadan fenolga aylanadi:



Chunki, fenolga nisbatan kuchliroq bo'lgan karbonat kislotasi uni siqib chiqaradi. Fenolning kislotalik xossasi juda kuchsizligi sababli uning eritmasi lakmus rangini o'zgartira olmaydi.

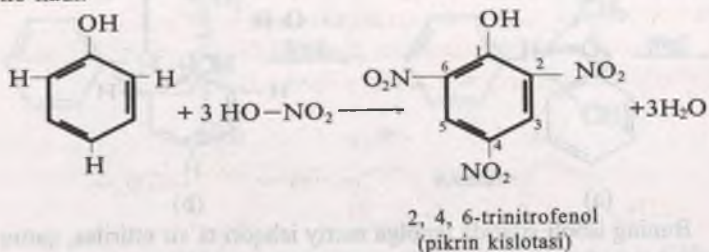
Agar fenollarning benzol halqasi tarkibiga elektron bulutini o'ziga tortuvchi gruppalar  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{CN}$  kiritilsa, uning kislotalik xossasi kuchayadi. Agar elektron bulutini o'zidan benzol halqasiga siljituvchi gruppalar  $-\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$  kiritilsa, fenolning kislotalik kuchi kamayadi.

Fenolda benzol halqasiga OH-gruppasining birikishi halqaning elektron bulutini siljishiga olib keladi va shu sababli 2,4,6-holatlardagi H-atomlarining harakatchanligi ortadi (b). Shuning uchun fenol benzoldan farqli holda brom, nitrat kislotasi bilan ancha tez ta'sirlashib, uchta vodorodini almashtiradi:



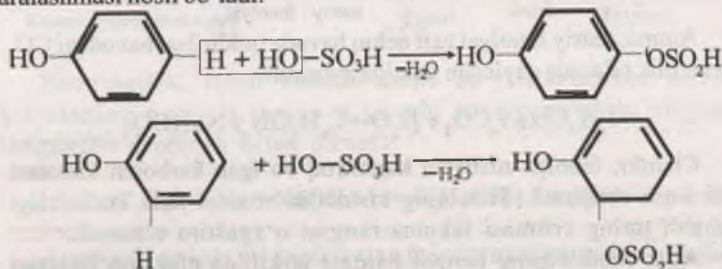
2, 4, 6-tribromfenol

Tribrom fenol suvda erimasligi sababli oq rangli geterogen faza holdida cho'kadi.



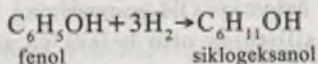
Agar bu reaksiyada nitrat kislotaning suyultirilgan eritmasi ishlatilsa mononitrofenol (*o*-nitrofenol) va paranitrofenol aralashmasi hosil bo'ladi.

Fenolga sulfat kislotaga ta'sir ettirilsa, orto- va parafenol sulfokislotalar aralashmasi hosil bo'ladi:

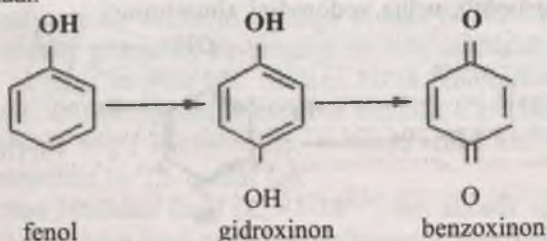


bu moddalar organik sintezda va sintetik yuvish vositalari ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Fenol yuqori bosim, temperaturada va nikel katalizatori ishtirokida vodorodni biriktirib, qaytariladi va siklogeksanolga aylanadi:

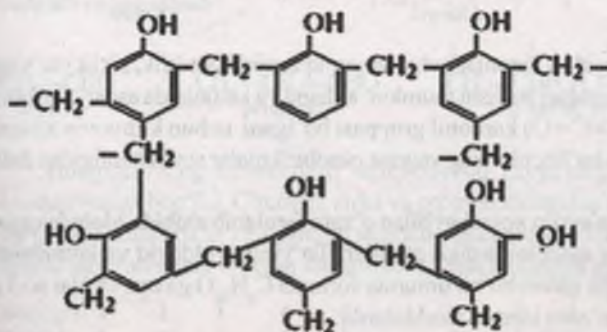


Fenol oksidlanganda dastlab gidroxinon, keyin benzoxinon hosil bo'ladi:



Fenolga formaldegid tasir ettirilganda miqdoriga qarab reaksiya ikki yo'nalishda ketadi: 1) fenol ko'p bo'lsa, **novolak smolasi** hosil bo'ladi; agar formaldegid ko'p bo'lsa, **rezol smolasi** hosil bo'ladi.

Polikondensatlanish jarayoni qizdirish bilan sodir bo'lsa, rezol molekulari kondensatlanib, qattiq polimer - **rezit** hosil bo'ladi:



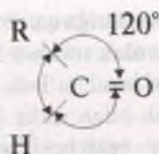
**Fenollarga xos sifat reaksiya.** Fenollarga  $FeCl_3$  ning eritmasi ta'sir ettirilsa, qizil rangli kompleks birikma hosil bo'ladi. Bu reaksiyadan fenollarga xos reaksiya sifatida foydalaniladi.

**Fenolning ishlatilishi.** Fenol zaharli modda bo'lgani uchun undan antiseptik modda sifatida foydalaniladi. Uning hosilalaridan turli plastmassa va smolalar (fenoplastlar), qurilish materiallari, oshlovchi moddalar, sun'iy yuvish vositalari sintez qilinadi va ishlatiladi.

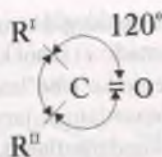
### ALDEGID VA KETONLAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** aldegidlar, karbonil gruppasi, kumush-ko'zgu reaksiyasi, chumoli va sirka aldegidi, poliformaldegid, paraldegid, polikondensatsiyalanish reaksiyasi, fenolformaldegid qiyomi.

Aldegid va ketonlar oksobirikmalar sinfiga kirib, ularda funksional gruppasi — karbonil gruppasi  $>C=O$  dir. Ularni uglevodorodlardagi ikki vodorod atomi kislorod atomiga almashingan hosila deb qaraladi. Aldegidlarda karbonil gruppasi bir tomondan uglevodorod radikali, ikkinchi tomondan esa vodorod bilan bog'langan bo'ladi. Ketonlarda esa karbonil gruppasi ikkala tomondan uglevodorod radikallari bilan bog'langan bo'ladi:



Aldegid



Keton

Aldegid va ketonlar ochiq va yopiq zanjirli (atsiklik, siklik) to'yingan va to'yinmagan bo'lishi mumkin: aldegid va ketonlarda asosiy funksional gruppasi ( $>C=O$ ) karbonil gruppasi bo'lgani uchun kimyoviy xossalari o'xshash bo'lib, ularning yagona oksobirikmalar sinfi ekanligidan dalolat beradi.

Lekin ayrim xossalari bilan o'zaro farqlanib alohida-alohida organik moddalar qatorini tashkil etadilar. To'yingan aldegid va ketonlarning gomologik qatori bir xil umumiy formula  $C_nH_{2n}O$  ga ega va ular  $n > 3$  dan boshlab o'zaro izomer moddalardir.

### XXXI.5. Aldegidlar

Tarkibida uglevodород radikali va aldegid gruppasi saqlagan organik moddalar *aldegidlar* deyiladi.

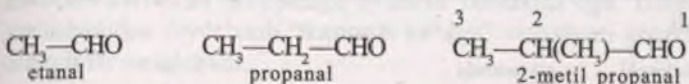
#### Aldegidlarning gomologik qatori va fizikaviy xossalari

Nomi	Formulasi	$t^{\circ}_{\text{aynuq}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t^{\circ}_{\text{qayn}},$ $^{\circ}\text{C}$	Zichli- gi d, g/sm <sup>3</sup>	Sind. ko'rsat- kichi, n
Chumoli aldegid	H—CHO	-92	-21	—	—
Sirka aldegid	CH <sub>3</sub> —CHO	-122	21	0,781	1,331
Propion aldegid	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CHO	-81	49	0,807	1,364
Moy aldegid	CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —CHO	-99	76	0,817	1,384
Izomoy aldegid	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> —CH—CHO	-66	62	0,794	1,373

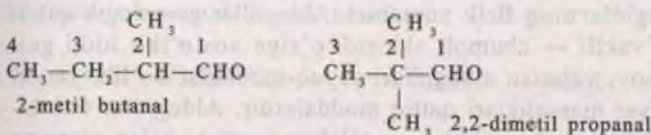
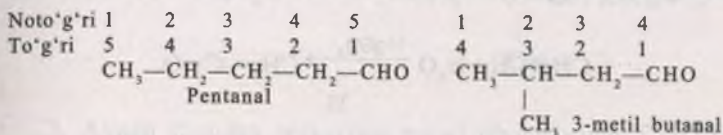
**Nomenklaturasi va izomeriyasi.** Aldegidlarni *trivial nomenklatura* bo'yicha nomlashda tegishli karbon kislotalar nomidagi "kislota" so'zini

“aldegid” soʻzi bilan almashtirish orqali hosil qilinadi, chunki aldegidlar oksidlanish natijasida tegishli kislotalarga aylanadi.

*Sistematik nomenklaturaga koʻra*, aldegidlar nomi ularga mos keluvchi uglevodorodlar nomiga “al” qoʻshimchasi qoʻshish bilan hosil qilinadi. Uglerod atomlari aldegid guruhdagi C — atomidan boshlab raqamlanadi:

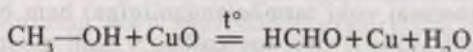


*Aldegidlarning izomeriyasi* uglevodorod zanjiridagi radikallar izomeriyasiga bogʻliq. Chumoli, sirka va propion aldegidlarning izomeri yoʻq. Molekulasida toʻrtta uglerod atomi boʻlgan aldegid ikki izomerga, beshta uglerod atomi boʻlgan aldegid esa toʻrtta izomerga ega. Masalan:

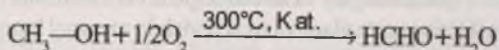


### *Aldegidlarning olinishi*

1. Chumoli aldegidi laboratoriyada metanolni CuO bilan oʻzaro taʼsiri natijasida olinadi:

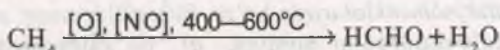


2. a) sanoatda chumoli aldegidi (formaldegid) metanolni katalitik oksidlash yoʻli bilan olinadi. Buning uchun metanol 300°C da havo kislorodi bilan gaz fazasida mis yoki kumush katalizatorlari ishtirokida oksidlanadi:

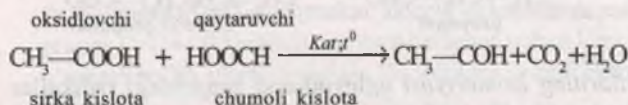




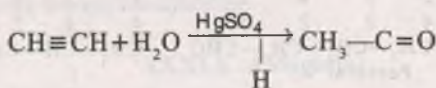
b) chumoli aldegidni sanoatda olishning yana eng arzon usuli — metanni oksidlab olishdir:



3. Chumoli va sirka kislotalari bug'lari aralashmasi 300—350°C da MnO, TiO katalizatorlari ishtirokida qizdirilsa, sirka aldegidi (atsetaldegid) hosil bo'ladi:



4. Sirka aldegidni sanoat miqyosida olishda Kucherov reaksiyasidan foydalaniladi:



**Aldegidlarning fizik xossalari.** Aldegidlar gomologik qatori birinchi vakili — chumoli aldegidi o'ziga xos o'tkir hidli gaz. Sirka, moy, valerian aldegidlari suyuq moddalar bo'lib, yuqori molekulyar massaliklari qattiq moddalardir. Aldegidlar tarkibidagi uglevodorod radikalining o'lchami ortishi bilan ularning suvda eruvchanligi kamayadi. Aldegidlar spirt va efirlarda yaxshi eriydigan moddalardir. (14 jadval).

Aldegidlar funksional gruppasining vodorod bog'lanish hosil qilish imkoniyatlari pastligi sababli ular tegishli spirtlarga nisbatan past temperaturada qaynaydi. Bu aldegidlarning tuzilishiga (normal yoki tarmoqlanganligiga) ham bog'liq.

Yuqori aldegidlar o'ziga xos xushbo'y hidli moddalardir.

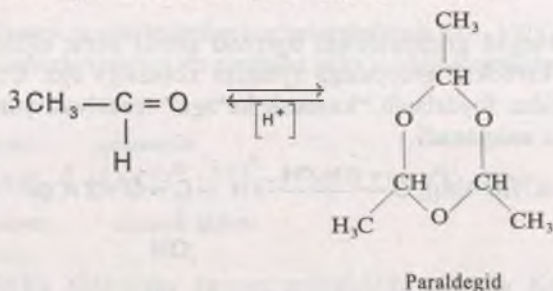
**Kimyoviy xossalari.** Aldegidlarning kimyoviy xossalari ularning karbonil gruppasi elektron tabiati bilan izohlanadi. Karbonil gruppasi —  $>\text{C}^{\delta+}=\text{O}^{\delta-}$  da  $\pi$ - bog' ko'proq qutblangan bo'lib, shu bog'ning oson uzilishi hisobiga aldegidlar turli xossalarni namoyon qiladilar.

1. Metanol (formaldegid) va atsetaldegid nikel katalizatori ishtirokida vodorodni biriktirib, qaytariladi va mos ravishda metanol hamda etanolni hosil qiladi:



Bu polimer mexanik ta'sirga juda chidamli bo'lganligi sababli, undan metallar o'rini bosa oluvchi turli mashina detallari yasaladi.

$\pi$  — bog' hisobiga birikish sirka aldegidiga ham xos bo'lib, bu modda trimerlanib halqasimon tuzilishli *paraldegidni* hosil qiladi:



Paraldegid  $+12^\circ\text{C}$  da kristallanadigan suyuqlik bo'lib, kuchli uyqu keltiruvchi moddadir. Kislotali muhitda qaytadan atsetaldegidga aylanadi.

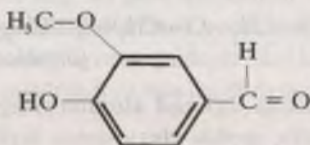
### Aldegidlarning ishlatilishi

Metanal rangsiz, o'tkir hidli gaz.  $-21^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi, 40% li eritmasi formalin deyiladi. Formalin anatomik namunalarni uzoq vaqt saqlashda, tibbiyotda, terini oshlashda, plastmassalar ishlab chiqarishda, omborlarni dezinfeksiyalashda ishlatiladi.

Sirka aldegid  $21^\circ\text{C}$  da qaynaydigan xushbo'y olma hidi kelib turadigan suyuqlik. Tabiatda olma tarkibida oz miqdorda bo'ladi. Bu modda sirka kislota ishlab chiqarishda, organik sintezda keng qo'llaniladi.

Tarkibida  $\text{C}_7$  —  $\text{C}_{16}$  bo'lgan aldegidlar parfyumeriyada xushbo'y hid beruvchi moddalar sifatida ishlatiladi.

Aromatik aldegidlardan *m*-metoksi-*p*-oksibenzaldegid (vanilin) juda xushbo'y hidli,  $80^\circ\text{C}$  da suyuqlanuvchi, suvda yaxshi eriydigan kristall modda. Konditer mahsulotlari va alkogolsiz ichimliklar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.



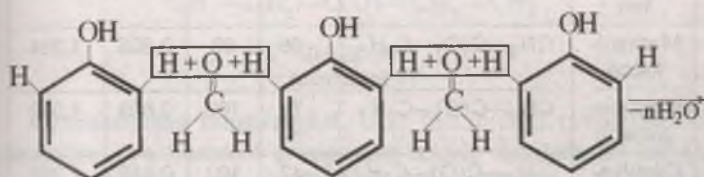
## Polikondensatsiyalanish reaksiyalari

Aldegidlardagi karbonil gruppasi bir tomondan boshqa moddalardagi harakatchan vodorod atomlari bilan birikib spirt gruppasi, ikkinchi tomondan esa boshqa radikalni biriktirib yangi modda hosil qiladi. Bu reaksiyalar polikondensatsiyalanish mexanizmidan borib, o'ziga xos xususiyatli yuqori molekulyar birikmalar sintezining asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Shunday moddalar qatoriga fenolformaldegid smolasi misol bo'ladi.

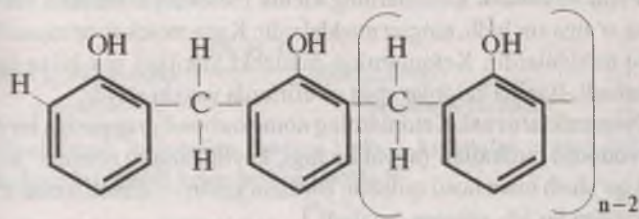
Funksional gruppalar saqlagan kichik molekulyar massali moddalar (monomerlar) ning o'zaro birikib past molekulyar massali moddalar ( $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $NH_3$ ) ajralib chiqishi bilan birga yuqori molekulyar birikmalar hosil qilishi **polikondensatsiyalanish reaksiyasi** deyiladi.

Bunday reaksiyalar natijasida fenolformaldegid smolasi, poliamid, poliefir tolalar, oqsillar, nuklein kislotalar, kraxmal va selluloza hosil bo'ladi.

Formaldegidning fenol bilan o'zaro ta'sirlashuv reaksiyasi quyidagicha boradi. Harakatchan vodorod atomlari saqlagan fenol formaldegidning karbonil gruppasi bilan ta'sirlashadi:



Fenolformaldegid



Polifenolformaldegid smolasi

Hosil bo'lgan yuqori molekulyar modda yengil, lekin mexanik zarbga o'ta chidamli plastmassa — *fenoplast* sifatida keng ishlatiladi. Fenoplastlardan qurilish materiallari, mashina detallari, izolyatsiyalovchi materiallar, nozik jihozlarni transportirovka qilish (tashish)da himoyalovchi vositalar hamda uy-ro'zg'or buyumlari tayyorlanadi.

### XXXI.6. Ketonlar

**O'rganiladigan tushunchalar:** *ketonlar, aseton.*

*Ketonlar deb, tarkibida* karbonil gruppasiga turli radikallarining birikishidan hosil bo'lgan organik moddalarga aytiladi. Ularning umumiy formulasi  $C_nH_{2n}O$  bo'lib,  $R^1-C(O)-R^{11}$  ko'rinishda yoziladi.

Ketonlarning gomologik qatori va ularning ayrim xossalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

**Ketonlarning asosiy xossalari**

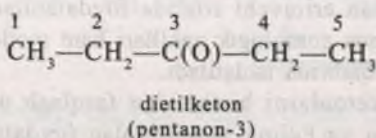
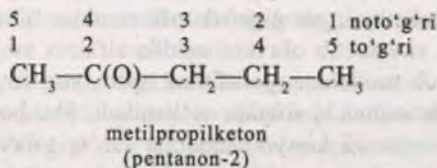
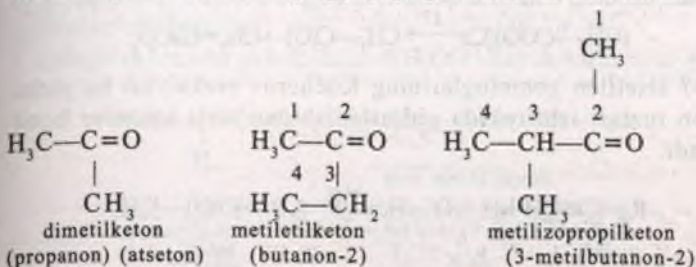
Nomi	Formulasi	$t^{\circ}_{\text{suyuq}},$ $^{\circ}C$	$t^{\circ}_{\text{qayn}},$ $^{\circ}C$	Zichli- gi d, g/sm <sup>3</sup>	Sind. ko'rsat- kichi, n
Dimetilke- ton	$CH_3-C(O)-CH_3$	-95	56	0,792	1,364
Metiletil- keton	$CH_3-C(O)-C_2H_5$	-86	80	0,805	1,384
Metilpropil- keton	$CH_3-C(O)-C_3H_7$	-76	102	0,809	1,389
Dietylke- ton	$C_2H_5-C(O)-C_2H_5$	-42	103	0,816	1,388

**Fizik xossalari.** Ketonlarning kichik molekulyar massali vakillari suyuq, o'ziga xos hidli, rangsiz moddalardir. Katta molekulyar massaliklari qattiq moddalardir. Ketonlarning dastlabki vakillari suv bilan yaxshi aralashadi. Barcha ketonlar spirt va efirlarda yaxshi eriydi.

**Nomenklaturasi.** Ketonlarning nomi karbonil gruppasiga birikkan uglevodorod radikallari (avval kichigi, keyin kattasi) nomiga "keton" so'zi qo'shish bilan hosil qilinadi. Birinchi keton — dimetilketon *trivial nomga* ega bo'lib, *aseton* deyiladi.

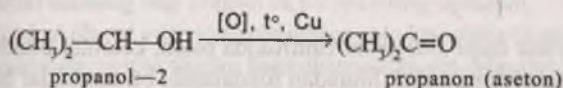
**Sistematik nomenklaturaga** binoan ketonlarning nomi ularga tegishli uglevodorodlar nomiga "on" qo'shimchasini qo'shish bilan hosil

qilinadi. Bunda karbonil gruppining zanjirdagi holati raqam bilan ko'rsatiladi. Raqamlash karbonil gruppaga yaqin tomondan boshlanadi.

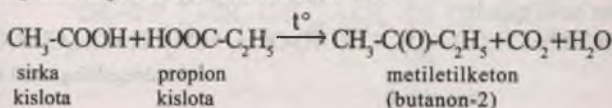


**Ketonlarning izomeriyasi.** Ular tarkibidagi radikallarning izomeriyasi va karbonil gruppining asosiy zanjirda joylashgan o'rniga bog'liq bo'ladi. Bu holatlar yuqoridagi keltirilgan pentanonning izomerlari misolida aniq ko'rsatilgan.

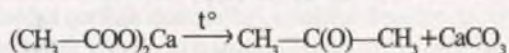
**Ketonlarning olinishi.** 1) ikkilamchi spirtlarni oksidlab, tegishli ketonlar olinadi:



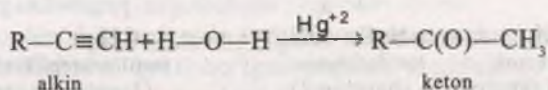
2) chumoli kislotadan boshqa karbon kislotalar o'zaro qo'shib qizdirilganda tegishli ketonlar hosil bo'ladi:



3) karbon kislotalarning tuzlari quruq qizdirilsa, ketonlar hosil bo'ladi:



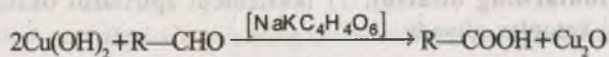
4) atsetilen gomologlarining Kucherov reaksiyasi bo'yicha simob tuzlari ishtirokida gidratlanishidan turli ketonlar hosil bo'ladi:



**Ishlatilishi.** Aseton (dimetilketon)  $\text{CH}_3\text{—C(O)—CH}_3$ , rangsiz o'ziga xos hidli,  $56^\circ\text{C}$  da qaynaydigan suyuqlik. Suv bilan xohlagan nisbatda aralashadigan gigroskopik modda. Shu sababli ayrim sintezlarda suv tortib oluvchi modda sifatida ishlatiladi. Aseton qator organik moddalar (parafinlar, spirt, yog'lar, lak-bo'yoqlar) uchun yaxshi erituvchi sifatida qo'llaniladi. Shu boisdan bu modda organik sintezda va kimyo sanoatida sun'iy tolalar (atsetat tola), kinoplyonkalar, dorivor moddalar ishlab chiqarishda keng tarqalgan va oson uchuvchan erituvchi sifatida foydalaniladi. Shu singari ketonlarning boshqa gomologik vakillari ham moddalar sintezi va turli erituvchilar qatorida ishlatiladi.

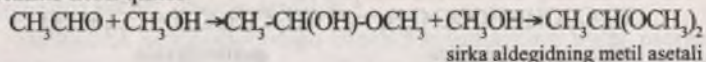
Aldegid va ketonlarni bir-biridan farqlash uchun kumush-ko'zgu reaksiyasi va Feling suyuqligidan foydalaniladi.

**Feling suyuqligi.**  $\text{Cu(OH)}_2$  va vino kislotasining Na va K li tuzi aralashmasi bo'lib (kompleks birikma), uning ishtirokida aldegidlar reaksiyaga kirishib, ko'k rangli cho'kma sarg'ish-qizil rangli moddaga aylanadi:



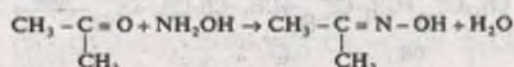
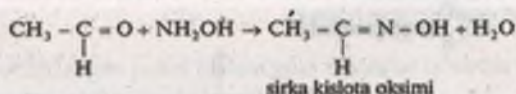
Bu reaksiyalar faqat aldegidlar ishtirokida borib, ketonlar bunday jarayonlarda qatnashmaydilar. Shundan foydalanib, bu moddalar bir-biridan ajratiladi.

Aldegidlar katalizator (suvsiz  $\text{CuSO}_4$ ) ishtirokida spirtlar bilan **asetallar** hosil qiladi:



**O'rin olish reaksiyalari.** Quyidagi aldegid va ketonlarning karbonil gruppasidagi kislorodning ba'zi birikmalar bilan o'rin olish reaksiyalarini ko'rib chiqamiz:

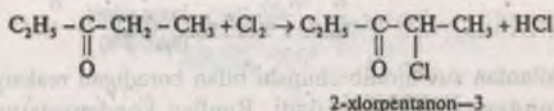
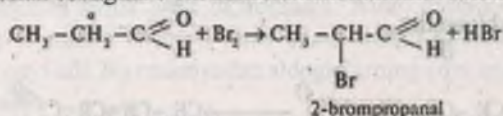
1. Aldegid va ketonlar gidrosilamin  $\text{NH}_2\text{OH}$  bilan oksimlar hosil qiladi.



Yuqoridagi usul bo'yicha fenilgidrazon va semeikabazonlar olinadi.

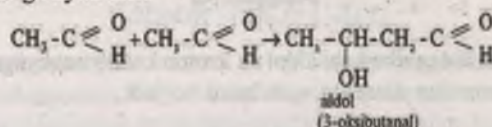
### Karbonil gruppaga nisbatan $\beta$ -holatda turgan vodorod reaksiyalari.

1. Aldegid va ketonlardagi karbonil gruppaga bilan bevosita bog'langan ugleroddagi  $\beta$ -vodorod atomlari juda faol bo'lib, ular galogenlar bilan osongina o'rin almashinishi mumkin. Masalan:



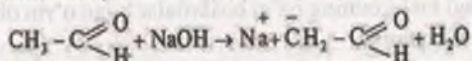
Karbonil gruppaga nisbatan  $\beta$ -holatda joylashgan vodorod atomlari bilan almashingan, galogenlar ham o'z navbatida, turli xil kimyoviy reaksiyalarga kirishadi.  $\beta$ -galogenli aldegid va ketonlar kuchli lakrimatorlar hisoblanadi (lacrima so'zi lotincha «ko'z yoshi» demakdir), chunki ularning bug'i burun va ko'zni yallig'lantiradi.

2. Aldegid va ketonlarda ishqor yoki kislotalar ta'sirida boradigan kondensatsiya reaksiyalari katta ahamiyatga ega. Masalan, sirka aldegidi molekulari ishqorning kuchsiz eritmasi ishtirokida o'zaro kondensatlanib aldolga aylanadi:



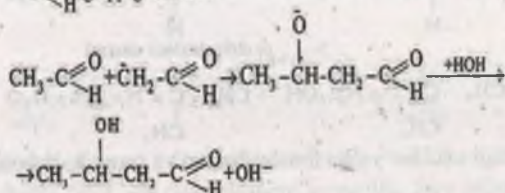


Ishqor sirka aldegidlar katalitik ta'sir etib karbanion hosil qiladi:

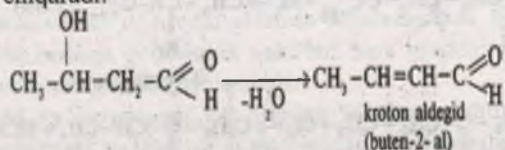


Hosil bo'lgan karbanion ikkinchi sirka aldegid molekulasidagi

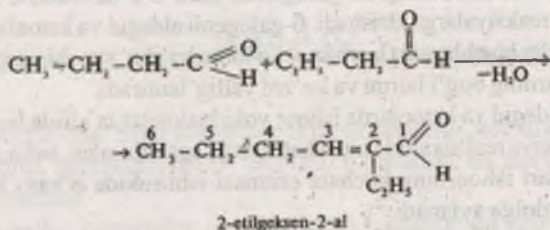
$-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array}$  gruppaga birikadi:



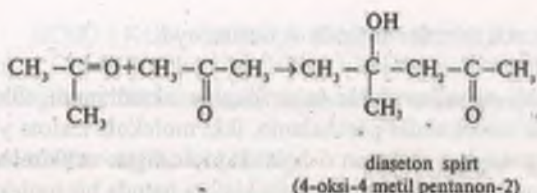
Formuladan ko'rinib turibdiki; reaksiya mahsuloti aldegid va gidroksil gruppaga tutadi. Shuning uchun bu birikmani aldol, bunday reaksiyalarni esa **aldol kondensatsiya** deyiladi. Aldol kondensatsiya karbonil gruppaga nisbatan  $\beta$ -holatda turgan vodorod hisobiga boradi. Aldollar qarorsiz birikmalar bo'lib, qizdirilganda osongina bir molekula suv ajralib chiqaradi:



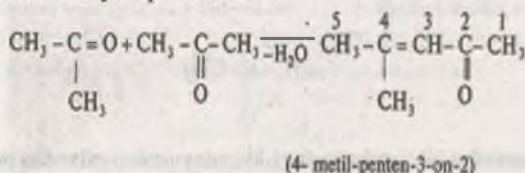
Aldegidlardan suv ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalarga **kroton kondensatsiyasi** deyiladi. Bunday kondensatsiya sirka aldegidning  $>\text{CH}_2$  gruppaga tutgan gomologlari bilan oson boradi. Masalan,



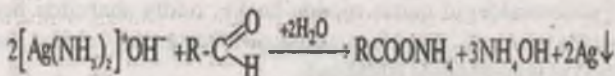
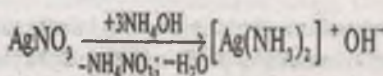
Ketonlar aldegidlar kabi aldol va kroton kondensatsiyaga kirishadi. Masalan, aseton dan diaseton spirt hosil bo'ladi.



Konsentrlangan sulfat kislotasi yoki ishqorlar ta'sirida bu reaksiya krotin kondensatsiya tipida boradi:

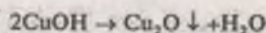
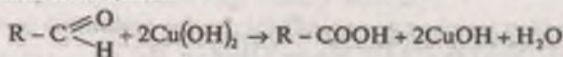


**Aldegid va ketonlarning oksidlanishi.** Aldegidlar oson oksidlanadigan birikmalardir. Ular hatto havo kislorodi yoki kuchsiz oksidlovchilar, masalan, kumush oksidining ammiakli eritmasi va mis (II) gidroksid ta'sirida oson oksidlanadi. Aldegidlarning kumush oksidining ammiakli eritmasi bilan oksidlanishi «kumush ko'zgu» reaksiyasi deyiladi. Bu reaksiyadan aldegidlarning sifat analizida keng foydalaniladi:



Yangi hosil qilingan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  cho'kmasiga aldegid eritmasi qo'shib qizdirilganda aldegid karbon kislotagacha oksidlanadi.

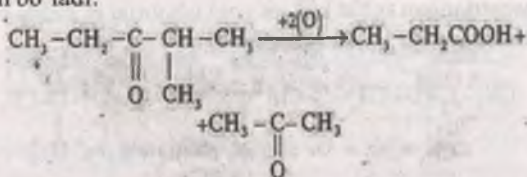
$\text{Cu}(\text{OH})_2$  esa  $\text{CuOH}$  ga qaytarilib, so'ngra  $\text{Cu}_2\text{O}$  ning qizil-sariq cho'kmasini hosil qiladi:



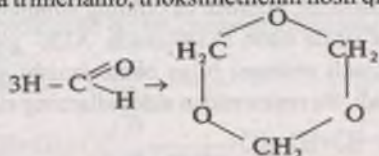
Bu reaksiya ham «kumush ko'zgu» reaksiyasi kabi aldegidlarga xos sifat reaksiyasidir. Ketonlar oksidlovchilar ta'siriga ancha chidamlidir. Ular havo kislorodi va kuchsiz oksidlovchi, masalan, kumush oksidi-

ning ammiakli eritmasi ta'sirida oksidlanmaydi.

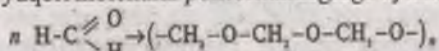
Ketonlar faqat ishqoriy va kislotali muhitda  $KMnO_4$  yoki  $K_2Cr_2O_7$  kabi kuchli oksidlovchilar ta'siridagina oksidlanadi. Oksidlanish jarayonida molekular parchalanib, ikki molekula kislota yoki keton karbonil gruppaga nisbatan 6-holatda joylashgan uchlamchi uglerod atomini tutsa, u holda bir molekula kislota hamda bir molekula yangi keton hosil bo'ladi:



**Polimerlanish reaksiyalari.** Bunday reaksiyalar faqat aldegidlar uchun xarakterlidir. Aldegidlar polimerlanib, siklik va chiziqsimon tuzilishli polimerlarni hosil qiladi. Masalan, chumoli aldegid suyultirilgan kislotalar ta'sirida trimerlanib, trioksimetilenni hosil qiladi:

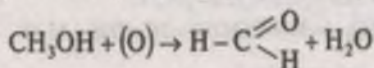


Quruq gazsimon chumoli aldegid ayrim katalizatorlar ishtirokida polimerlanib, yuqori molekular poli formaldegidga aylanadi:

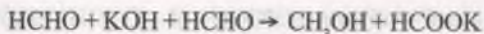


Poli formaldegid qattiq modda bo'lib, oddiy sharoitda hech bir erituvchida erimaydi. Sintetik tolalar va turli buyumlar (trubalar, mashina detallari) ni tayyorlashda ishlatiladi.

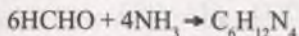
**Aldegid va ketonlarning ayrim vakillari.** Chumoli aldegid oddiy sharoitda gazsimon modda bo'lib, o'ziga xos hidga ega, suvda yaxshi eriydi. Sanoatda formaldegid metanolni  $550-600^\circ C$  da havo kislorodi bilan gaz fazada (Cu yoki Ng ishtirokida) oksidlash yo'li bilan olinadi:



Kimyoviy xususiyatlariga ko'ra, chumoli aldegid boshqa aldegidlardan keskin farq qiladi. Masalan, kuchli ishqorlar ta'sirida boshqa aldegidlar smolaga aylanadi, chumoli aldegid esa metil spirt va chumoli kislota tuzini hosil qiladi (**Kannissaro reaksiyasi**):



Chumoli aldegid ammiak bilan reaksiyaga kirishib, **urotropinga** aylanadi:



Urotropinning  $\text{CaCl}_2$  bilan hosil qiladigan kompleks tuzi **kalseks** tibbiyotda grip kasaliga qarshi dori vositasidir.

Chumoli aldegidning 40% li suvli eritmasi **formalin** deyiladi va hasharotlarga qarshi hamda o'simliklar urug'larini, donlarni qorakuya kasalligi sporasiga qarshi ishlov berish uchun ishlatiladi.

#### *Savol va mashqlar*

1. Aldegidlar deb, qanday moddalarga aytiladi?
2.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{C}(\text{O})\text{H}$  aldegidning izomerlarini yozing, ularni nomlang.
3. Sirka va chumoli aldegidlarini olishga doir barcha reaksiya tenglamalarini yozing.
4. 7,1 g noma'lum aldegid 2,16 g kumushni qaytargani ma'lum bo'lsa, shu aldegidning nomini aniqlang va izomerlari formulalarini yozing.
5. Metandan sirka aldegidni olish mumkinmi? Javobingizni aniq reaksiya tenglamalari bilan asoslang.
6. Atsetonni olish reaksiya tenglamalarini yozing. Unga izomer bo'lgan moddaning formulasini yozing. Ularning kimyoviy xossalarini solishtiring.
7. Ketonlar aldegidlar bilan bir xil tarkibga ega bo'lsalar-da, "Kumush ko'zgu" reaksiyasiga kirishmaydi. Sababini tushuntiring.

### XXXI.7. Karbon kislotalar

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *karboksil gruppasi, karbon kislota, chumoli va sirka kislotalari, palmitin, stearin, olein kislotalari, sirka angidridi, atsil radikali, formiatlar, atsetatlar, akril kislota, metilmetakrilat, benzoil kislota.*

**Karbon kislotalar** deb, molekulasida uglevodorod radikali bilan birikkan bir yoki bir necha karboksil gruppalarini saqlagan birikmalarga aytiladi. Karboksil gruppasi *karbonil*  $\rightarrow \text{C}=\text{O}$  hamda *gidroksil*  $\text{—OH}$  gruppalarining birikishidan hosil bo'ladi:  $\text{—COOH}$ .

Karbon kislotalardagi karboksil gruppasi soni kislotalarning asoslilikini belgilaydi. Uning soniga ko'ra bir asosli — monokarbon ( $\text{R—}$

COOH), ikki asosli — dikarbon (HOOC—R—COOH) va ko'p asosli — polikarbon R—(COOH)<sub>n</sub> kislotalar bo'ladi. Radikalning turiga ko'ra to'yingan, to'yinmagan va aromatik karbon kislotalar bo'ladi. Ularning boshqa turlari ham mavjud.

### To'yingan karbon kislotalar

To'yingan karbon kislotalar uglevodorodlarning —COOH gruppalari saqlagan hosilalari bo'lib, bir asosli kislotalarning umumiy formulasi  $C_nH_{2n+1}COOH$ .

To'yingan karbon kislotalar gomologik qatoriga quyidagilar kiradi:

H—COOH — chumoli kislota, metan kislota;

CH<sub>3</sub>—COOH — sirka kislota, etan kislota;

CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—COOH — propion kislota, propan kislota;

CH<sub>3</sub>—(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>—COOH — moy kislota, n-butan kislota;

CH<sub>3</sub>—CH—COOH — izomoy kislota;

|

CH<sub>3</sub>

CH<sub>3</sub>—(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>—COOH — valerian kislota, pentan kislota;

CH<sub>3</sub>—(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>—COOH — palmitin kislota (geksadekan kislota);

CH<sub>3</sub>—(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>—COOH — stearin kislota (oktadekan kislota).

Bu qatorning ayrim vakillari o'simlik va hayvon yog'lari va moylar tarkibida uchragani uchun ularni "yog' qatori" kislotalari ham deyiladi.

### Nomenklaturasi va izomeriyasi

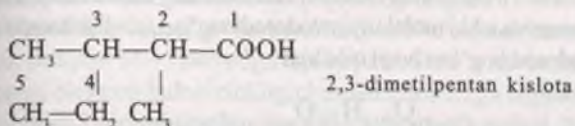
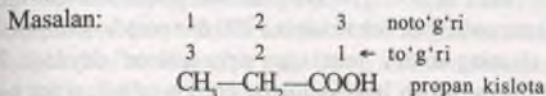
To'yingan bir asosli karbon kislotalarni nomlashda ko'pincha trivial nomenklaturadan foydalaniladi. Bu nomlashda kislota, dastlab qanday manba (xomashyo) tarkibida bo'lishi (yoki olinishi)ga asoslangan. Masalan: chumoli kislota — chumolidan, sirka kislota — uzum sirkasidan olingan.

Sistematik nomenklatura (IYUPAK) ga asosan nomlashda:

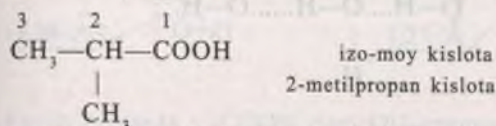
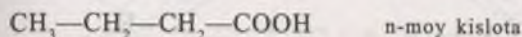
— kislotalarning karboksil gruppasidagi uglerod atomi birinchi deb olinib, keyin uzun zanjirning boshqa uglerod atomlari raqamlab chiqiladi;

— agar zanjir tarmoqlangan bo'lsa, avval tarmoqlangan uglerod atomi (lari) raqami, keyin yonaki zanjirdagi (eng kichik radikal nomidan

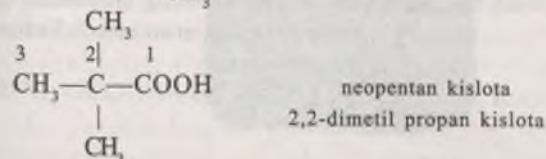
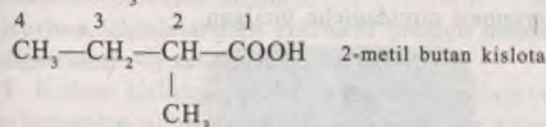
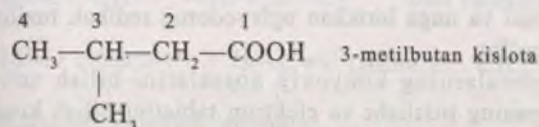
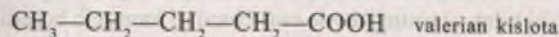
boshlab) radikal(lar) nomi, asosiy zanjirga to'g'ri keluvchi kislota nomi aytiladi.



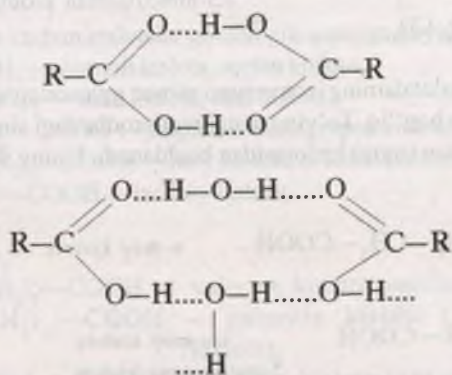
Karbon kislotalarning izomeriyasi asosan uglevodorod radikalining izomeriyasiga bog'liq. To'yingan uglevodorodlardagi singari ularning izomerlari butan (moy) kislotasidan boshlanadi. Uning ikkita izomeri bor:



Pentan (valerian) kislota izomerlari:



**Karbon kislotalarning fizik xossalari.** Alifatik karbon kislotalarning dastlabki 10 ta vakili ( $C_1—C_{10}$ ) suyuq, undan yuqorilari esa qattiq moddalardir. Konsentrlangan sirka kislota  $17^\circ C$  dan pastda qattiq modda holida bo'ladi, shuning uchun "muzlagan sirka kislota" deyiladi. Past molekulyar og'irlikka ega bo'lgan kislotalar nordon ta'mli, o'tkir hidli, bo'g'uvchi, zaharli moddalardir. Karbon kislotalarning molekulari kuchli molekulararo va ichki molekulyar vodorod bog'lari, suvli eritmada suv bilan ham vodorod bog'lari hosil qiladilar:

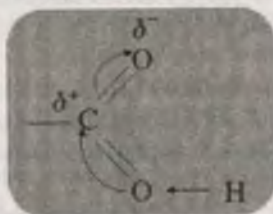


Shu sababli ular suyuq bo'lib, kichik molekulyar massaga ega bo'lgan kislotalar suvda yaxshi eriydi. Molekulasida uglerod atomlari soni ortib borishi bilan ularning suvda eruvchanligi kamayib boradi.

**Kimyoviy xossalari.** Karbon kislotalarning kimyoviy xossalari, karboksil gruppasi va unga birikkan uglevodorod radikali tuzilishi va tarkibiga bog'liq.

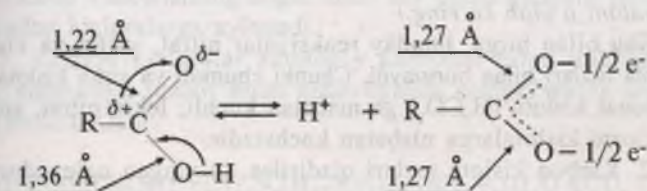
Karbon kislotalarning kimyoviy xossalarini bilish uchun karboksil gruppaning tuzilishi va elektron tabiatini bilish kerak.

Karboksil gruppasi quyidagicha tuzilgan:

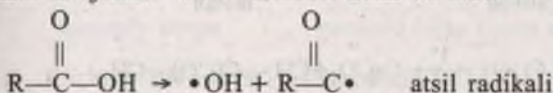


Unda uglerod atomining elektron orbitallari  $sp^2$ -gibridlangan bo'lib, uglerod atomi oksidlanish darajasi (+3). Faqat chumoli kislotada +2 dir. Uglerod atomi va ikkita kislorod atomi "uchburchak tekisligida" joylashgan. Karbonil gruppasi uglerod va kislorod atomlari o'zaro  $\sigma$ - va  $\pi$ -bog'lar (qo'shbog') orqali bog'langan. Gidroksil gruppasi uglerod bilan faqat  $\sigma$ — (birlamchi) bog' orqali bog'langan.

Karboksil gruppadagi "karbonil kislorodi" o'ziga elektron bulutlarini tortib, ortiqcha ( $\delta^-$ ) zaryadga ega bo'ladi. Bu o'z navbatida gidroksil gruppasi elektron buluti zichligini uglerod tomonga siljitadi. Vodород atomi bilan kislorodning bog'lanishi kuchsizlanib qoladi. Buning natijasida vodorod atomi oson ajraladi va karboksil gruppasi karboksilat gruppasiga aylanadi:



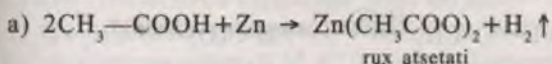
Ayrim hollarda  $-\text{COOH}$  dagi OH-gruppa butunlay chiqib ketishi natijasida "atsil" radikali hosil bo'ladi:



Misol sifatida  $\text{H}-\text{C}=\text{O}$  (formil);  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{O}$  (atsil) radikallarini keltirish mumkin.

**Karbon kislotalarning gidroksil gruppasi hisobiga namoyon qiladigan kimyoviy xususiyatlari:**

1. Karbon kislotalar metallar, metall oksidlari va karbonatlari bilan kislotalar, gidroksidlar singari reaksiyaga kirishadi. Tegishli karboksilat tuzlarini hosil qiladi:

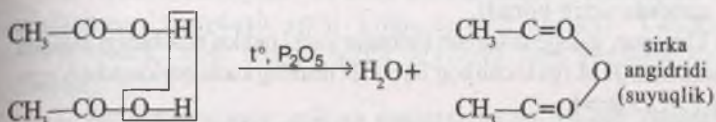






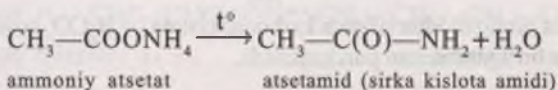
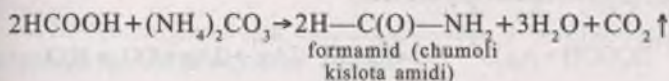
Bunda kislotadan OH-gruppasi, spirt dan H-atomi reaksiyaga kirishadi. Buni oxirgi reaksiyada  $\text{CH}_3\text{OH}$  tarkibiga kislorodning  $^{18}\text{O}$  izotopini kiritib,  $^{18}\text{O}$  ni hosil bo'lgan efir tarkibida saqlanib qolishi (*izotop almashinuv usuli*) bilan isbotlangan.

4. Agar karbon kislotalar kuchli suv tortib oluvchi ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) moddalar yoki tegishli katalizatorlar ishtirokida qizdirilsa, ular degidratlanib (suv chiqib ketib), kislotalarning *angidridlari* hosil bo'ladi:

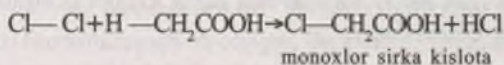


Karbon kislotalarning angidridlari suv bilan shiddatli birikib, qaytadan kislotalarga aylanadi.

5. Karbon kislotalar ammoniy karbonat bilan yoki ularning ammoniyli tuzlari bilan qizdirilganda *kislotalarning amidlari* hosil bo'ladi:



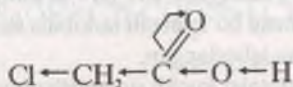
II. Karbon kislotalar galogenlar bilan ta'sirlashganda radikalidagi vodorod atomi galogenlarga almashinadi. Bunda —COOH gruppasiga nisbatan eng yaqin (a-holatda) joylashgan vodorod atomlarining ancha harakatchanligi tufayli shu H atomlari galogen bilan oson almashinib, *galogen-karbon kislotalar* hosil bo'ladi:



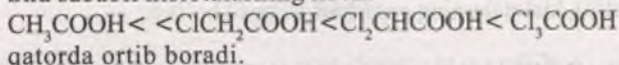
Shu tartibda  $\text{Cl}_2\text{CH—COOH}$  (dixlor sirka kislotasi) va  $\text{Cl}_3\text{C—COOH}$  (trixlor sirka kislotasi)lar hosil bo'ladi.

Bu kislotalarda galogen (Cl) atomi o'ziga Cl-C bog'ining elektron bulutini tortgani uchun (E.M. = 3,0) karboksil gruppadagi O—H bog'i yanada kuchsizlanib, H atomi "protonlashib", uning "harakatchanligi"

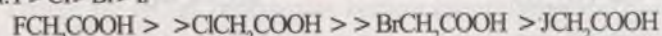
ortadi va sirka kislotaga nisbatan galogenli hosilalarining kuchi keskin ortadi:



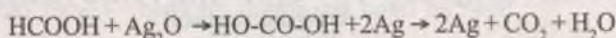
Shu sababli kislotalarning kuchi



Umuman, galogenli karbon kislotalar kuchi radikal tarkibidagi galogen atomi tabiati (E.M.) ga kuchli bog'liq bo'lib, ularning kuchi quyidagicha o'zgaradi:  $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$ .



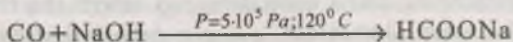
III. Karbon kislotalar spirtlar va aldegidlarga qaraganda oksidlovchi va qaytaruvchilar ta'siriga ancha "chidamli" moddalar. Faqat chumoli kislotasi (boshqa barcha karbon kislotalardan farqli holda) tarkibida ham aldegid, ham kislotadagidek gruppasi bo'lgani uchun *aldegid-kislota* xossalarini namoyon qiladi. Shu sababli chumoli kislota "kumush ko'zgu" reaksiyasiga kirishadi (qaytaruvchi):



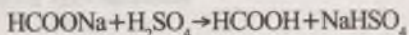
Bunda oraliq modda sifatida karbonat kislota —  $\text{H}_2\text{CO}_3$  hosil bo'lib, u beqaror bo'lgani uchun parchalanadi.

### Karbon kislotalarning olinishi

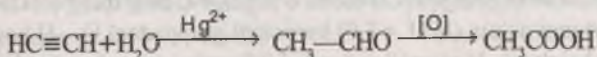
1. Chumoli kislota, dastlab chumolidan ajratib olingan. Lekin hozirgi vaqtda u quyidagicha sintez qilinadi:



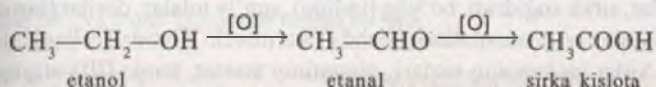
Hosil bo'lgan natriy formiat tuzi sulfat kislota ta'sirida chumoli kislota siqib chiqariladi:



2. Sirka kislota asosan Kucherov reaksiyasi bo'yicha olinadi:

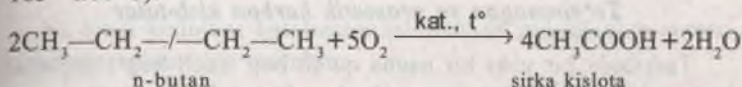


Ayrim hollarda sirka kislota uzum va mevalarni bijg'ishi jarayonida hosil bo'ladigan spirtning oksidlanish mahsuloti (sirka essensiyasi) dan olinadi:

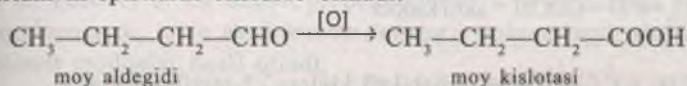


Bu "sirka essensiyasi" da sirka kislota miqdori kamroq bo'lib, aralashmani haydash yo'li bilan ajratib olinadi. Yuqorida aytilganidek, buni sirka kislota deyilishi ham shundan kelib chiqqan.

3. Keyingi yillarda neft va gazlarni qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan butanni katalitik oksidlash (iqtisodiy jihatdan qulay) usuli bilan ishlab chiqariladi ( $\text{Kat} = \text{Mn}^{+2}, \text{Co}^{+2}$ ; 6—8 MPa, 165—200°C):



4. Kislotalar gomologik qatorining boshqa a'zolari aldegid va birlamchi spirtlarni oksidlab olinadi:



5. Ayrim yuqori karbon kislotalar yog'larni gidrolizlab olinadi (XXXI.9 ga qarang).

#### TO'YINGAN KARBON KISLOTALARNING AYRIM VAKILLARI VA ULARNING ISHLATILISHI

**Chumoli kislota** — rangsiz, o'tkir hidli suyuqlik, 100,5°C da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi. Terini kuydiradi. Bu kislota, dastlab qizil chumolidan ajratib olingan. Bu kislota, o'simliklar (qichitqi o't, archa) qisman asal tarkibida uchraydi. Teri va kimyo sanoatida kislota va qaytaruvchi modda sifatida ishlatiladi.

**Sirka kislota** — o'tkir hidli, rangsiz, 118,5°C da qaynaydigan, 17°C dan pastda qattiq holda bo'ladigan zaharli modda. Qadimda bu modda uzum sharbatini "bijg'itish" usuli bilan olingan. Uning 70—80% li eritmasi sirka sharbati (sirka essensiyasi) deb ishlatilgan. Lekin odatda

uning 3—5% li (suyultirilgan) eritmasi uy-ro'zg'orda, poliz, go'sht, baliq mahsulotlarini konservalash va tayyorlashda ishlatiladi.

Sirka kislota kimyo sanoati uchun juda zarur modda bo'lib, murakkab efirlar, sirka anhidridi, bo'yoq (indigo), sun'iy tolalar, dorilar (aspirin), parfyumeriya mahsulotlari, olishda va erituvchi sifatida qo'llaniladi.

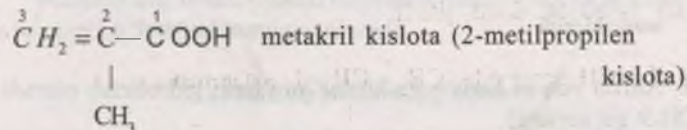
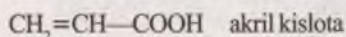
Sirka kislolaning tuzlari: alyuminiy atsetat, temir (III)-atsetat — gazlamalarni bo'yashda,  $Pb(OOCCH_3)_2$  oq rangli bo'yoqlar olishda, K, Na, Cu, Zn, Mn, Co li tuzlari kimyoviy reaktiv va ayrim tibbiy preparatlar sintezida; Cu-atsetati qishloq xo'jaligi ekinlari zararkunandalariga qarshi kurashda keng qo'llaniladi.

Sirka kislolaning 2,4-dixlorfenoksi hosilasining Na li tuzi  $Cl_2C_6H_3-O-CH_2-COONa$  gerbitsid (begona o'tlarga qarshi kurash vositasi) sifatida ishlatiladi.

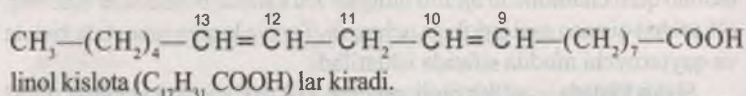
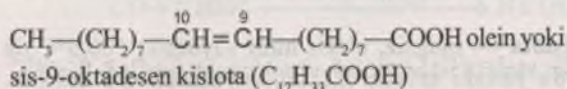
### *To'yinmagan va aromatik karbon kislotalar*

Tarkibida bir yoki bir necha qo'sh bog' (uch bog') saqlagan karbon kislotalar *to'yinmagan karbon kislotalar* deyiladi.

Ularning dastlabki vakillari:



Yuqori to'yinmagan karbon kislotalar ham mavjud bo'lib, ular qatoriga:

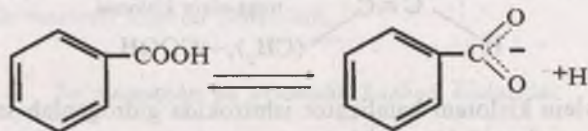


Bu kislotalardan oxirgi ikkitasi tabiatda keng tarqalgan bo'lib, o'simlik (paxta, zig'ir, kunjut, zaytun) moylari glitserin bilan murakkab efirlari tarkibida uchraydi. Shu efirlarni gidrolizlab olinadi. Ular tarkibida

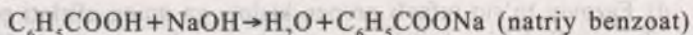


To'yinmagan karbon kislotalar yog'ochni qayta ishlash (piroliz) natijasida suyuq aralashma holida (olifa) ajratib olinadi. Bu aralashma turli bo'yoqlar olishda va yog'ochga qayta ishlov berishda ishlatiladi. "Olif" tarkibida to'yinmagan karbon kislota miqdori qancha ko'p bo'lsa, u shuncha tez quriydi. Qurish jarayonida bu kislotalar oksidlanadilar. Bu jarayon Mn, Pb va, ayniqsa, Co tuzlari qo'shilganda ancha tezlashadi.

*Aromatik karbon kislotalar* deb, tarkibida benzol halqasi saqlagan karbon kislotalarga aytiladi. Ularning ichida keng tarqalgani *benzoy kislota*  $C_6H_5-COOH$  dir. Benzoy kislota suvda eriydigan, oq rangli, hidsiz kristall modda. Boshqa kislotalar qatori suvli eritmada ionlanadi:



Ishqorlar ta'sirida tegishli metallarning benzoat tuzlarini hosil qiladi:



Benzoy kislota antiseptik xossaga ega, uning Na li tuzi tibbiyotda ishlatiladi. Bu kislota ko'pchilik aromatik efirlar, bo'yoqlar, organik moddalar sintezida keng qo'llaniladi.

**Turli karbon kislotalar va ularning  
hosilalari dissotsilanish doimiylari**

Kislota	$K_{dis}$	$pK = -\lg K_{dis}$
H—COOH	$1,80 \cdot 10^{-4}$	3,75
CH <sub>3</sub> —COOH	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,76
CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —COOH	$1,34 \cdot 10^{-5}$	4,30
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> C—COOH	$1,00 \cdot 10^{-5}$	5,00
F—CH <sub>2</sub> —COOH	$2,00 \cdot 10^{-3}$	2,70
F <sub>3</sub> C—COOH	$5,00 \cdot 10^{-1}$	0,55
Cl—CH <sub>2</sub> —COOH	$1,50 \cdot 10^{-3}$	2,86
Cl <sub>3</sub> C—COOH	$2,00 \cdot 10^{-1}$	0,65
I—CH <sub>2</sub> —COOH	$7,50 \cdot 10^{-4}$	3,13
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —COOH	$1,40 \cdot 10^{-5}$	4,20
4—O <sub>2</sub> N—C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> —COOH	$4,63 \cdot 10^{-4}$	3,43
4—CH <sub>3</sub> —C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> —COOH	$1,30 \cdot 10^{-5}$	4,34

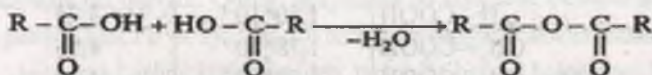
Agar jadvalga e'tibor berilsa:

- alifatik kislotalar aromatik kislotalarga nisbatan kuchliroq kislotalardir;
- alifatik kislotalar tarkibidagi uglevodorod radikalidagi C — atomlarining soni ortishi bilan kislota kuchi kamayadi;
- alifatik kislota tarkibidagi uglevodorod radikalining tarmoqlanish darajasi ortishi bilan kislota kuchi kamayadi;
- alifatik kislota tarkibiga elektromanfiyligi yuqori element atomlari kiritilsa va ularning soni ortib borsa, kislota kuchi ham ortib boradi;
- aromatik kislota tarkibiga OH<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> — kabi elektronakseptor o'rinbosarlar kiritilsa kislota kuchi ortadi;
- aromatik kislota tarkibiga NH<sub>2</sub>—, CH<sub>3</sub>—, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>—, (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C— kabi elektrondonor o'rinbosarlar kiritilsa kislota kuchi kamayadi, degan xulosaga kelinadi.

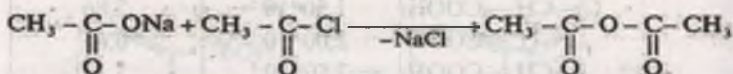


## Monokarbon kislotalarning anhidridlari va galogen anhidridlari

Kislota anhidridlari ikki molekula karbon kislotalarning dehidratlanishi va bir molekula suv ajralib chiqishi natijasida hosil bo'ladi

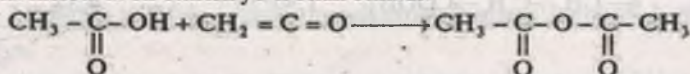


Bu reaksiya kislota bug'larini katalizatorlar ustidan o'tkazish yo'li bilan amalga oshiriladi. Laboratoriya sharoitida xlorangidridlarga kislotalarning natriyli tuzini ta'sir ettirib, kislota anhidridlari olinadi:

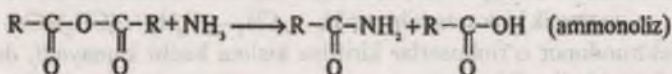
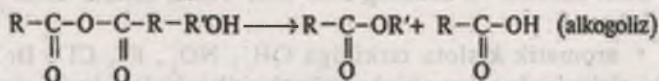
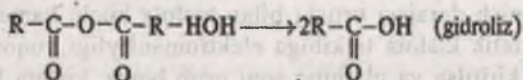


sirka kislota anhidridi

Hozirgi vaqtda sirka kislota anhidridi, asosan, ketenga suvsiz sirka kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:

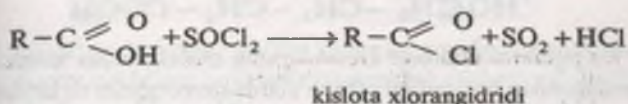
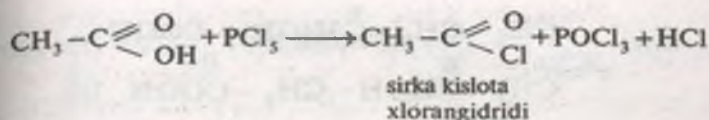


Kislota anhidridlarining quyi vakillari, masalan, sirka kislota anhidridi o'tkir hidli, suvdan og'ir suyuqlik. Kislota anhidridlari kimyoviy xossalriga ko'ra, xlorangidridlarga o'xshaydi, lekin anhidridlarni aniqlash reaksiyalari (gidroliz, alkogoliz va ammonoliz) xlorangidridlarga nisbatan sust boradi:



Sirka anhidrid texnikada sun'iy asetat tola olishda va boshqa maqsadjarda ko'p ishlatiladi.

**Kislota galogenanidridlari.** Karbon kislotalarning karboksil gruppasidagi gidroksil gruppani galogenga almashinuvidan hosil

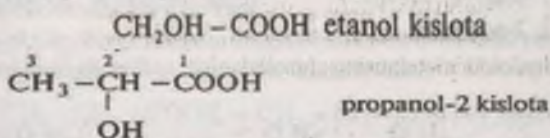


Xlorangidridlarning quyi vakillari uchuvchan suyuqlik, ularning bug'i o'tkir hidli bo'lgani uchun ko'zga va nafas yo'llariga ta'sir qiladi.

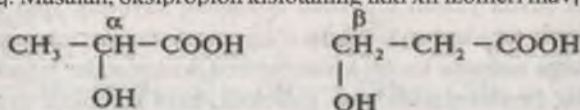
### Oksikarbon kislotalar

Molekulasida gidroksil (-OH) hamda karboksil (-COOH) gruppalar bo'lgan organik birikmalar oksikarbon kislotalar deb ataladi.

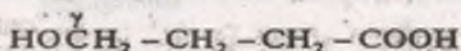
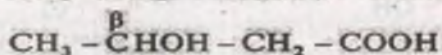
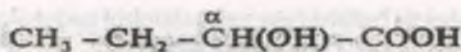
**Nomenklaturasi va izomeriyasi.** Oksikarbon kislotalarning ko'pchiligi, asosan, trivial nom bilan ataladi, ya'ni kislotaning nomi shu kislota birinchi marta qanday xomashyodan olinganligini (yoki qanday birikmalar tarkibida uchrashini) ko'rsatadi. Masalan, sut kislota  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$  birinchi marta sutdan, olma kislota  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$  olmagan olingan. Jeneva nomenklaturasiga ko'ra, oksikislotalarni nomlashda asosiy zanjirdagi uglerod atomlari sonini ifodalovchi uglevodorod nomiga oksigimppani ko'rsatuvchi «ol» qo'shimchasi qo'shilib, tegishli raqam bilan belgilanadi:



Oksikarbon kislotalarda izomeriya kislotalar molekulasining tarmoqlangan yoki tarmoqlanmaganligiga hamda gidroksil gruppaning karboksil gruppaga nisbatan qanday joylashganligiga (ya'ni  $\delta$ ,  $\nu$ ,  $\rho$ ) bog'liq. Masalan, oksipropion kislotaning ikki xil izomeri mavjud:



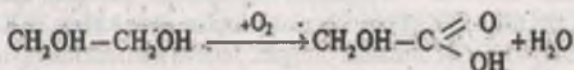
Oksimoy kislotaning uchta izomeriyasi mavjud ( $\delta$ ,  $\nu$  va  $\rho$  oksimoy kislotalar):



Ko'pgina oksikarbon kislotalarning molekulasida asimetrik uglerod atomlari bo'lganligi sababli ularda stereozomer turlaridan biri bo'lgan optik izomeriya ham mavjud. Bunday izomeriya haqida keyinroq batafsil to'xtalib o'tamiz.

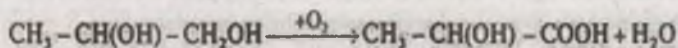
**Olinish usullari.** Oksikislotalar tabiatda ko'p tarqalgan bo'lib, (masalan, olma, limon kislotalar) ular, asosan, o'simliklar tarkibida uchraydi. Oksikarbon kislotalarning molekulasida ham gidroksil gruppasi ham karboksil gruppasi bo'lganligi uchun ular spirtlarga karboksil gruppasi yoki kislotalarga gidroksil gruppasi kiritish orqali sintez qilinadi.

1. Oksikarbon kislotalar, 1, 2-glikollar yoki ularning kamida bitta birlamchi spirt gruppasi ( $-\text{CH}_2\text{OH}$ ) bo'lgan hosilalarni oksidlash yo'li bilan hosil qilinadi:



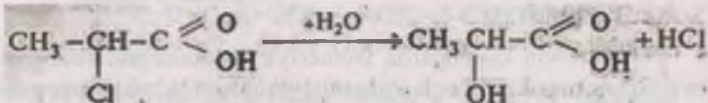
etilenglikol

glikol kislota



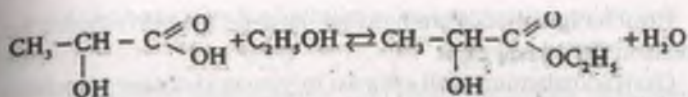
1, 2-propandiol

2. 6-galoid kislotalarning gidrolizlanishi natijasida oksikislotalarga aylanadi:



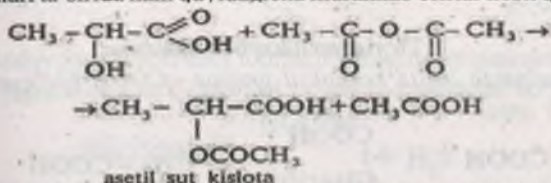
**Fizik va kimyoviy xossalari.** Oksikarbon kislotalarning dastlabki vakillari suvda yaxshi eruvchan qovushoq suyuqlik yoki kristall moddalardir. Oksikarbon kislotalar o'ziga mos keladigan to'yingan yog' kislotalarga nisbatan kuchli kislotalardir. Oksikislotalar bifunksional moddalar (molekulasida ham gidroksil, ham karboksil gruppasi) bo'lganligi sababli spirtlarga va kislotalarga xos barcha reaksiyalarga kirishadi.

Barcha oksikarbon kislotalar spirtlar bilan reaksiyaga kirishib murakkab efirlar hosil qiladi, masalan:



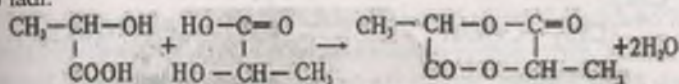
sut kislotaning  
etil efiri

Oksikarbon kislotalar spirtlar kabi xlor anhidridlar yoki kislotalar anhidridlari ta'sirida ham quyidagicha murakkab efirlar hosil qiladi:



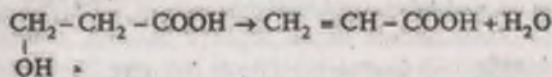
Oksikarbon kislotalarning o'ziga xos reaksiyalaridan (xususiylaridan) biri shuki, ular bir xil sharoitda qizdirilganda molekulasidan osonlik bilan bir molekula suv ajralib chiqib, har xil moddalar hosil bo'ladi.

1. 6-oksikislotalar qizdirilganda osonlik bilan ikki molekula kislotadan ikki molekula suv ajralib chiqib, siklik murakkab efir hosil bo'ladi:

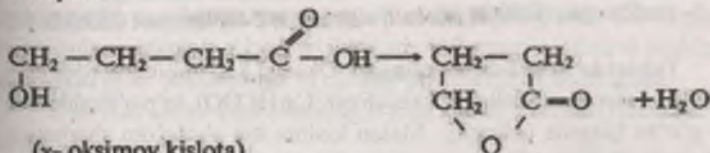


Siklik murakkab efirlar laktidlar deb ataladi. Ular gidrolizlanganda yana 6-oksikislotalar hosil bo'ladi.

2. 8-oksikarbon kislotalar qizdirilganda bir molekula suv ajralib chiqib to'yinmagan karbon kislotalar hosil bo'ladi:



3. 7 va 8-oksikarbon kislotalar erkin holda beqaror bo'lib, faqat tuz holdagina ma'lumdur. 7-oksikarbon kislotalar qizdirilmasa ham sekin-asta o'zidan suv ajratib besh yoki olti a'zoli siklik birikmalar — laktonlarni hosil qiladi:



(γ- oksimoy kislotasi)

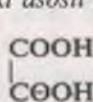
(γ- oksimoy kislotaning laktoni)

Hosil bo'lgan moddalarning xiliga qarab  $\beta$ -,  $\gamma$ - yoki  $\alpha$ - oksikarbon kislotalarni ajratish mumkin.

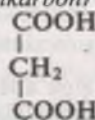
Oksikislotalarning suvli eritmasi to'yingan kislotalarga nisbatan kuchli kislota xususiyatiga ega. Chunki oksikislotalardagi gidroksil gruppalar karboksil gruppaning dissotsilanishini kuchaytiradi. Masalan, oksisirka kislotalarning dissotsilanish konstantasi ( $K=1,48 \cdot 10^{-4}$ ) sirka kislotalarning dissotsilanish konstantasi ( $K=1,76 \cdot 10^{-5}$ ) dan katta.

### To'yingan dikarbon kislotalar

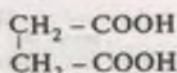
Molekulasida ikkita karboksil gruppalar  $-\text{COOH}$  bo'lgan birikmalar ikki asosli (yoki dikarbon) kislotalar deviladi:



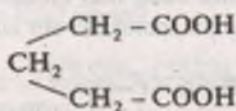
oksalat kislota



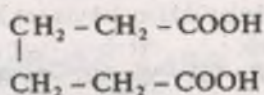
malon kislota



qahrabo kislota

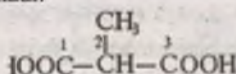


glutar kislota

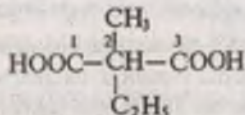


adipin kislota

**Nomenklaturasi.** Dikarbon kislotalarning dastlabki valallari tarixiy nomlar bilan ataladi. Ratsional nomenklaturaga ko'ra ikki asosli kislotalar ikkita karboksil gruppalar bilan birikkan uglevdorodlar hosilida deb qaraladi. Sistematik nomenklaturaga ko'ra dikarbon kislotalarning nomi tegishli uglevdorodlar nomiga dikislota so'zini qo'shish bilan hosil qilinadi:



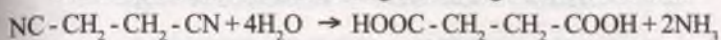
Metilmalon kislota (p)  
2- metilpropan dikislota (c)



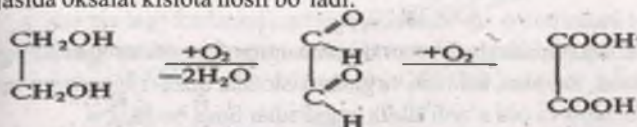
Metiletilmalon kislota (p)  
2- metil, 2- etilpropan dikislota (c)

**Tabiatta uchrashi va olinishi.** Oksalat kislotalarning nordon tuzi shovul va ravoch o'simligida, kalsiyli tuzi  $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$  to'p o'simliklarda va g'ozaga bargida uchraydi. Malon kislota esa sholg'om sharbatida uchraydi. Qahrabo kislota dastlab qahrabodan olinadi. U ko'mir va ko'p o'simliklar tarkibida uchraydi.

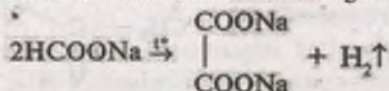
1. Dikarbon kislotalar dinitrillar gidrolizlanganda hosil bo'ladi:



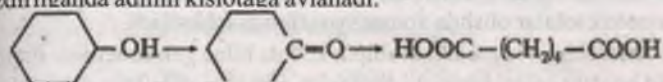
2. Birlamchi glikollarning yoki dialdegidlarning oksidlanishi natijasida oksalat kislota hosil bo'ladi:



3. Natriy formiat yoki kaliy formiat o'yuvchi natriy ishtirokida 400°C da qizdirilganda oksalat kislota tuzi va vodorod gazi hosil bo'ladi:

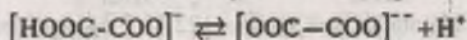


4. Siklogeksanol konsentrlangan nitrat kislota ishtirokida qizdirilganda adihin kislotaga avlanadi:



**Fizik xossalari.** Dikarbon kislotalar rangsiz kristall modda bo'lib, suvda yaxshi eriydi, organik erituvchilarda esa yomon eriydi. Jufit sonli uglerod atomiga ega bo'lgan ikki asosli kislotalar o'zining toq sonli uglerod atomiga ega bo'lgan qo'shni gomologidan yuqori temperaturada suyuqlanadi.

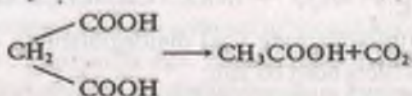
**Kimyoviy xossalari.** Ikki asosli karbon kislotalar bir asosli karbon kislotalarga xos barcha kimyoviy reaksiyalarga kirishadi. Ammo ularning kislota xossalari bir asosli kislotalarnikiga qaraganda kuchliroqdir. Oksalat kislota ionlarga, ayniqsa, kuchli dissotsilanadi. Molekular massasining ortishi bilan ikki asosli kislotalarning dissotsilanish darajasi kamayadi. U  $\text{HOOC}-\text{COOH} \rightleftharpoons [\text{HOOC}-\text{COO}]^- + \text{H}^+$



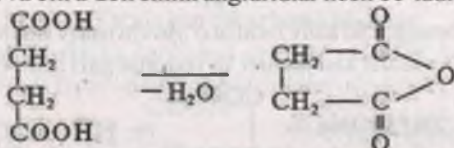
Ikki asosli karbon kislotalar bir asosli karbon kislotalar kabi tuzlar, amidlar, xlorangidridlar va murakkab efirlar hosil qiladi. Lekin ular reaksiyada molekuladagi bir yoki ikki karboksil gruppani ishtirok etishiga qarab ikki qator hosilalar, ya'ni nordon va o'rta tuzlar hosil qiladi.

Endi ikki asosli kislotalarning o'ziga xos ba'zi reaksiyalari bilan tanishib chiqamiz.

1. Oksalat va malon kislotalar qizdirilganda karbonat angidrid ajralib (dekarboksizlanish) chiqib, chumoli va sirka kislota hosil bo'ladi.



2. Molekulasida to'rtta va beshta uglerod atomi bo'lgan ikki asosli kislotalar, masalan, kahrabo va glutar kislotalar qizdirilganda suv ajralib chiqib, besh va olti a'zoli siklik anhidridlar hosil bo'ladi:

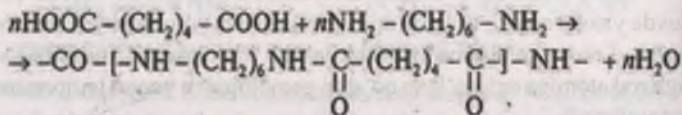


kahrabo kislota

kahrabo kislota anhidridi

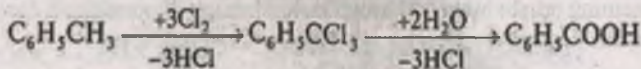
Ikki asosli karbon kislotalar sanoatda tibbiy preparatlar, polimerlar va sintetik tolalar olishda xomashyo sifatida ishlatiladi.

Masalan,  $n$  ta molekula adipin kislota bilan geksametilen-diamin amid bog'lar orqali birikishi natijasida makromolekulaga ega bo'lgan neylon hosil bo'ladi va tola olishda ishlatiladi:

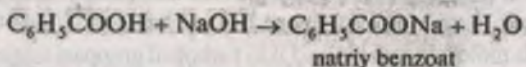


### Aromatik kislotalar

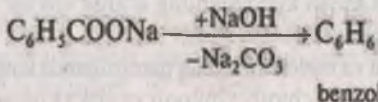
Aromatik kislotalarning eng oddiy vakili benzoy kislota  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ , u o'simliklar tarkibida efir holatida, ayrim smolalarda esa toza holatda uchraydi. Sanoatda toluoldan olinadi:



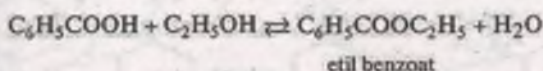
Benzoy kislota kristall modda  $122,4^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi, suvda yomon eriydi, kislota xususiyati yog' qatori kislotalaridan kuchliroqdir.



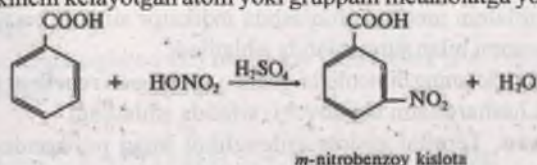
Hosil bo'lgan tuzni o'yuvchi natriy bilan qizdirilsa, benzol hosil bo'ladi:



Benzoy kislotaga spirtlar ta'sirida murakkab efillar hosil qiladi:

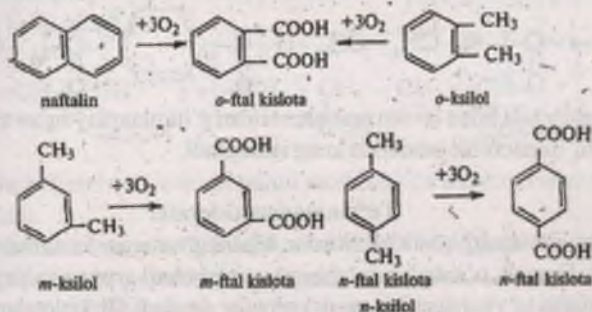


Molekuladagi karboksil gruppasi ikkinchi tur o'rinbosari bo'lgani uchun ikkinchi kelayotgan atom yoki gruppani metaholatga yo'naltiradi:

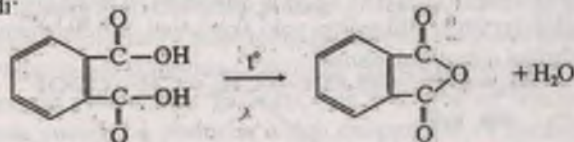


Benzoic acid is a good antiseptic and is used in medicine and agriculture for the production of food preservatives. It is used in the form of sodium benzoate salt.

**Phthalic acids** are aromatic dicarboxylic acids. They are obtained by oxidizing naphthalene and its isomers:

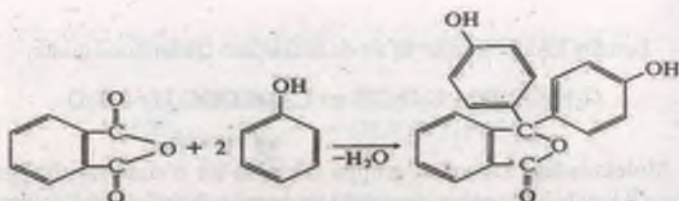


Phthalic acids are crystalline substances. If they are heated above their melting point, they lose water and form phthalic anhydride.



Phthalic anhydride is used in the production of phthalic resin, phenolphthalein, fluorescein, eosin and other substances. For example, phenolphthalein is obtained by the reaction of phenol with phthalic anhydride:

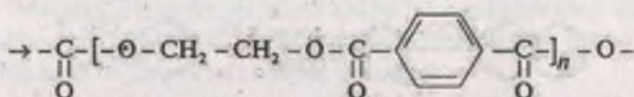
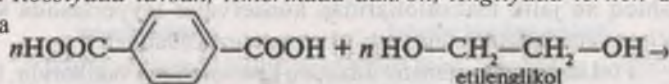




Fenoltalein muhitni ahiqlashda indikator sifatida va tibbiyotda «**purgen**» nomi bilan sursi sifatida ishlatiladi.

o-fal kislotaning dimetilefiri qishloq xo'jaligida **repellent** (chivinlar va boshqa hasharotlarni haydovchi) sifatida ishlatiladi.

**Lavsan.** Tereftal kislota etilenglikol bilan polikondensatlanib polietilentereftalat smola hosil bo'ladi. Smoladan tayyorlangan poliefir tola *Rossiyada lavsan, Amerikada dakron, Angliyada terilen* deb atala

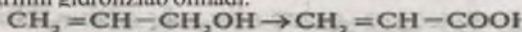


Tabiiy tola bilan lavsan aralashmasidan g'ijimlanmaydigan material olinib, to'qimachilik sanoatida keng ishlatiladi.

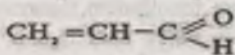
### To'yinmagan kislotalar

To'yinmagan bir asosli kislotalar. Ularning umumiy formulasi  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ . Demak, o'zida bir qo'shbog' va karboksil grupp saqlaydigan birikmalarga to'yinmagan bir asosli kislotalar deyiladi. Bu kislotalar o'zida ham etilen uglevodorodlarni, ham kislota xususiyatlarini aks ettiradi, shu bilan birga karboksil gruppaga qo'shbog'ning ta'siri natijasida molekulaning kislota xususiyati kuchayadi.

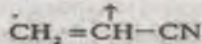
Akril kislota  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$  to'yinmagan bir asosli kislotalarning oddiy vakili bo'lib, u allil spirtni yoki akroleinni oksidlab hamda akril kislota nitrilini gidrolizlab olinadi.



allil spirt



akrolein

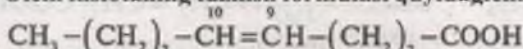


akril kislota nitrili



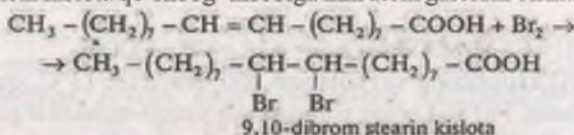
**Olein kislota.** Olein kislota yuqori molekulaga ega bo'lgan to'yinmagan bir asosli karbon kislota. U o'simlik urug'larida uchraydigan moylar tarkibida keng tarqalgan. Olein bilan birga linol va linolen kislotalar ham uchraydi.

**Olein kislotaning tuzilish formulasi quyidagicha:**

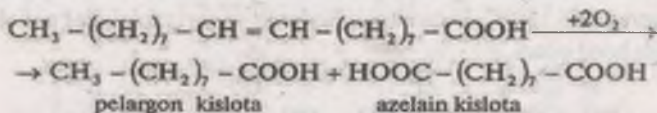


U rangsiz, yog'simon suyuqlik, suvdan yengil, havoda oksidlanib sarg'ayadi.

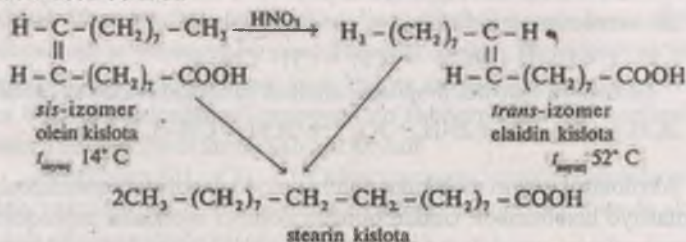
Olein kislota qo'shbo'g' hisobiga ikki atom galoidni biriktiradi:



**Olein kislota kuchli oksidlovchi ta'sirida parchalanadi.**



Bu kislotalarning hosil bo'lishi, olein kislota qo'shbo'g' C<sub>9</sub> bilan C<sub>10</sub> o'rtasida joylashganligini isbotlaydi. Olein kislota nitrat kislota ta'sirida ikkinchi izomer — elaidin kislota o'tadi. B izomer Ni, Pt katalizatori ishtirokida vodorod atomlari bilan qaytarilsa, faqat stearin kislota hosil bo'ladi:



Olein kislota sovun, plastirlar tayyorlashda va junni yigirishdan oldin yog'lash uchun ishlatiladi. Lenol kislota molekulasida ikkita qo'shbo'g', linolenda esa uchta qo'shbo'g' bor. Ular ham vodorod atomlarini biriktirib stearin kislota aylanadi.

bo'ladi. Bulardan xlorangidridlar katta ahamiyatga ega. Kislota xlorangidridlari kislotalarga fosfor (V) xlorid yoki tionil xlorid ta'sir ettirib olinadi:

### XXXI.8. Murakkab efirlar

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** murakkab efirlar, lavsan, murakkab efirlar gidrolizi.

Tarkibida murakkab efir gruppasi  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} - \text{O} - \text{R}^1 \end{array}$  saqlagan organik moddalar *murakkab efirlar* deyiladi. Murakkab efir karbon kislotalar bilan spirtlarning o'zaro ta'siri — eterifikatsiya reaksiyasi mahsulotidir:  $\text{R-CO-OR}^1$

**Nomenklaturasi.** Murakkab efirlarni nomlashda ratsional nomenklaturadan foydalaniladi.

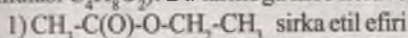
— avval kislota qoldig'i nomi aytilib, keyin tegishli spirt tarkibidagi radikal nomi oxirida "efiri" so'zi qo'shib aytiladi;

— avval spirt tarkibidagi radikal nomi, keyin tegishli kislota anionining nomi aytiladi:

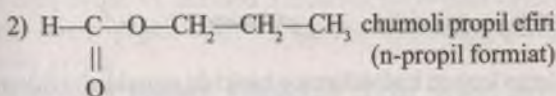
$\text{HC(O)OCH}_3$  — chumoli kislotaaning metil efiri, metil formiat,  $\text{CH}_3\text{C(O)OCH}_2\text{CH}_3$  — sirka kislotaaning etil efiri, etilatsetat.

Murakkab efirlarning **izomeriyasi** ularning tarkibiga kirgan radikalni (R va R') izomeriyasidan iborat.

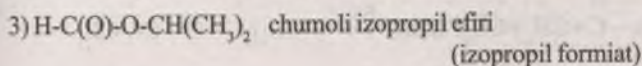
Sirka etil (etilatsetat) efirining izomerlarini ko'rib chiqaylik (empirik formulasi  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ). Bu tarkibga mos keluvchi birinchi modda:



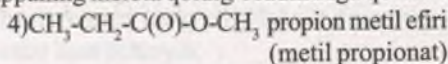
keyingi izomeri — sirka kislota qoldig'idagi  $\text{CH}_2$  guruhi spirt qoldig'iga qo'shilishidan hosil bo'ladi.



Bu tarkibga to'g'ri keladigan keyingi izomer modda:



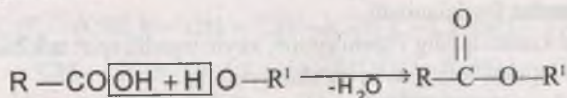
Keyingi 4-izomer birinchi formuladagi spirt radikalidan bitta  $\text{CH}_2$  gruppaning kislota qoldig'i radikaliga qo'shilishidan hosil bo'ladi:



*Murakkab efirlar tarkibiga ko'ra to'yingan bir asosli karbon kislotalar bilan izomer moddalardir.*

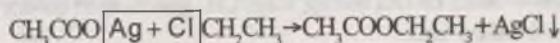
Ko'rib chiqilgan efirlarning izomeri  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  moy kislotasidir. Agar moy kislota izo-moy kislotadek izomerga egaligini e'tiborga olsak, murakkab efirlarning izomerlari ular tarkibiga kirgan kislota va spirtning izomerlaridan ko'pligi bilan keskin ajralib turadi.

**Olinishi 1.** Murakkab efirlar asosan eterifikatsiya reaksiyasi natijasida olinadi:



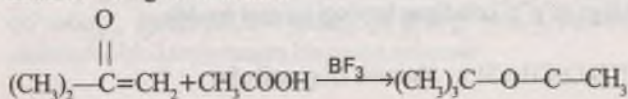
Hosil bo'layotgan efir unumini oshirish uchun dastlabki spirt va kislotani mo'l miqdorda olish va reaksiya natijasida ajralib chiquvchi suvni yutib oladigan modda, masalan, konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ishlatish kerak.

2. Karbon kislota tuzlari bilan uglevodorodlarning galogenli hosilalari o'zaro ta'sirlashishi natijasida ham murakkab efirlar hosil bo'ladi:



kumush atsetat      etil xlorid      etilatsetat

3. Alkenlarga karbon kislotalarning birikishi murakkab efirlarning hosil bo'lishiga olib keladi.



1,1-dimetil  
etilen

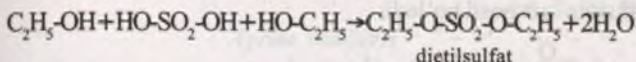
sirka  
kislota

uchlamchi butil  
atsetat

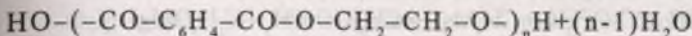
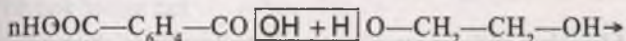
Murakkab efirlar faqat karbon kislotalar bilan spirtlarning o'zaro ta'siri mahsuloti bo'lmasdan, mineral kislotalar ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ) ning spirtlar bilan ta'siri mahsuloti hamdir.

Buning isboti sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

a) etil spirti sulfat kislotasi bilan ta'sirlashib dietil sulfoefir hosil qiladi:



b) glitserin va etilenglikolning mono-, di- va trinitroefirlari ham murakkab efirlar qatoriga kiradi. Murakkab efirlar ko'p asosli kislotasi bilan ko'p atomli spirtlar o'rtasida ham hosil bo'ladi. Bunday efirlar qatoriga etilenglikol bilan 1,4 — benzo-dikarbon (tereftal) kislotasining o'zaro ta'siri mahsuloti kiradi:



Polietilentereftalat — lavsan poliefir tolasi.

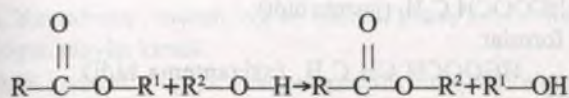
Lavsan sintezida ishlatiladigan toza tereftal kislotasini olish qiyin bo'lgani uchun uning o'rniga dimetiltereftalat ishlatilib, bir murakkab efir boshqasiga aylantiriladi. Bunday efirlar *poliefirlar* deyiladi. Poliefirlar monoefirlardan kimyoviy nafaolligi va muhim fizikaviy xossalari bilan keskin farq qiladi.

**Fizik xossasi.** Murakkab efirlar molekulyar massasiga qarab qattiq yoki suyuq moddalardir. Past va o'rta molekulyar massali kislotasi yoki spirtlar gomologlarining efirlari xushbo'y, gul yoki meva hidini eslatuvchi uchuvchan suyuqliklardir, shu sababli ular oziq-ovqat va atir-upa sanoatida ishlatiladi. Murakkab efirlar ularni hosil qilgan spirt va karbon kislotalarga qaraganda suvda yomon eriydi.

**Kimyoviy xossasi.** Murakkab efirlar uchun quyidagi kimyoviy reaksiyalar xosdir.

1. a) *Gidrolizlanish kislotali muhitda suv ta'sirida gidrolizlanish:*



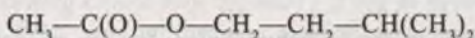


yangi efir va yangi spirt hosil bo'ladi.

### *Ayrim vakillari*

Sirka kislotaning etil efiri (etilatsetat)  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  — rangsiz tiniq suyuqlik. Organik erituvchilar bilan yaxshi aralashadi. Etilatsetat sellyuloza efirlarini, xlorli kauchukni, yog', moy, mumlarni eritish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, etilatsetat atsetosirka efirini hamda oziq-ovqat essensiyalarini olishda ishlatiladi.

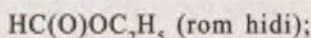
Sirka kislotaning izoamil efiri (izoamilatsetat) rangsiz tiniq suyuqlik bo'lib nok hidiga ega:



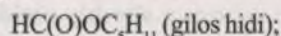
Oziq-ovqat va atir-upa sanoatida xushbo'y hidli modda sifatida ishlatiladi.

Xushbo'y hidli organik moddalarga quyidagi murakkab efirlar

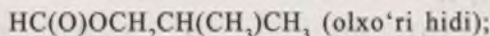
kiradi: chumoli kislotaning etil efiri (etil formiat)



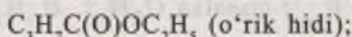
chumoli kislotaning amil efiri, amil formiat



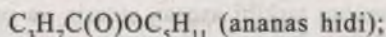
chumoli kislotaning izoamil efiri, izoamilformiat



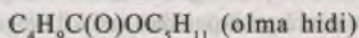
moy kislotaning etil efiri, etilbutirat



moy kislotaning izoamil efiri, izoamilbutirat



izovalerian kislotaning izoamil efiri, izoamilizovalerat



benzil formiat



HCOOCH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (jasmin hidi)  
fenil etil formiat

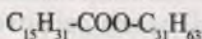
HCOOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (xrizantema hidi)  
pentilasetat

CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub> (banan hidi)  
izopentilasetat

CH<sub>3</sub>COOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>3</sub> (nok hidi)

Bu efirlarning ba'zilar konditer va atir-upa sanoatida ishlatiladigan sun'iy meva essensiyalari sifatida qo'llaniladi.

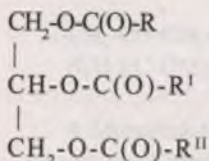
Asalari mumi - palmitin kislotaning miritsil efiri bilib, tuzilishi



### XXXI. 9. Yog'lar va moylar

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar.** *Yog'lar, moylar, yod soni, yog'ning kislota soni, yog'larning gidrolizi, sovunlanish, sovunlar, sintetik yuvish vositalari.*

Glitserin va yuqori yog' kislotalardan hosil bo'lgan murakkab efirlar — triglitseridlar *yog'lar* deyiladi. Ularning umumiy formulasi quyidagicha:



Yog'lar:  $R=C_nH_{2n+1}$ , masalan  $C_{17}H_{35}$ ,  $C_{15}H_{31}$

Moylar:  $R=C_nH_{2n-1}$ , masalan  $C_{17}H_{33}$ ,  $C_{15}H_{29}$

Hayvon yog'lari to'yingan yog'lar bo'lib, oddiy sharoitda qattiq moddalardir. Ularning tarkibi asosan stearin va palmitin kislota qoldig'idan iborat. O'simliklardan olinadigan yog'lar suyuq bo'lib, ular *moylar* deyiladi va to'yinmagan radikallar saqlaydi. Ular olein, linol va linolen kislotalari qoldiqlaridan tashkil topgan. Bular qatoriga

paxta, kungaboqar, zaytun, zig'ir, bodom, kokos kabi o'simliklardan olinadigan moylar kiradi.

**Fizik xossasi.** Yog'lar suvda erimaydi, biroq ular emulsiya hosil qilishi mumkin. Ularning oqshil moddalar bilan birgalikdagi tabiiy emulsiyasi — sut bo'ladi. Yog'lar efilarda, benzinda, toluol, benzol va uglerod sulfida eriydi. Yog'larning suyuqlanish temperaturasi va tashqi ko'rinishi ularning tarkibiga kirgan kislotalar tarkibi va tuzilishiga bog'liq.

Tabiiy yog'lar turli triglitseridlarning aralashmasidan iborat bo'lgani uchun ma'lum temperatura oralig'i (interval)da suyuqlanadi. Yog'larning asosiy tavsifi sifatida ularning qotish temperaturasi ishlatiladi. Yog'larning asosiy fizik-kimyoviy tavsifnomalari qatoriga suyuqlanish, qotish temperaturalari, kislota, sovunlanish (gidrolizlanish) va yod soni kiradi.

Tabiiy yog'lar odatda neytral moddalar bo'lib, ular qayta ishlash va uzoq muddat saqlanishi natijasida gidrolizlanadi yoki oksidlanib, ulardan erkin kislotalar hosil bo'ladi.

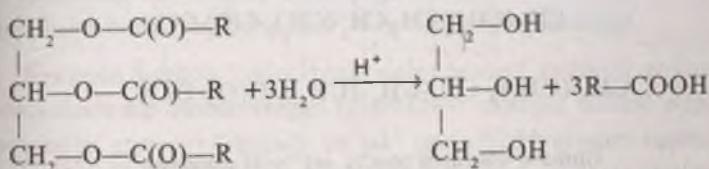
- *Yog'larning kislota soni deganda 1 g yog'ni neytrallash uchun sarflangan KOH ning milligramm miqdori tushuniladi.*

- *Yog'ning gidroliz soni deb, 1 g yog'ning gidrolizlanishidan hosil bo'lgan yog' kislotalarini neytrallash uchun sarf bo'lgan KOH ning milligramm miqdoriga aytiladi. Masalan: faqat glitserin trioleatidan tashkil topgan yog'ning gidroliz soni 192 ga teng.*

- *Yod soni deb, 100 g yog'dagi qo'sh bog'larga birika oladigan yodning gramm hisobidagi miqdoriga aytiladi.*

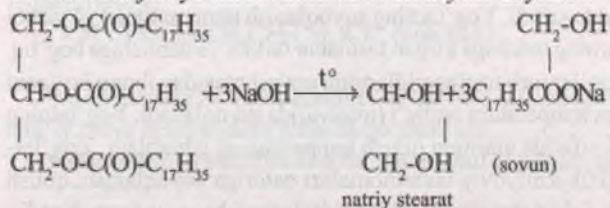
**Kimyoviy xossasi.** i. Yog'lar va moylarning eng asosiy xususiyati kislotali va ishqoriy muhitda gidrolizlanishidir.

a) **kislotali muhitda gidroliz** mahsuloti sifatida tegishli karbon kislota va uch atomli spirt — glitserin hosil bo'ladi:

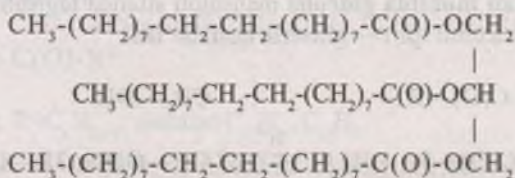
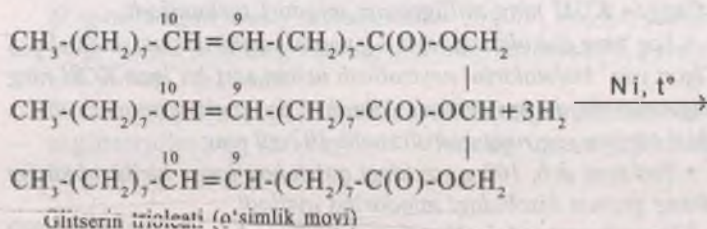


Yog'lar juda sekin va bosqichli gidrolizlanadi. Masalan, tristearin asosidagi yog' gidrolizlanganda avval bitta, keyin ikkita va oxirida uchinchi stearin kislota qoldig'i chiqib ketadi.

b) aksariyat hollarda gidroliz jarayoni 100—120°C va **ishqoriy** muhitda (NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) olib boriladi. Bu gidroliz qaytmas gidroliz bo'lib, reaksiya mahsuloti sifatida yog' tarkibiga kirgan yuqori karbon kislotaning Na li yoki K li tuzi va glitserin hosil bo'ladi. Bu jarayonni *sovunlanish reaksiyasi* deyiladi:



Yog'lardan farqli ravishda moylar tarkibida bir yoki undan ortiq qo'sh bog'lar bo'lganligi sababli ular yuqori bosim, katalizator (Ni) va temperatura ta'sirida **vodorodni biriktirib olish xususiyatiga ega. Bu jarayon moylarning gidrogenlanishi deyiladi:**



Glitserin tristearati (sun'iy yog' yoki margarin)

Moylarni gidrogenlash sanoatda katta ahamiyatga ega bo'lib, yildan-yilga oshib borayotgan yog'ga bo'lgan ehtiyojni qondirishning muhim echimidan biridir. **Gidrogenlangan moylar asosida olingan mahsulotlar "margarin", "salolin", "salomas" nomlari bilan ataladi.** Ular fizik-kimyoviy xossalari bilan tabiiy yog'larga o'xshaydi. Chunki ularni olishda (masa-

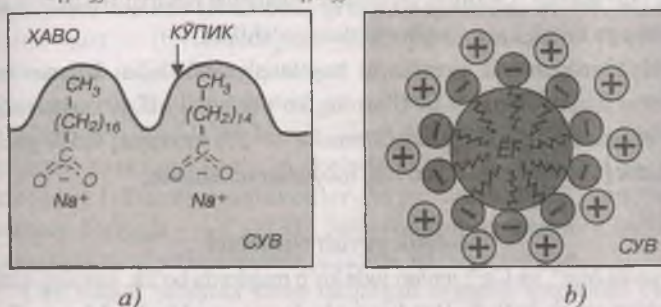
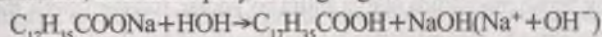
lan, margarinni) qo'shimcha mahsulotlar: sut, tuxum sarig'i, vitaminlar va boshqa organizm uchun zarur bo'lgan ozuqa moddalar qo'shiladi. Shu sababli margarin to'yimliliği, xushbo'yligi, oson hazm bo'lishi, organizm uchun foydaliligi bilan **tabiiy sariyog'**ga yaqin turadi.

### XXXI.10. Sovunlar

Og'ir molekulyar massali yog' kislotalarining ishqoriy metallar ( $\text{Na}^+$  va  $\text{K}^+$ ) ionlari bilan hosil qilgan tuzlari *sovunlar* deyiladi.

Yog' kislotalarining natriyli tuzi — *qattiq sovun*, kaliyli tuzi — *suyuq sovun* deb aytiladi. Oddiy sovun, asosan palmitin, olein, stearin kislotalarining natriyli tuzlari aralashmasidir.

Sanoatda sovun olishda xomashyo sifatida hayvon yog'lari, paxta, kokos moyi, gidrogenlangan yog'lar ishlatiladi. Sovunlar suvli eritmada gidrolizlanadi, eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi:



a) sovunning suv sathida hosil qilgan ko'pik qatlami, b) sovun zarrachalari bilan "yog' zarrachasi" ning hosil qilgan mitsellasi.

Sovunda karbon kislotaning uglevodorod radikali sovun molekulasining qutblanmagan (gidrofob)\* qismini tashkil etsa, karboksilat gruppasi "zaryadli bo'lak" (gidrofil)\*\* qismini tashkil etadi. Sovun suvda erishi natijasida suvning sirt tarangligini kamaytirib, yuvish xususiyatlarini kuchaytiradi.

Keyingi yillarda iqtisodiy jihatdan qulay bo'lgan usullar bilan sovun ishlab chiqarilayapti.

Bunda yog'larni yuqori bosimda suv ta'sirida gidrolizlab hosil bo'lgan yuqori karbon kislotani soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ta'sirida sovunga aylantiriladi. Agregat holatiga ko'ra qattiq, suyuq, quyuvq hamda kukunsimon sovunlar bo'ladi. Ishlatilish maqsadiga ko'ra: xo'jalik sovunlari (kir sovun) va atir sovun bo'ladi.

**Kir sovun.** Tarkibi 60—70%  $\text{C}_{16}$  — va undan ortiq uglerod atomlarini tutgan yog' kislotalarining tuzlari bo'lib, qattiq va kukunsimon holatda ishlab chiqariladi. Unga qo'shimchalar sifatida turli moddalar qo'shib yuvish xususiyatlari oshiriladi.

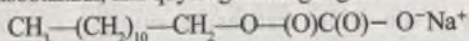
**Atir sovun.** Tarkibida 74—80%  $\text{C}_{10}$ — $\text{C}_{14}$  ta uglerod atomlari saqlagan yog' kislotalarining tuzlari bo'lib, qattiq va suyuq holda turli rang va xushbo'y hidli holatda ishlab chiqariladi. Ular sovuq va issiq suvda yaxshi ko'piradi, ularga qo'shimcha kokos moyi va quyi molekulyar sun'iy yog' kislotalari ham qo'shiladi.

Rang berish maqsadida ularga anilin bo'yoqlar, rodamin qizili, metanil sarig'i qo'shiladi. Dezinfeksiyalovchi xususiyat hosil qilish uchun atir sovunlarga timol, krezol va bor kislotaga qo'shiladi.

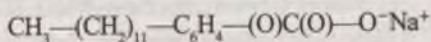
Suyultirilgan atir sovunlarni bug'latish usuli bilan *kukunsimon* sovunlar ishlab chiqariladi. Ularning ko'pik hosil qilish xususiyatini oshirish maqsadida ularga qo'shimcha — 5% kraxmal, 0,5% gacha aromatik (xushbo'y) hid beruvchi moddalar qo'shiladi.

### Sintetik yuvish vositalari

Suvda  $\text{Mg}^{2+}$  va  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari juda ko'p miqdorda bo'lib, suvning qattiq bo'lishiga sabab bo'ladi. Bunday suvlarda sovun ishlatilsa Mg- va Ca - stearat (palmitat) tuzlari hosil bo'lib, ular kam eruvchan bo'lganligi sababli sovunning yuvish xususiyatini kamaytirib yuboradi. Bunday suvlarning yuvish xususiyatlarini oshirish uchun sun'iy yuvish vositalari (SYuV) ishlatiladi. Bunday yuvish vositalari neftni qayta ishlash mahsulotlari asosida sintez qilinadi va sovunlar singari yuqori molekulyar sulfokislotalarning natriyli tuzlari hisoblanadi, ular quyidagi tarkibga ega:



Dodesilsulfokislotaning Na li tuzi



4-dodesilbenzolsulfokislotaning Na li tuzi

SYUV ning yuvish xususiyatlari sovunlarniki singari bo'lib, ularning farqi sovunlar tarkibidagi karbon kislota radikallari oqava suv va tuproqdagi bakteriyalar ta'sirida tezda o'zgarib (chirib), parchalanib ketadi. SYUV lardagi radikallar tarkibida uchlanchi va to'rtlamchi uglerod atomlari borligi sababli bakteriyalar ta'sirida juda kam o'zgaradi va atrof muhitni ortiqcha kimyoviy moddalar bilan ifloslanishiga sabab bo'ladi.

## XXXII b o b

### UGLEVODLAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *uglevodlar mono- va dipolisaxaridlar, monoza, dioza, polioza, dezoksiriboza, glyukoza, fruktoza, saxaroza, kraxmal, glikogen, dekstrin, sellyuloza, atsetat tolasi, piroksilin, kolloksilin, selluloid, viskoza, trimetil (etil) sellyuloza.*

Tarkibi uglerod va suvdan iborat bo'lib,  $C_n(H_2O)_m$  umumiy formulaga mos keluvchi organik moddalar *uglevodlar* deyiladi. Uglevodlar aralash funksional gruppali moddalar bo'lib, ular tarkibida spirt — (OH), aldegid — CHO va keton  $>C = O$  gruppalari mavjud. Uglevodlar qatoriga: glyukoza, fruktoza —  $C_6H_{12}O_6$ , saxaroza —  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , kraxmal va sellyuloza —  $(C_6H_{10}O_5)_n$  kiradi.

Shunday moddalar borki, ularning tarkibi uglevodlarning umumiy tarkibiga to'g'ri keladi:  $C_2H_4O_2$ ,  $CH_2O$  (chumoli aldegidi), lekin ular uglevodlar emas. Shu sababli yuqoridagi umumiy formula —  $C_n(H_2O)_m$  uglevodlarning umumiy tarkibini ko'rsatuvchi shartli formula sifatida qabul qilingan.

Uglevodlar tabiatda keng tarqalgan organik moddalar bo'lib, o'simliklarning 80% ni, odam va hayvon organizmining 2% ni tashkil etadi.

Tirik organizmlarda kehadigan biokimyoviy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega, asosiy oziq-ovqat mahsulotlari tarkibining 70% ini tashkil etadi. Uglevodlarni *saxaridlar* ham deyilib, ular tarkibi va xossalriga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

\* "Gidrofob" — "suvni yoqtirmaydigan" ma'nosini anglatadi.

\*\* "Gidrofil" — "suvni yoqtiruvchi" ma'nosini anglatadi.

1) monosaxaridlar (glyukoza, fruktoza, riboza, dezoksiriboza) yoki monozalar;

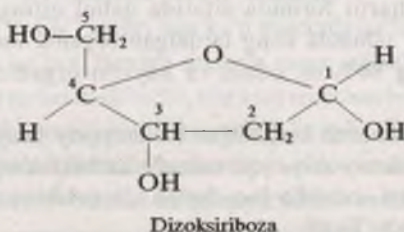
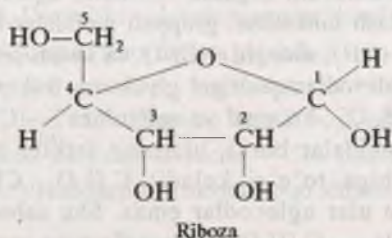
- 2) disaxaridlar (saxaroza, maltoza, laktoza) yoki diozalar;  
 3) polisaxaridlar (kraxmal, sellyuloza, dekstrin, glikogen) yoki poliozalar.

$C_5H_{10}O_5$  birikma holda polisaxarid pentozalar va o' simlik, daraxt yelimi tarkibida uchraydi. Pentozalar yog'ochda, hashakda, urug'lar qobig'ida bo'ladi.

### Monosaxaridlar

Suvda eriganda molekulasini bitta saxarid molekulasini hosil qiluvchi uglevodlar — monosaxaridlar deyiladi. Eng oddiy monosaxaridlar qatoriga besh a'zoli ( $C_5$ ) saxaridlar — riboza va dezoksiriboza va olti a'zoli ( $C_6$ ) saxaridlar — glyukoza va fruktozalar kiradi\*.

Riboza va dezoksiriboza nuklein kislotalar tarkibiga kiruvchi saxaridlar bo'lib quyidagi tuzilishga ega:



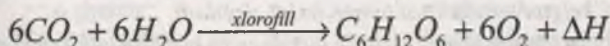
Besh a'zoli halqa hosil qilgani uchun pentoza (furanaza) — besh a'zoli getero halqali uglevodlar ham deyiladi.

\* Ulardan kichik molekularlar: trioza, tetrozalar ham mavjud.

### XXXII.1. Glyukoza

Glyukoza —  $C_6H_{12}O_6$  eng ko'p tarqalgan va o'rganilgan 6 a'zoli saxarid bo'lib, geksoza (furanosa) lar qatoriga kiruvchi uglevoddir.

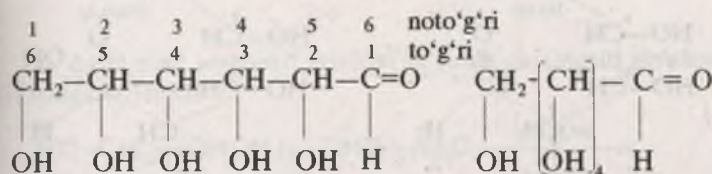
Tabiatda uchrashi. Glyukoza barcha o'simliklar tanasida mavjud bo'lib, ayniqsa uzum tarkibida ko'p bo'lgani uchun *uzum shakari* ham deyiladi. Asal va pishgan mevalar tarkibida ko'p uchraydi. Odam organizmida muskullar va qon tarkibida, oz miqdorda hujayra tarkibida bo'ladi. Tabiatda, asosan fotosintez jarayoni natijasida hosil bo'ladi:



**Fizik xossalari.** Oq rangli, suvda yaxshi eriydigan, shirin ta'mli kristall modda. Suvli eritmadan  $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$  kristallgidrat holida ajralib chiqadi.

#### Glyukoza ning tuzilishi ( $\alpha$ -, $\beta$ -glyukoza)

Glyukoza tarkibidagi funksional gruppalari turiga ko'ra aldegidospirt (aldoza) bo'lib, uning tuzilishi quyidagicha:



Ko'rinish turidiki, 1—C atomi aldegid gruppaga tarkibiga kirib (zanjiri raqamlash shu atomdan boshlanadi) uning gibridlanish turi  $sp^2$ , oksidlanish darajasi (+1). Boshqa uglerod atomlari ( $C_2—C_6$ ) to'yingan uglevodorodlardagidek  $sp^3$ -gibridlangan, 6—C atomi (−1), boshqalari 0 oksidlanish darajasiga ega. Yuqoridagi tarkibga ko'ra, glyukoza — aldegid, lekin ( $C_2—C_6$ ) atomlariga birikkan 5 ta OH gruppalari sababli glyukoza 5 atomli spirtir. Shu sababli, glyukoza kimyoviy xossalari jihatidan ham aldegid, ham spirtlarga xos reaksiyalarga kirishadi, ya'ni aldegido — spirt deyiladi.

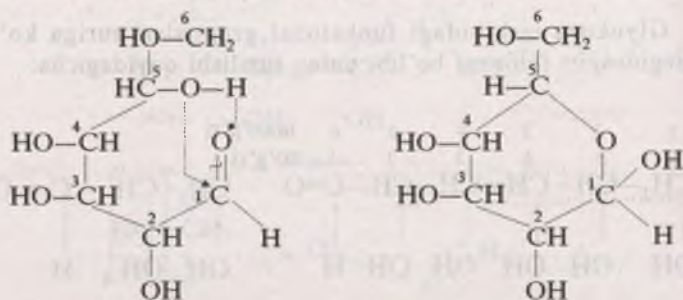


Glyukoza ayrim hollarda aldegidospirt tuzilishiga xos bo'lgan xususiyatlarni namoyon etmaydi. Faqat spirt gruppalari hisobiga reaksiyaga kirishib, ularning vodorodini metil gruppasiga almashtirishi glyukoza aldegidlik xossasini yo'qqa chiqarib qo'yadi. Bularning hammasi glyukoza molekulasini sharoitga qarab turlicha tuzilishga ega bo'lishi mumkin, degan xulosaga olib keldi.

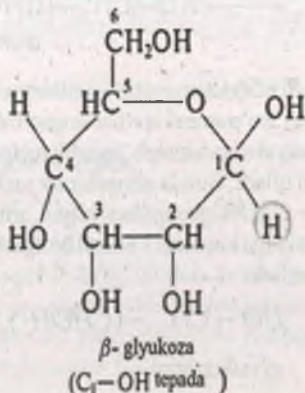
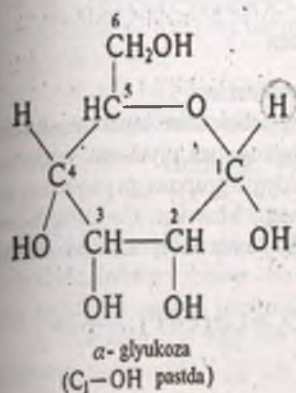
**Haqiqatdan ham glyukoza ikki xil — aldegid (chiziqsimon) va halqasimon (piranoza) tuzilishga ega modda: bu tuzilishlar bir-biriga o'tib turadi. Bular glyukoza ikki tautomer holati hisoblanadi.**

*Modda molekulasini turli tuzilishga ega bo'lib, bu tuzilishlar muvozanat holatda ayni sharoitda bir-biriga aylanib turishi tautomeriya (qaytar izomeriya) hodisasi deyiladi. Har bir holatga to'g'ri kelgan tuzilish tautomer holat deyiladi.*

Glyukoza halqali tuzilishi quyidagicha hosil bo'ladi: ochiq zanjirli molekuladagi 1—C atomiga birikkan karbonil gruppasi  $\pi$ -bog'ining uzilishi hisobiga C<sub>5</sub> dagi OH — gruppasining vodorod atomi >C<sub>1</sub>=O ga ko'chadi va C<sub>1</sub>—OH ni hosil qiladi. C<sub>1</sub>ning bo'sh qolgan bitta valentligi C<sub>5</sub>—O — bilan birikib C<sub>1</sub>—O—C<sub>5</sub> bog'lari hosil bo'ladi va glyukoza halqasimon tuzilishi yuzaga keladi:

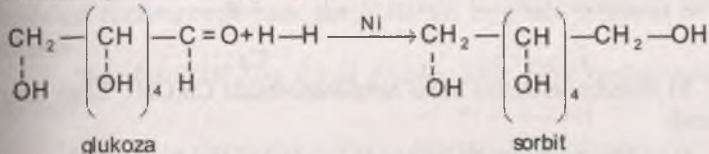


**Halqasimon tuzilishda C<sub>1</sub> - atomiga birikkan ("yangi") gidroksil gruppasi halqa tekisligiga nisbatan pastda joylashgan bo'lsa  $\alpha$  - glyukoza yuqorida joylashsa  $\beta$  - glyukoza deyiladi. Glyukoza ikki halqasimon ko'rinishlari uning kimyoviy xossalarini, undan di- va polisaxaridlar hosil bo'lishini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.**

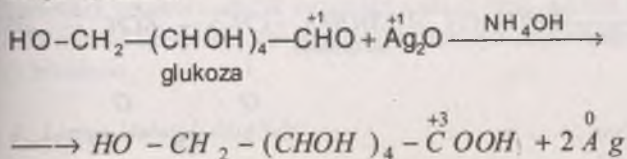


**Kimyoviy xossalari: I. Glyukozaning aldegidlik xossalari:**

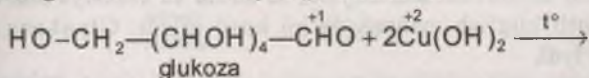
a) glyukoza aldegidlar singari vodorod birlashtirib (qaytarilib), 6 atomli spirt — sorbitga aylanadi:

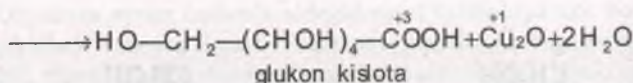


b) Ag<sub>2</sub>O ning ammiakli eritmasi ta'sirida oksidlanib glyukon kislotaga aylanadi:



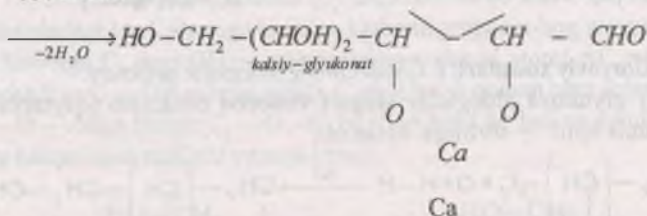
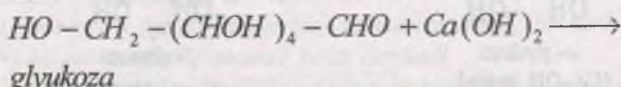
d) yangi tayyorlangan Cu(OH)<sub>2</sub> bilan qaynoq eritmada aldegidlarga xos sifat reaksiyasiga kirishadi:



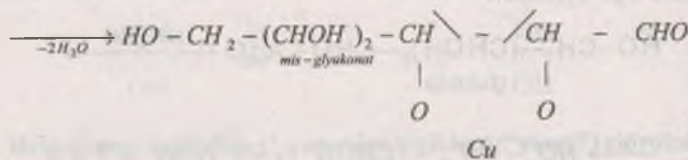
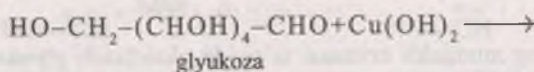


## II. Glyukozaning spirtlarga xos xususiyatlari:

a) ko'p atomli spirtlar singari metallarning gidroksidlari bilan almashinuv reaksiyalariga kirishib, tegishli metallarning (alkogolyat, glyukonat) tuzlarini hosil qiladi. Bunda almashinuv reaksiyasi aldegid gruppasiga yaqin turgan (C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>)OH gruppalari orqali amalga oshadi. Masalan: Ca(OH)<sub>2</sub> bilan reaksiyaga kirishadi va hosil bo'lgan Ca — glyukonat tibbiyotda dori sifatida ishlatiladi:



b) shunday reaksiya xona temperaturasida Cu(OH)<sub>2</sub> bilan ham boradi:



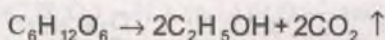
Bu reaksiyadan biokimyoviy analizlarda glyukoza (qand) miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Glyukozaning o'ziga xos kimyoviy xususiyati yana shundaki, u turli aчитuvchi bakteriyalar ta'sirida va reaksiya sharoitiga qarab turli bijg'ish mahsulotlarini hosil qiladi. **Glyukoza to'rt xil bijg'iydi.**

*Glyukozaning bijg'ishi. Monosaxaridlarning har xil mikroorganizm ta'sirida parchalanishi bijg'ish deyiladi.* Bijg'ish jarayonida

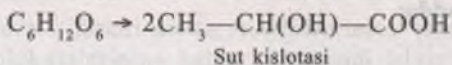
CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub> kabi gazlar ajraladi, turli organik moddalar hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan mahsulotlarning turiga qarab, monosaxaridlarning bijg'ishi quyidagicha bo'ladi:

1. *Spirтли bijg'ish jarayoni davomida glyukoza etil spirti bilan karbonat angidridga aylanadi:*



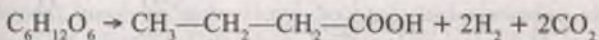
Aslida bunday bijg'ish turli achituvchi bakteriya va zamburug'lar ishtirokida borib, juda murakkab jarayon, bir nechta bosqichdan iborat. Sanoatda spirтли bijg'ishdan foydalanib, etil spirti va spirтли ichimliklar (pivo, vino) ishlab chiqariladi.

2. *Sut kislotali bijg'ish — glyukozani sut achituvchi bakteriya fermenti vositasida bijg'ish yo'li bilan sodir bo'ladi:*



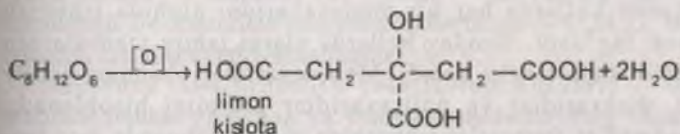
Sut kislotali bijg'ish natijasida sutdan turli sut mahsulotlari (kefir, qatiq, tvorog) olinadi. Shuningdek, pomidor, karam va bodring tuzlanganda ham sut kislotali bijg'ish jarayoni ro'y beradi.

3. *Moy kislotali bijg'ishda glyukozadan moy kislota hosil bo'ladi:*



Moy kislota taxir ta'mga ega. Shuning uchun ba'zi oziq-ovqat mahsulotlari va chorvachilik ozuqalari (silos) turib qolishi tufayli taxir ta'mli bo'lib qoladi va yuqoridagi reaksiya sababli mahsulot sifati buziladi.

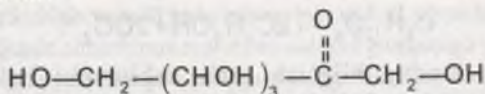
4. *Limon kislotali bijg'ish:*



Bunday bijg'ish sanoat uchun katta ahamiyatga ega bo'lib, maxsus zamburug'lar (sitromitsetlar) ta'sirida amalga oshiriladi.

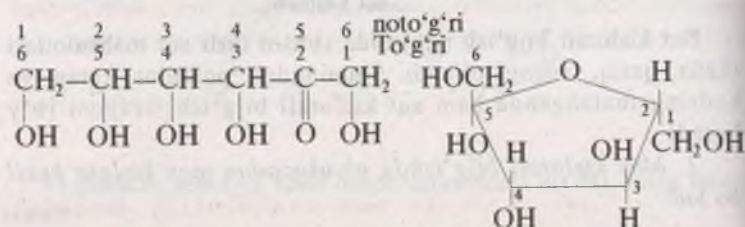
Keng tarqalgan monosaxaridlarga **fruktoza** — meva shakari ham kiradi. Fruktoza juda shirin, suvda yaxshi eruvchi, oq rangli kristall modda.

Fruktoza ( $C_6H_{12}O_6$ ) tarkibiga ko'ra ketosprit bo'lib, glyukoza-ning izomeridir:



Glyukozadan farq qilib, fruktoza 1- C-atomida spirt, 2- C-atomida esa keton gruppasi saqlagan modda. Shu sababli aldegidlarga xos reaksiyalarga kirishmaydi va qiyinroq oksidlanish xossasiga ega.

Fruktoza ham glyukoza singari chiziqsimon va halqasimon tuzilishli modda:



Lekin fruktoza 5-a'zoli (*furanoza*) halqa hosil qiladi.

### Monosaxaridlarning olinishi

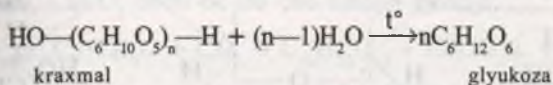
Monosaxaridlar tabiatda erkin va birikmalar holida ko'p tarqalgan. Uzum va boshqa mevalar tarkibida glyukoza erkin holda uchraydi. Fruktoza esa (glyukoza bilan birgalikda) asalda bo'ladi.

Ayrim hollarda har bir monosaxaridni alohida ishlatish ehtiyoji tug'iladi. Bunday hollarda ularni tabiiy manbalardan ajratib olishga to'g'ri keladi. Monosaxaridlar olishning asosiy usuli, disaxaridlar va polisaxaridlar gidrolizi hisoblanadi. Polisaxaridlar fermentlar ishtirokida gidrolizlanganda mos monosaxaridlar hosil bo'ladi.

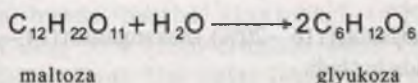
Sanoatda glyukoza asosan kartoshka yoki arpa kraxmalini mineral kislotalar ishtirokida gidrolizlash yo'li bilan olinadi,

chunki kraxmal molekulasida juda ko'p miqdorda glyukoza molekulasining qoldiqlari bo'ladi.

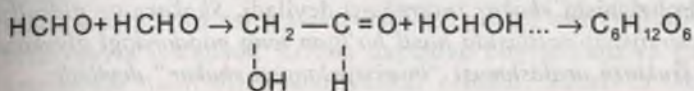
1) *kraxmalning gidrolizlanish* jarayonini quyidagicha ifodalash mumkin:



2) disaxarid — *maltoza gidrolizlanganda* ikki molekula glyukoza hosil bo'ladi:



3) glyukoza birinchi marta A. M. Butlerov tomonidan formaldegid molekulalarining kalsiy gidroksidi ishtirokida o'zaro ketma-ket birikishi natijasida sun'iy usulda sintez qilingan:



Bu reaksiya natijasida monosaxaridlarning murakkab aralashmasi hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan aralashmadan alohida monosaxarid ajratib olish qiyin bo'lganligi uchun bu reaksiya faqat nazariy ahamiyatga ega.

### XXXII.2. Disaxaridlar. Saxaroza

*Suvli eritmada gidrolizlanganda bir molekulasidan ikki molekula monosaxarid hosil bo'ladigan saxaridlar disaxaridlar deyiladi.*

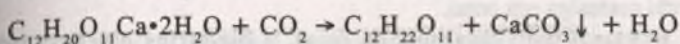
Tabiiy disaxaridlar lavlagi yoki shakarqamish shakari — saxaroza, solod shakari — maltoza, sut shakari — laktoza va sellobioza hisoblanadi. Bu disaxaridlarning umumiy formulasi —  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  bo'lib, bulardan eng ahamiyatlisi saxarozadir.

**Saxaroza** (shakarqamish yoki lavlagi shakari) — oddiy monosaxaridlar glyukoza va fruktoza qoldiqlarining birikishidan hosil bo'lgan. Buning isboti sifatida saxarozaning suvli eritmasi kislotalar ishtirokida qizdirilsa, ikki xil moddaga aylanadi. Ulardan biri  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  va  $\text{Ag}_2\text{O}$  ning ammiakli eritmasi bilan ta'sirlashadi, ya'ni aldegid gruppaga ega bo'lgan modda. Ikkinchisi bunday xususiyatni namoyon etmaydi. Ko'rinib tu-



eritmada ancha tozalanib, Ca ning saxarati (Ca ioni spirt gruppalari hisobiga birikadi)  $\text{Ca C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{11} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  holida bo'ladi.

3. Eritmadan ortiqcha  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  va shakar tarkibidagi  $\text{Ca}^{+2}$  — ionlarini chiqarib yuborish maqsadida eritma orqali  $\text{CO}_2$  — gazi o'tkaziladi,  $\text{CaCO}_3$  hosil bo'lib cho'kmaga tushadi:



4. Hosil bo'lgan cho'kma filtrlab ajratib olinadi. Eritma vakuum moslamasida bug'latiladi. Hosil bo'lgan shakar kristallari sentrifugalash usuli bilan ajratib olinadi.

5. Lekin bunda barcha saxarozani to'liq ajratib olib bo'lmaydi. Uning 50% qismi eritmada qolib ketadi. Bu eritma "melassa" deb aytiladi. Uni qayta ishlab turli moddalar (limon kislota) olinadi.

6. Ajratib olingan shakar moddasi sarg'ish rangli bo'ladi. Chunki uning tarkibida rang beruvchi qo'shimchalar qisman qolgan bo'ladi. Bu moddalardan shakarni tozalash uchun qaytadan eritiladi va eritma aktivlashtirilgan ko'mir (adsorbent) bilan qayta ishlanadi. Eritma qaytadan bug'latiladi va qayta kristallash usuli bilan toza shakar olinadi. Saxaroza ishlab chiqarishni quyidagi sxema ko'rinishida tasavvur etish mumkin:

### *Polisaxaridlar*

*Gidrolizlanganda molekulasi ko'p sonli monosaxaridlar molekulariga bo'linadigan moddalar polisaxaridlar deyiladi.*

Polisaxaridlar gruppasini tashkil etuvchi uglevodlar o'zining makromolekulyar tuzilganligi bilan ajralib turadi. Ular **tabiiy yuqori molekulyar birikmalar bo'lib**, tabiatda, ayniqsa, o'simliklar tarkibida juda ko'p miqdorda uchraydi. Ular shirin ta'mga ega bo'lmagan polimer moddalardir, suvda erimaydi, lekin bo'kadi. Polisaxaridlar monosaxaridlarning juda ko'p sonli molekulari o'zaro polikondensatlanishidan hosil bo'ladi. Polisaxaridlardan eng ahamiyatlisi  $\alpha$ - va  $\beta$ -glyukozalardan tarkib topgan selluloza va kraxmaldir.

### **XXXII.3. Kraxmal**

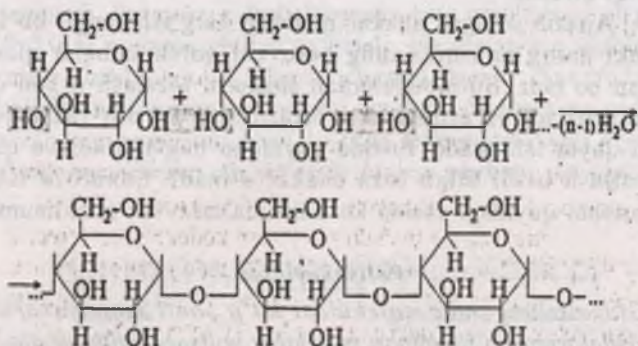
*Kraxmal* —  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  umumiy tarkibga mos kelib,  $n = 200-2000$  asosiy ozuqa moddasi sifatida o'simliklar tarkibida uchraydi. Kraxmal



oziq-ovqat mahsulotlari — non, kartoshka, un tarkibidagi asosiy uglevoddir.

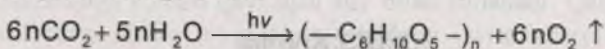
U amorf tuzilishli, oq kukun, suvda erimaydi, issiq suvda ivitilsa kolloid eritma — kraxmal kleysterini hosil qiladi. Kraxmal yod ta'sirida ko'k rangga kiradi. Shu reaksiya yordamida kraxmal va yod aniqlanadi, kraxmal qaytaruvchi xossasiga ega emas.

**Kraxmal individual modda emas, u bir-biriga o'xshash ikki polisaxarid — amiloza va amilopektindan tarkib topgan.** Kraxmalda amiloza 15%—25% ni, amilopektin 75%—85% ni tashkil etadi (77-rasm). Bularning hammasi  $\alpha$ -glyukozaning polikondensatsiyalanishidan hosil bo'lgan moddalar bo'lib, kraxmal molekulasining hosil bo'lishi ( $\alpha$  — glyukozaning kondensatsiyalanishi) ni umumiy holda quyidagicha tasavvur etish mumkin:



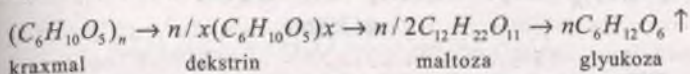
Hosil bo'lgan kraxmal polimerining zvenosi ( $\alpha$  — glyukozaning qoldig'i) dagi 2,3 va 6—C atomlariga birikkan OH gruppallari yana boshqa  $\alpha$  — glyukoza molekullari bilan birikib molekula zanjirini tarmoqlangan ko'rinishga olib keladi. Shu sababli (erkin OH — gruppallari bo'lmagani yoki kamligi sababli) kraxmal efirlar hosil qilmaydi va eruvchanligi juda kam.

Kraxmal tabiatda fotosintez jarayoni natijasida hosil bo'lib, quyidagicha amalga oshadi:



Kraxmalning asosiy xususiyati — issiq suvda, bakteriyalar ta'sirida va kislotali muhitda monosaxaridlar yoki molekulyar massasi katta bo'lmagan boshqa mahsulotlargacha gidrolizlani-

shidir. Kraxmalning asta-sekin gidrolizlanib, glyukoza hosil bo'lish jarayonini quyidagicha ifodalash mumkin:



Bu jarayon ko'pchilik oziq-ovqat mahsulotlarini kishilar organizmida o'zlashtirilishi mobaynida amalga oshadi.

Yuqorida aytilganidek kraxmalning asosiy tarkibiy qismi amiloza va amilopektinlardir.

*Amiloza*  $(-C_6H_{10}O_5-)_n$  molekulari glyukoza qoldiqlarining chiziqsimon yoki juda kam tarmoqlangan uzun zanjiridan iborat bo'lib, glyukoza qoldiqlari 1 va 4 holatdagi kislorod atomlari orqali bog'langan.

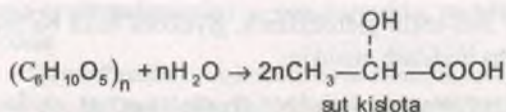
*Amilopektin*  $(-C_6H_{10}O_5-)_n$  molekulari, amiloza molekularidagi kabi, glyukoza qoldiqlari zanjiridan iborat. Lekin ularning zanjiri tarmoqlangan tuzilishga ega. Amilopektin molekulasida taxminan 4000 glyukoza va 0,4% gacha fosfat kislotasi qoldig'i bo'ladi.

Amilopektin issiq suvda osson erimaydi, chunki u amiloza zanjirlariga bog'langan shoxchalardir, lekin bo'kib kleyster hosil qiladi. Kraxmalni aniqlash sifat reaksiyasida amiloza spirali o'rtasiga yod molekulasini joylashtirib, to'q ko'k rangli kompleks hosil qiladi.

Amilopektin esa yod bilan kuchsiz binafsha rangni va kleysterni hosil qiladi.

*Glikogen* (hayvon kraxmali)  $(C_6H_{10}O_5)_n$  zaxira oziq modda sifatida hayotiy muhim rol o'ynaydi. Glikogen hayvonlarning barcha to'qimalarida, ayniqsa, jigarda (10%) va mushaklarda ko'p uchraydi.

Tirik organizm hayot faoliyatining barcha jarayonlari, birinchi galda mushaklar ishi, glikogenning glyukozagacha va undan keyin boshqa moddalarga aylanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya (quvvat) tufayli amalga oshadi, shu sababli glikogen organizmning energiya "valyutasi" (zaxirasi) deb ham aytiladi. Organizm to'qimalarida glikogendan bir qator murakkab o'zgarishlar natijasida boshqa muhim moddalar qatorida sut kislotasi hosil bo'ladi:



**Glikogen asosan amilopektin makromolekularidan iborat bo'lib, amilopektindan yanada ko'proq tarmoqlanganligi bilan farq qiladi.**

*Kraxmalning ishlatilishi.* Kraxmal asosan ozuqa modda sifatida keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, u konditer va kulinariya mahsulotlari, kolbasalar, gazlamalarni oxorlash, qog'oz va kartonlarni yopishtirish, dekstrinli elim ishlab chiqarishda ham ishlatiladi. Charm-mo'yna sanoatida oshlovchi moddalar tayyorlashda qaytaruvchi sifatida keng qo'llaniladi.

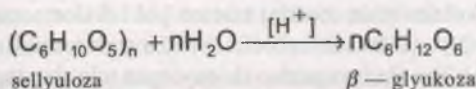
#### XXXII.4. Sellyuloza

Sellyuloza (kletchatka) —  $(-\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5-)_n$  tarkibga to'g'ri kelib, kraxmalning izomeri hisoblanadi va o'simlik hujayra qobiqlarining asosini tashkil etadi. Uning nomi shundan (lotincha — Sellula) — hujayra so'zidan kelib chiqqan. Eng toza tabiiy sellyuloza bu paxta tolasidir (90% dan ortiq). Yog'och tarkibida 50% dan 70% gacha sellyuloza bo'ladi.

*Sellyulozaning olinishi.* Sellyuloza, asosan yog'ochni qayta ishlab olinadi. Buning uchun maydalangan yog'ochni  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  — kalsiy yoki  $\text{NaHSO}_3$  — natriy gidrosulfit eritmasi bilan  $150^\circ\text{C}$  va 0,6 MPa bosim ostida qayta ishlanadi. Bunda yog'och tarkibidagi barcha qo'shimcha moddalar, shu jumladan, birinchi navbatda lignin eritmaga o'tadi yoki parchalanib ketadi. Sellyuloza o'zgarishdan qoladi va ajratib olinib yuviladi, quritilib keyingi ishlashga yuboriladi.

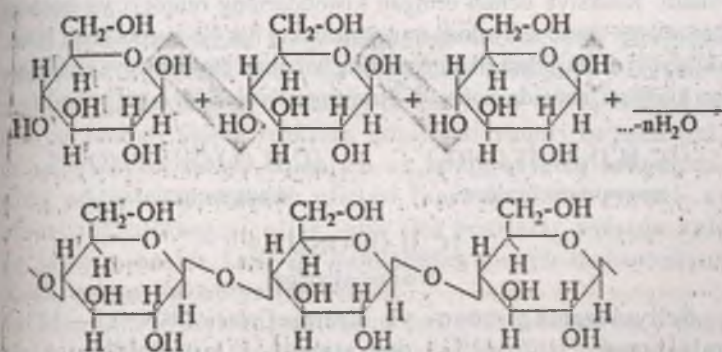
Sellyuloza molekulasidagi glyukoza qoldiqlarining umumiy soni o'rta hisobda 6000—12000 ga teng va undan katta bo'lishi mumkin. Sellyuloza mexanik va kimyoviy ta'sirlarga etarli darajada chidamli, mazasiz, hidsiz, tolasi-mon oq modda. U ayrim erituvchilar, masalan, *Shveyser reaktivi* — mis-ammiakli eritma mis (II)-gidroksidi bilan konsentrlangan ammiak aralashmasi  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  xlorid kislotaning ba'zi tuzlari eritmalari, konsentrlangan sulfat, fosfat kislotalarda va kadmiyning kompleks birikmasi — *kadoksenda* eriydi. Erigan sellyuloza qayta cho'ktirilsa uning ustki molekulyar tuzilishi o'zgaradi.

Sellyuloza mineral kislotalar ishtirokida qizdirilganda u juda qiyin to'liq gidrolizga uchrab, qisman  $\beta$  — glyukoza hosil qiladi:

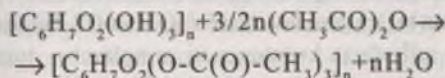


Hosil bo'lgan glyukozani biyg'itib etil spirti olinadi.

*Sellyuloza makromolekulasining tuzilishi.* Sellyuloza kraxmaldan tuzilishi bilan farq qiladi, uning molekulari 1,4 — holatda birikkan  $\beta$  — glyukoza qoldiqlaridan iborat. **Sellyuloza molekulari chiziqsimon tuzilishli bo'lib, undagi har bir  $\beta$  — glyukoza qoldiqlarida uchtadan (2,3,6 — C atomlaridagi) erkin OH — gruppalari bor.**



Shunga ko'ra, uning qisqartirilgan formulasi uch atomli polispirt  $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$  ko'rinishda yoziladi. Uchta spirt gruppasi hisobiga selluloza turli kislota ( $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ) yoki angidridlar bilan murakkab (mono-, di-, tri-) efirlar hosil qiladi:



sellyuloza triatsetati

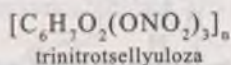
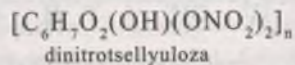
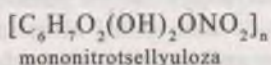
*Lekin aldegidlarga xos reaksiya bermaydi.*

Sellyuloza asosan ip va kanop gazlamalar tayyorlashda, har xil qog'oz, porox ishlab chiqarishda ishlatiladi. Sellyuloza viskoza, atsetat va boshqa sun'iy tolalar ishlab chiqarishda dastlabki xomashyo hisoblanadi. Uning triatsetat efiri asosida juda ko'p miqdorda kinoplyon-

kalar va tiniq plastik massalar, atsetat tolasi (atsetat ipagi) ishlab chiqariladi.

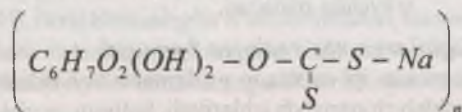
**Atsetat tola olish.** Buning uchun sellyuloza triatsetati (oq rangli, juda yengil, kukunsimon modda) atseton yoki dixlormetanda eritilib, hosil bo'lgan quyuc massa katta bosim ostida mayda teshikli moslama — fil'era orqali o'tkaziladi va undan chiqayotgan tola shaxtaga yuboriladi. Shaxtada tola tushishi yo'nalishiga teskari holda pastdan issiq havo yuboriladi, tola quritiladi. Bir necha tutam tola yigiruv moslamasi orqali o'tkazilib, ipga aylantiriladi. Bu ip turli rangli eritmalar bilan qayta ishlanib rangli ipaksimon ko'rinishga keltiriladi. Olingan mahsulot sun'iy ipak yoki atsetat ipagi deyiladi.

*Sellyulozaning nitro efirlari* texnikada katta ahamiyatga ega. Bu efir sellyuloza nitrat va sulfat kislota aralashmasi ta'sir ettirib olinadi. Reaksiya uchun olingan kislotalarning miqdori va boshqa sharoitlarga qarab sellyuloza molekulasining har bir zvenosidagi bitta, ikkita yoki uchta gidroksil gruppasining hammasi eterifikatsiya reaksiyasiga kirishadi, natijada mono-, di-, trinitrotsellyulozalar hosil bo'ladi:



Sellyulozaning mono- va dinitroefirlari (%N=11—12%) aralashmasi "*kolloksilin*" deb ataladi. U nitrolaklar ishlab chiqarishda, shuningdek, spirt-efirli eritmasi — "*kollodiy*" tibbiyotda ishlatiladi. Kolloksilinga kamfora (1/3 nisbatda) va spirt aralastirilib "*selluloid*" deb ataluvchi material hosil qilinadi. Undan keng iste'mol mollari ishlab chiqarishda foydalaniladi. Trinitrotsellyuloza (piroksilin) (%N= 13—13,6) tutunsiz porox ishlab chiqarishda asosiy komponent hisoblanadi.

Sellyulozaning yana bir muhim hosilasi (NaOH va CS<sub>2</sub> bilan qayta ishlash mahsuloti) — sellyuloza ksantogenati minglarcha tonnalab *viskoza ipagi* olishda asosiy xom ashyo sifatida ishlatiladi:



sellyuloza ksantogenati (viskoza)

Viskoza eritmasidan hosil qilingan parda "sellofan" deb ataladi. U oziq-ovqat mahsulotlari, gullarni o'rashda va yarimo'tkazgich parda sifatida ishlatiladi.

Sellyuloza xlorsirka kislotasi bilan turli oddiy efirlar hosil qiladi. Karboksimetilsellyuloza  $[C_6H_7O_2(OH)_2-O-CH_2-COOH]_n$  shular qatoriga kiradi. Karboksimetilsellyulozaning natriyli tuzi sintetik yuvuvchi vositalar xossalarini yaxshilash uchun ularga qo'shiladi. Shuningdek, tozalangan karboksimetilsellyuloza tish pastalari va kinofotomateriallar, elimlar tayyorlashda, neft quduqlarini burg'ulashda sirt faol modda sifatida ishlatiladi.

Shuningdek, sellulozaning boshqa oddiy efirlari  $[C_6H_7O_2-(OCH_3)_3]_n$  trimetilsellyuloza va  $[C_6H_7O_2-(OC_2H_5)_3]_n$  trietilsetsellyuloza to'qimachilik va lak bo'yoq sanoatida keng qo'llaniladi.

Respublikamizda ko'p miqdorda va har yili yangidan yetishtiriluvchi paxta tolasi ko'rinishidagi xomashyo bazasining mavjudligi paxta linti (momiq) ni kimyoviy qayta ishlash va kimyo sanoati uchun reaksiya qobiliyati yuqori bo'lgan paxta sellulozasi ishlab chiqarish va uning asosida sellulozaning oddiy va murakkab efirlari (karboksimetil-, metil- va atsetilsellyuloza) ni olish, ana shu hosilalar asosida xalq xo'jaligi sohasida keng qo'llaniladigan muhim mahsulotlarni olish uchun imkoniyatlar beradi.

Ana shu ilmiy muammolarni hal qilish borasida o'zbek kimyogar olimlari juda ko'p ishlarni amalga oshirdilar va salmoqli muvaffaqiyatlarga erishdilar. Paxta sellulozasining (sobiq) Kimyo va texnologiyasi ilmiy tekshirish institutida akademik X. U. Usmonov rahbarligidagi olimlar jamoasi atsetilsellyuloza ishlab chiqarish, selluloza diatsetati, triatsetati, atsetilsellyuloza pardalari olish, oziq-ovqat, parfyumeriya, farmatsevtika sanoatida keng qo'llaniluvchi yuqori sifatli mikro-kristallik selluloza olish borasida ilmiy tahlildan boshlab, maxsus texnologiyalar asosida ishlab chiqarishgacha bo'lgan ilmiy ishlarni amalga oshirdilar.

Hozirgi kunda ushbu muammolar O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Polimerlar kimyosi va fizikasi institutida akademik S. Sh. Rashidova boshchiligida hal qilinmoqda. Farg'ona shahrida Furan birikmalari zavodi asosida umumiy quvvati 30 ming tonnagacha bo'lgan paxta sellulozasi ishlab chiqaruvchi kompleks ishga tushish arafasida turibdi. Shuningdek, past navli paxta tolalarining

katta miqdorda mavjudligi jahon bozorida yuqori sifatli tibbiyot paxtasiga bo'lgan katta talabni qondirish imkoniyatini beradi. Olimlarimiz tomonidan yuqori gidrofil tibbiyot paxtasini ishlab chiqaruvchi yangi texnologiyalar yaratilmoqda. Yuqori sifatli paxta sellyulozasining mavjudligi mamlakatimizda qog'oz ishlab chiqarishga bo'lgan talabni to'la qondirishga asos bo'la oladi.

### XXXIII bob

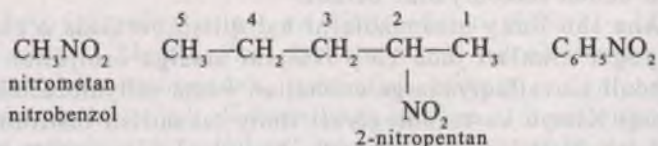
## AZOTLI ORGANIK MODDALAR

### XXXIII.1. Nitrobirikmalar

Azot atomi bevosita uglerod atomi bilan bog'langan nitrogruppaga  $-\text{NO}_2$  tutgan organik moddalar *nitrobirikmalar* deyiladi.

Ularni uglevodorodlardagi vodorod atomi o'rnini nitrogruppaga olishidan hosil bo'lgan moddalar deyish mumkin. Nitrogruppalar soniga ko'ra mono-, di- va polinitrobirikmalar bo'ladi.

Nitrobirikmalarning nomi boshlang'ich uglevodorodlar nomiga "nitro" old qo'shimchasi qo'shish yo'li bilan hosil qilinadi. Masalan:

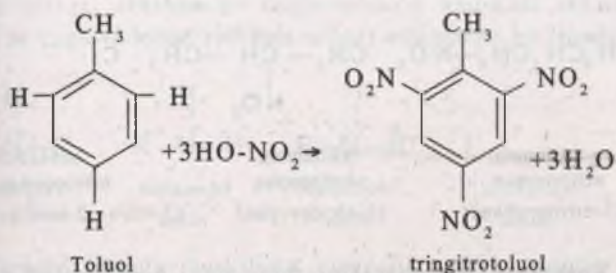


Bu birikmalarning umumiy formulasi  $\text{R}-\text{NO}_2$ . Yuqorida ta'riflanganidek nitrobirikmalarda nitrogruppaning azot atomi uglerod atomi bilan bevosita bog'langan. Shuning uchun dinitroglikol, nitroglitserin va sellyuloza trinitratini, ularning tarkibida  $-\text{NO}_2$  gruppaga borligiga qaramay, nitrobirikmalar jumlasiga kiritib bo'lmaydi. "Dinitroglikol", "nitroglitserin" degan nomlar noto'g'ri: haqiqatda esa bu lar nitrat kislotaning murakkab efirlari bo'lib ularda nitrogruppaning azot atomi uglerod bilan kislorod atomi orqali ( $-\text{C}-\text{O}-\text{NO}_2$ ) bog'langan.

Olinishi. Asosan nitrolash reaksiyalariga asoslangan.

Organik modda molekulasiga nitrogruppa kiritish *nitrolash* deyiladi. Nitrolash konsentrlangan nitrat kislotasi bilan sulfat kislotadan (birinchisi nitrolovchi agent, ikkinchisi suvni tortib oluvchi vosita) iborat nitrorlovchi aralashma vositasida amalga oshiriladi.

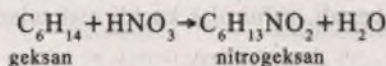
*Nitrolash* — nitrobirikmalar olishning asosiy usulidir. Aromatik uglevodorodlar va ularning hosilalari eng oson nitrolanadi. Masalan:



Nitrogruppaning formulasini  $-\text{NO}_2$  tarzida yozishda shuni nazarda tutish kerakki, unda azot to'rt valentli, nitrogruppadagi ikkala kislorod atomi teng qimmatli va har qaysisi bir elektronning yarimidan zaryadini tashiydi. Azot atomidagi musbat zaryad va kislorodning ikkala atomidagi manfiy zaryad nitrobirikmalarining qutbli tabiatga ega ekanligiga sabab bo'ladi (nitrobirikmalar — qutblangan erituvchilar).

**Trinitrotoluol** (trotil) kuchli portlovchi modda sifatida yaxshi ma'lum. Faqat detonatsiya ta'sirida portlaydi. Ochiq havoda dudli alanga berib portlamasdan yonadi.

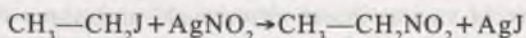
To'yingan uglevodorodlar M. I. Konovalov reaksiyasi bo'yicha nitrolanadi:



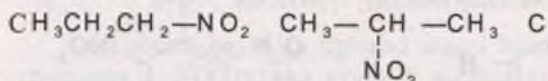


Reaksiya uglevodorodlarga suyultirilgan nitrat kislota ta'sir etirilganda (qizdirilganda va yuqori bosimda) sodir bo'ladi.

Nitrobirikmalar galogenalkillarning kumush nitrit bilan o'zaro ta'sirlashuvi natijasida ham hosil bo'ladi:



Nitrogruppa qanday uglerod atomi bilan bog'langaniga qarab birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi nitrobirikmalar bo'ladi:

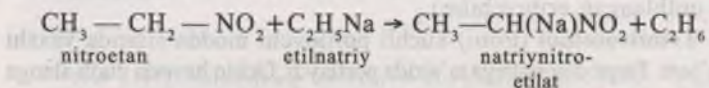


birlamchi  
nitropropan  
(1-nitropropan)

ikkilamchi  
nitropropan  
(2-nitropropan)

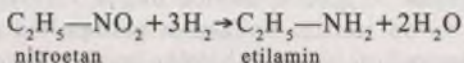
uchlamchi  
nitropropan  
(2-nitro—2-metilpropan)

**Xossalari.** Nitroparafinlarning quyi gomologlari rangsiz, suyuqlik bo'lib, xushbo'y, spirt va efir bilan yaxshi aralashadi. Ular elektr tokini o'tkazmaydi, suvda yomon eriydi. Birlamchi va ikkilamchi nitrobirikmalar sekinlik bilan o'yuvchi ishqorlar eritmasida eriydi va ishqorni neytrallaydi. Birlamchi va ikkilamchi nitrobirikmalar molekulasidagi nitrogruppa bilan birkam uglerod atomidagi vodorod atomi metallarga almashina oladi:

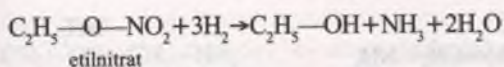


Bunda tushgan kristall cho'kma — metall hosila suvda oson eriydi va yaxshi dissotsilanadi va lakmus bilan tekshirilganda neytral reaksiya beradi, ya'ni ular kuchli kislotalarning tuzlaridir.

Nitrobirikmalar qaytarilganda aminlar hosil bo'ladi:

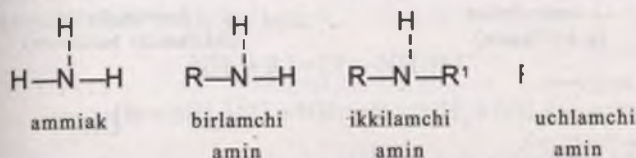


Nitrit kislota efirlari qaytarilganda esa spirt, ammiak va suv hosil bo'ladi:



### XXXIII.2. Aminlar

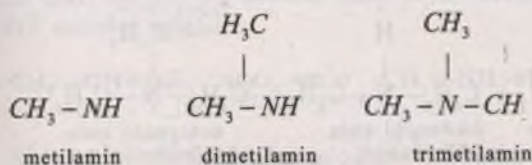
Ammiak molekulasidagi bir yoki undan ortiq vodorod atomlarining uglevodorod radikallariga almashinuvidan hosil bo'lgan organik moddalar *aminlar* deyiladi. Ular molekulasidagi uglevodorod radikallarining soniga qarab, *birlamchi* (uglevodorod radikali bitta), *ikkilamchi* (uglevodorod radikali ikkita), *uchlamchi* (uglevodorod radikali uchta) aminlarga bo'linadi:



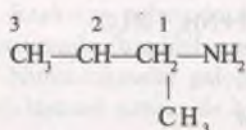
Birlamchi aminlar tarkibiga kiruvchi  $\text{—NH}_2$  gruppasi — aminogruppa, ikkilamchi aminlardagisi  $\text{>NH}$  — iminogruppa deb ataladi. Aminlar molekulasidagi radikallarning turiga ko'ra alifatik ( $\text{R—NH}_2$ ) va aromatik aminlar ( $\text{Ar—NH}_2$ )ga bo'linadi.

#### *Alifatik va aromatik aminlar*

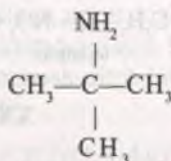
**Nomenklatura va izomeriyasi.** Odatda aminlarning nomi uglevodorod radikallari nomiga “amin” so'zini qo'shib hosil qilinadi. Masalan:



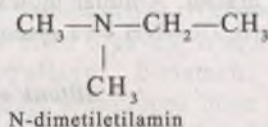
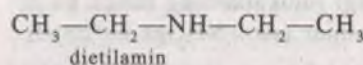
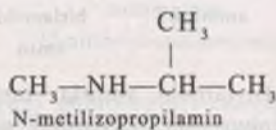
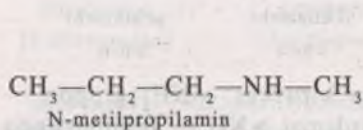
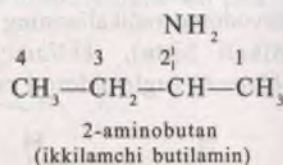
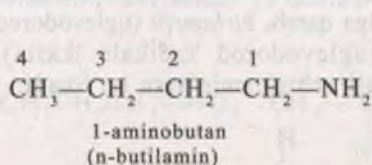
Sistematik nomenklatura (IYUPAK) bo'yicha nomlashda avval aminogruppa tutgan uglerod atomi raqami, keyin “*amino*” so'zi qo'shilib, undan keyin tarmoqlangan uglerod atomi raqami, undagi radikal nomi va oxirida asosiy zanjirning nomi aytiladi.



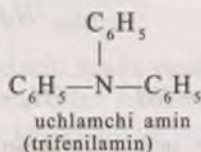
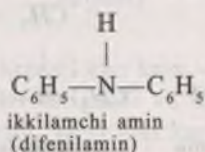
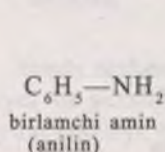
izobutilamin yoki 1-amino —  
2-metilpropan



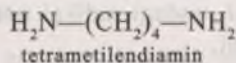
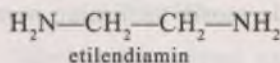
uchlamchi butilamin yoki 2-amino —  
2-metilpropan

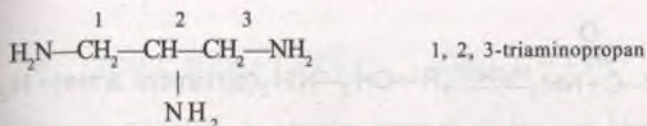


Aromatik halqa bilan bog'langan aminlar *aromatik aminlar* deyiladi. Ular ham aromatik radikalga qarab birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi bo'ladi:



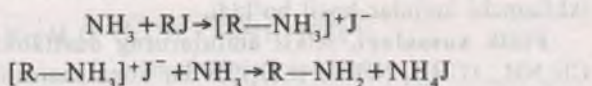
Bulardan tashqari, bitta uglevodorod radikaliga ikki va undan ortiq aminogruppaga birikkan moddalar ham bor:



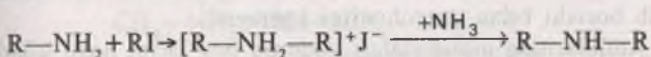


Aminobirikmalarning izomeriyasi uglevodorod radikali tuzilish izomeriyasi va  $-\text{NH}_2$  gruppining zanjirdagi o'rniga bog'liq bo'ladi. Buning isboti sifatida yuqorida butil aminning izomerlari keltirilgan.

**Olinishi. Gofman reaksiyasi.** Bu usulda aminlarni olish uchun alkilgalogenga ammiakning spirtidagi eritmasi ta'sir ettirilib, qizdiriladi. Bunda quyidagi reaksiyalar natijasida birlamchi amin hosil bo'ladi:

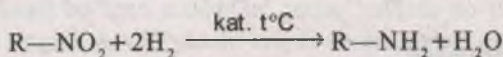


reaksiya uchun olingan galogenalkil miqdori oshirilsa, birlamchi amin ikkilamchi aminga aylanadi:

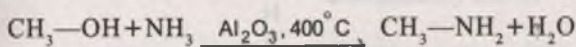


shu tariqa uchlamchi amin hosil bo'ladi.

2. Nitrobirikmalarni qaytarish yo'li bilan ham aminobirikmalar olish mumkin:

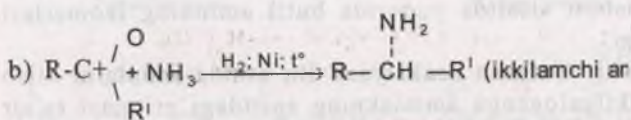
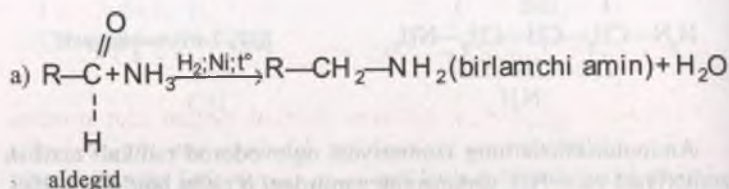


3. Quyi spirtlarning ammiak bilan ta'siri natijasida metilamin va etil aminlar olinadi:



Bu reaksiyada moddalar miqdoriy nisbatlarini o'zgartirib, di-, triaminlarni ham olish mumkin.

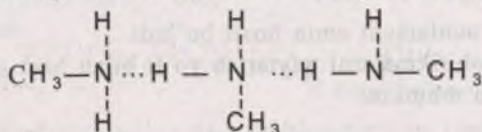
4. Aldegid va ketonlarni qaytarib aminlash usuli bilan ham aminobirikmalar hosil qilinadi:



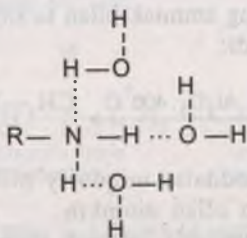
Bu reaksiyalarda ammiak o'rniga birlamchi amin ishlatilsa, ikkilamchi aminlar hosil bo'ladi.

**Fizik xossalari.** Alkil aminlarning dastlabki uch vakili  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  va  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$  lar xona sharoitida gazsimon moddalar, etilamindan boshlab suyuq moddalardir. Aminlar juda qo'lansa (aynigan baliq, go'sht) hidli moddalar. Kichik molekulyar massalikasi suvda yaxshi eriydi, molekulyar massasi ortib borishi bilan eruvchanligi kamayadi.

Aminlarning molekulari vodorod bog'larini hosil qiladi:



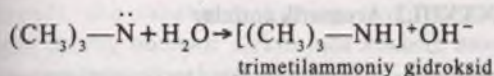
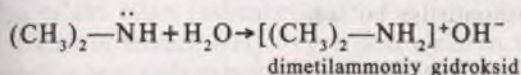
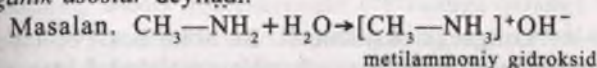
Suvli eritmada:



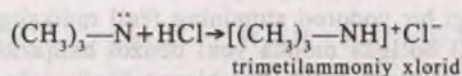
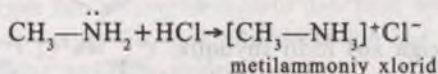
Aminlar molekulasida radikallar soni ortishi bilan vodorod bog'i hosil qilish imkoniyati kamayib boradi. Uchlamchi aminlar o'zaro H-bog'lari hosil qila olmaganliklari uchun ularning qaynash temperaturasi qiymati ikkilamchi va birlamchi aminlarnikidan past bo'ladi:

$$t_{\text{qaynash}}^{\circ}(\text{CH}_3)_2\text{NH} = +7,5^{\circ}\text{C}; t_{\text{qaynash}}^{\circ}(\text{CH}_3)_3\text{N} = +3^{\circ}\text{C}$$

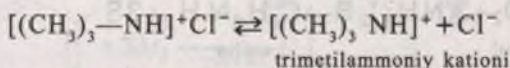
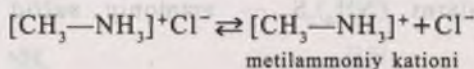
**Kimyoviy xossalari.** a. Aminlar, ammiak singari azot atomida bir juft taqsimlanmagan elektronlari hisobiga suv molekulasini birlashtirib olib, asos xossasini namoyon qiladi. Shu sababli, ularni *organik asoslar* deyiladi.



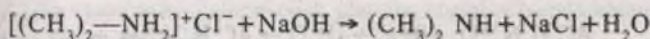
b. Aminobirikmalar kislotalar bilan birga tegishli tuzlar hosil qiladilar:



d. Bu hosil bo'lgan moddalar qattiq holatda bo'lib, ammoniy tuzlari singari, suvda yaxshi eriydi va eritmalari elektr tokini o'tkazadi, chunki ular dissotsilanadi:

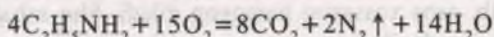


e. Aminlarning ammoniy tuzlariga o'xshash yana bir xususiyati — ularning tuzlarga ishqorlar ta'sir ettirilsa, qaytadan tegishli aminobirikma ajralib chiqadi:



Aminlarning bu xususiyatlari boshqa organik moddalarda kuzatilmaydi. Ularning bu xususiyatidan foydalanib, aminobirikmalarni boshqa organik moddalar bilan aralashmalaridan ajratib olinadi.

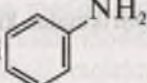
f. Aminobirikmalar ammiakdan farqli ravishda havo kislorodi ishtirokida yonganda azot molekulasini hosil qiladi:



ya'ni azot sof azotgacha oksidlanadi. Bu holni hosil bo'layotgan azot molekulasini ( $N_2$ )ning eng barqaror molekulalardan biri ekanligi bilan tushuntirilsa bo'ladi.

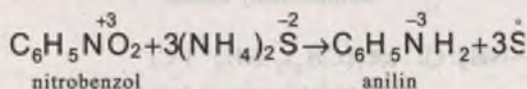
### XXXIII.3. Aromatik aminlar

Aromatik aminlarning eng ko'p ishlatiladigan va o'rganilgan vakili

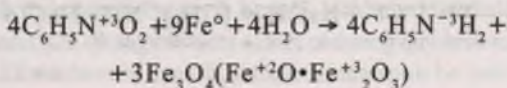
anilin yoki aminobenzoldir —  $C_6H_5NH_2$  yoki 

**Anilin** o'ziga xos hidli suyuqlik.  $t^{\circ}_{\text{cuyuq}} = 6^{\circ}C$ ,  $t^{\circ}_{\text{qaynash}} = 184^{\circ}C$ . Uzoqroq tursa rangi qorayadi. Anilinni tarkibiga ko'ra ammiakdagi bir vodorod atomining fenil radikaliga almashinuvdan hosil bo'lgan modda yoki benzol halqasidagi bir atom vodorodi aminogruppaga almashingan hosilasi deyish mumkin.

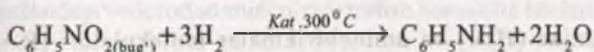
**Olinishi.** Aromatik birlamchi aminlar, shu jumladan, anilin ham 1842 yilda N. N. Zinin tomonidan kashf qilingan reaksiya asosida sintez qilinadi. Zinin reaksiyasi — aromatik nitrobirikmalarni  $(NH_4)_2S$  — ammoniy sulfid ta'sirida qaytarishdir:



Anilin sintez qilishning boshqa usuli ham mavjud bo'lib, u nitrobenzolni cho'yan qirindisi va xlorid kislotasi aralashmasi ishtirokida qaytarishdir:



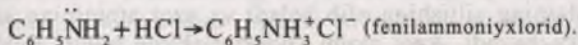
Anilin olishning keyingi yillarda yaratilgan qulay usuli — nitrobenzol bug'larini  $H_2$  gazi bilan katalizator ishtirokida qaytarishdir:



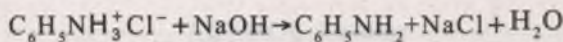
Bu usullar bilan anilinning gomologlaridan toluidin ( $CH_3-C_6H_4-NH_2$ ) ham olinadi. Anilin, toluidin lak-bo'yoq sanoatining asosiy xomashyosidir (78-rasmga qarang).

**Kimyoviy xossalari.** Anilinning kimyoviy xossalari —  $NH_2$  va benzol halqasining elektron tuzilishlari hamda ularning birbiriga ta'siri bilan tushuntiriladi.

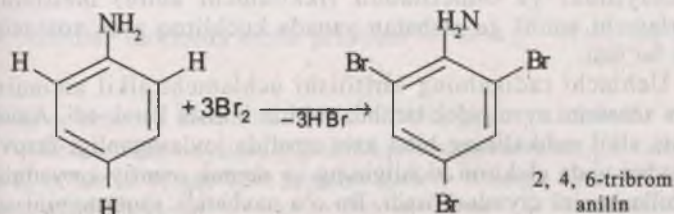
1. Benzol halqasi  $NH_2$  — gruppasi elektron zichligini o'ziga tortgani uchun aminogruppaning asoslilik xususiyati (kamayadi) pasayadi, shu sababli anilinning suvli eritmasi lakmusni ko'k rangga bo'yay olmaydi. Lekin juda kuchsiz asos sifatida kislotalar bilan tuzlar hosil qiladi:



Hosil bo'lgan tuz *anilingidroxlorid* deb ham aytiladi, suvda yaxshi eruvchan tuz bo'lib, elektrolit xossasiga ega. Mo'l ishqor ta'sirida qaytadan anilinga aylanadi:



2. Anilin benzol halqasi hisobiga almashinish reaksiyasiga juda oson kirishadi. Agar anilinga brom ta'sir ettirilsa, — $NH_2$  gruppaga nisbatan orto- va para-holatdagi vodorod atomlari bromga almashinadi:

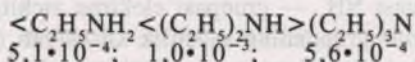
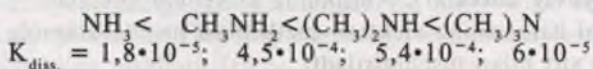


Anilin va uning hosilalarini olish, ularning xossalari hamda ishlatilishi 78-rasmda aks ettirilgan.

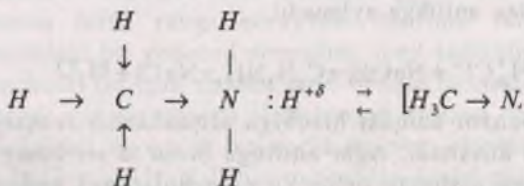


## Alifatik va aromatik aminobirikmalarining asosli xossalarini qiyoslash

Ammiak ( $H_3N$ ) va aminobirikmalar molekulari ( $R-NH_2$ ,  $R_2NH$ ,  $R_3N$ )dagi azot atomlarining elektron tuzilishi o'xshash bo'lib, har bir azot atomida bir juft taqsimlanmagan elektronlari hisobiga asoslilik xossasini namoyon qiladi. Alkil aminlarning asoslik xossasi ammiaknikidan kuchli:



Chunki ammiak molekulasidagi vodorod atomining alkil radikali ( $CH_3-$ )ga almashtirilishi azot atomi tomon elektronlarning siljishiga olib keladi va azot atomining asoslik xossasi kuchayadi. Azot atomi yuqori elektron buluti zichligiga ega bo'lgani uchun suv molekulasidagi protonni o'ziga kuchli tortib,  $OH^-$  — ionini osonlik bilan ajralishiga sabab bo'ladi:

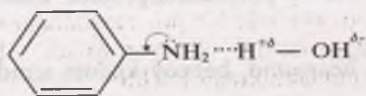


Ikkinchi  $CH_3^-$  radikalining kiritilishi bu xususiyatni yanada kuchaytiradi va dimetilamin (ikkilamchi amin) metilamin (birlamchi amin) ga nisbatan yanada kuchliroq asos xossasiga ega bo'ladi.

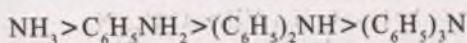
Uchinchi radikalning kiritilishi uchlamchi alkil aminning asos xossasini avvalgidek tartibda oshirib borishi kerak edi. Ammo uchta alkil radikalining bitta azot atrofida joylashganligi fazoviy jihatdan unda elektron zichligining va demak manfiy zaryadning stabillashuvini qiyinlashtiradi. Bu o'z navbatida azot atomini suv molekulari tomonidan gidratlanishiga to'sqinlik qiladi va aminning asos xossasining biroz kuchsizlanishiga sabab

bo'ladi. Lekin radikalning kattalashuvi ( $CH_3-$  o'rniga  $C_2H_5-$  bo'lishi) aminlarning asoslilik xossasining sezilarli oshishiga olib keladi.

Aromatik aminlarda benzol halqasining borligi azot atomidagi elektron zichligini uning tomoniga siljishiga va azotning asoslik xossasi (suv molekulasidagi vodorod atomini o'ziga tortish xossasi)ni kuchsizlantiradi:



Aromatik halqalar sonining ortishi kutilganidek, aminlarning asoslik xossasini kamaytirib boradi:



$K_{\text{diss.}} = 1,8 \cdot 10^{-5}; 4,2 \cdot 10^{-10}; 6,0 \cdot 10^{-14}; 6,0 \cdot 10^{-14}$  dan ham kichik.

Anilin molekulasidagi benzol halqasida  $\text{NH}_2$  — gruppada *orto*-holatda  $\text{CH}_3$  — radikalining kiritilishi uning asoslik xossasini kamaytirsa, *meta*- va *para*- holatda bo'lishi esa aromatik aminning asoslilikini oshiradi.

Anilin molekulasiga  $\text{Cl}$ — yoki  $\text{NO}_2$ — kabi elektron-akseptor o'rinbosarlarning *para*-holatda kiritilishi mos ravishda ( $K_{\text{diss.}} = 1,0 \cdot 10^{-10}$  va  $1,0 \cdot 10^{-13}$ ) asoslik xossasini kamaytiradi.

#### XXXIII.4. Amidlar

Kislotalar tarkibidagi karboksil gruppaning gidroksil guruhini aminogruppaga almashinuvidan hosil bo'lgan organik moddalarga *amidlar* deyiladi.

Amidlar tarkibida amid gruppasi —  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  bo'lib,

ularning umumiy formulasi  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  ga to'g'ri keladi.

Amidlarning nomlari tegishli kislota anoni nomiga "amid" so'zi qo'shish bilan, yoki tegishli kislota nomiga "amidi" so'zi qo'shib aytiladi:

$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  formamid, chumoli kislota amidi

$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  atsetamid, sirka kislota amidi

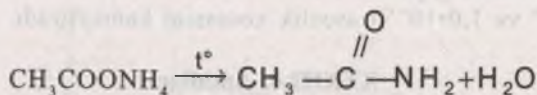
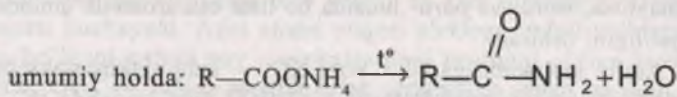
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  propiamid, propion kislota amidi

$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$  benzamid, benzoy kislota amidi

Amidlarning izomeriyasi amid gruppaga birikkan radikalning izomeriyasidan kelib chiqadi.

### Amidlarning olinishi

1. Karbon kislotalarning ammoniyli tuzlarini qizdirib amidlar olinadi:

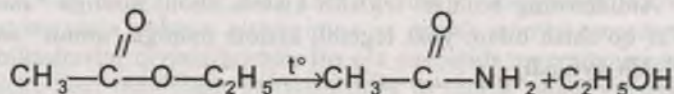
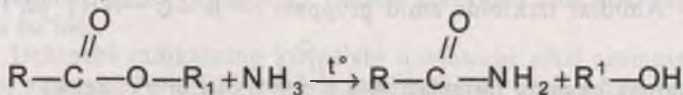


ammoniy atsetat

atsetamid

2. Murakkab efirlarga ammiak ta'sir ettirish (ammonoliz) usuli bilan olinadi. Reaksiya mahsuloti sifatida kislota amidi va tegishli spirt hosil bo'ladi:

umumiy holda:

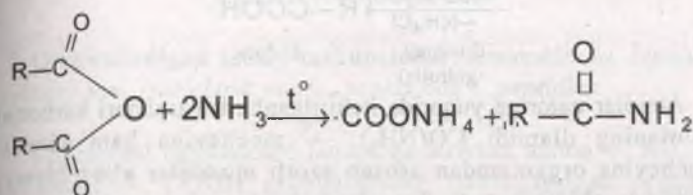


etilatsetat

atsetamid

etilspirt

3. Kislota angidridlariga ammiak ta'sir ettirib olinadi:

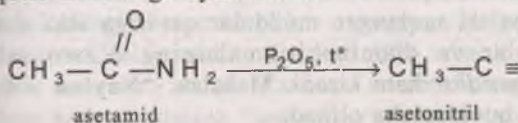


**Fizik xossalari.** Chumoli kislota amidlaridan boshqa barcha amidlar kristall, suvda eriydigan moddalardir. Chumoli kislota amidlari o'ziga xos hidli suyuqliklar, kuchli erituvchilik xossasiga ega.

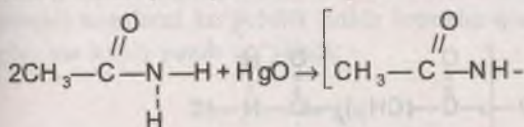
Masalan: dimetilformamid  $\text{HC}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{N}}(\text{CH}_3)_2$   $153^\circ\text{C}$  da qaynaydigan suyuqlik. Moddalarni tanlab erituvchanlik xossasi bo'lgani uchun atsetilenni ( $25^\circ\text{C}$  da 1 l da 31,4 l asetilen eriydi) gazlar aralashmasidan ajratishda ishlatiladi.

**Kimyoviy xossalari.** Amidlarning kimyoviy xossasi amid gruppining xususiyati va tuzilishi bilan izohlanadi.

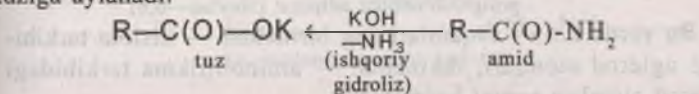
1. Suv tortib oluvchi moddalar ta'sirida amidlar suvni yo'qotib nitrillarga aylanadilar:

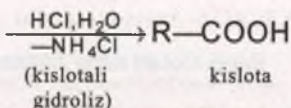


2.  $\text{NH}_2$  — gruppasi tarkibidagi N-atamlari harakatchan bo'lgani uchun ayrim metallar yoki ularning oksidlari ta'sirida metall bilan birikma (amid) lar hosil qiladilar.



3. Amidlar kislotali va ishqoriy gidrolizlanib kislota va uning tuziga aylanadi:



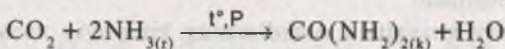


Amidlar qatoriga yuqorida keltirilganlardan tashqari karbonat kislotaning diamidi  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — mochevina ham kiradi. Mochevina organizmdan asosan azotli moddalar almashinuvi natijasida chiqib ketadi. Texnikada *karbamid* nomi bilan ham yuritiladi. Oq rangli, suvda yaxshi eruvchan kristall modda. Tarkibida 46,6% azot elementi bo'lgani uchun azotga eng boy o'g'it sifatida ishlatiladi.

*Karbamin kislota*  $\text{CO}(\text{OH})\text{NH}_2$  efirlari *uretan* preparatlari deyiladi va tibbiyotda uxlatuvchi va og'riqni qoldiruvchi dori vositasi hisoblanadi.

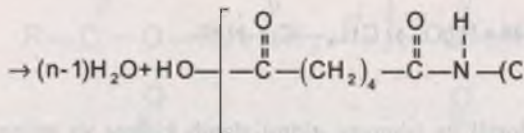
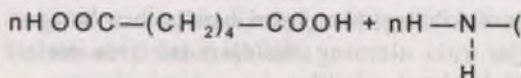
Karbamid kimyo sanoatining eng muhim xom ashyosi bo'lib, formaldegid bilan polikondensatsiyalanib karbamid smolasini hosil qiladi.

Mochevinani sanoatda olish:



Mochevina tibbiyot sanoatida dorilar (verenal — uyqu keltiruvchi) ishlab chiqishda ishlatiladi.

Amid gruppalari saqlangan moddalar qatoriga ikki asosli karbon kislotalar va diaminobirikmalarning o'zaro ta'sir mahsuloti *poliamidlar* ham kiradi. Masalan: "Naylon — 6,6" poliamid tolasi quyidagicha olinadi:



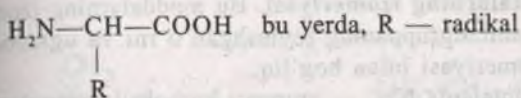
poligeksameten adipinat (Naylon—6,6)

Bu yerda 6,6 — raqamlarining birinchisi — kislota tarkibidagi uglerod atomlari, ikkinchisi — aminobirikma tarkibidagi uglerod atomlari sonini ko'rsatadi.

### XXXIII.5. Aminokislotalar

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar.** *Aminokislota, bipolyar (svitter) ion, izoelektrik nuqta, peptid bog'i, peptidlar.*

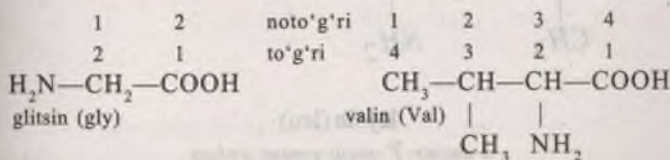
Molekulasi uglevodorod radikaliga birikkan amino —  $\text{NH}_2$  va karboksil —  $\text{COOH}$  gruppalaridan tarkib topgan organik moddalar *aminokislotalar* deb ataladi. Aminokislotalar quyidagi umumiy formulaga ega:



Aminokislotalar “amino” — va “karboksil” gruppalarining soniga, shuningdek, ular birikkan radikalning turiga qarab monoaminokarbon, diaminokarbon, aminodikarbon ularning alifatik, aromatik vakillari, shuningdek, geterohalqali aminokislotalar sinfiga bo'linadi. Molekulasi bitta  $\text{NH}_2$  — gruppaga va bitta —  $\text{COOH}$  gruppali aminokislotalar aminomonokarbon kislotalar deyiladi (17-jadval).

**Nomenklaturasi.** Aminokislotalarni karbon kislotalar molekulasidagi H-atomini  $\text{NH}_2$  — gruppaga almashinuvidan hosil bo'lgan moddalar sifatida qaraladi. Shu sababli aminokislotalar empirik nom bilan ataladi. Ratsional nomenklaturaga ko'ra tegishli karbon kislota nomiga “amino” — so'zi qo'shish bilan hosil qilinadi.

Aminokislotalar tarixiy nomlanishga ham ega. Aminosirka kislotaning tarixiy nomi — *glitsin*, aminopropion kislotasi — *alanin*, aminoizopentan kislotasi — *valin* deb nomlanadi. O'qiriy (trivial) nomlarni ko'pchilik holda lotincha qisqartirilgan holda (gly, ala kabi) yozib qo'yiladi:



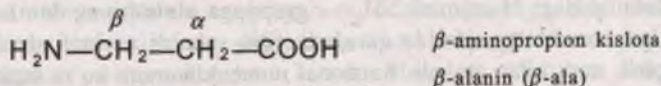
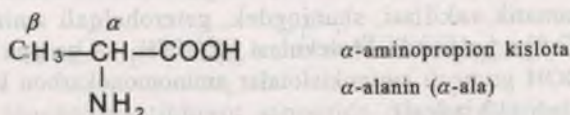
( $\alpha$ -aminoizovalerian kislotasi)

Molekulasi bitta  $\text{—NH}_2$  va ikkita  $\text{—COOH}$  gruppali aminokislotalar ikki asosli aminokislotalar deyiladi. Masalan:  $\text{HOOC—CH(NH}_2\text{)—CH}_2\text{—COOH}$  — asparagin kislotasi yoki aminosirka kislotasi ham deyiladi.

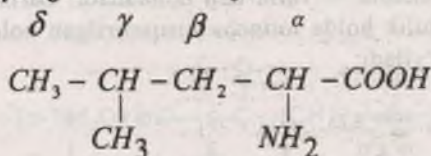
Sistematik nomlashga ko'ra, aminokislota molekulasidagi karboksil gruppasining C-atomi birinchi raqamlanib, keyin aminogruppa birikkan uglerod atomi raqami, undan keyin tarmoqlangan zanjirdagi C-atom(lar)i raqami va radikallar nomi aytilib, oxirida asosiy zanjirga to'g'ri keluvchi kislotasi nomi aytiladi. Bu nomlashga ko'ra: *glitsin* — 2-aminosirka kislotasi; *valin* — 2-amino-3-metilbutan kislotasi, deb nomlanadi.

**Aminokislotalarning izomeriyasi.** Bu moddalarning izomeriyasi, asosan, aminogruppaning joylashgan o'rni va uglevodod radikalini izomeriyasi bilan bog'liq.

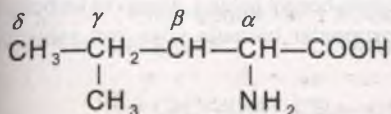
a) aminokislotalarda  $\text{NH}_2$  — gruppasi karboksil gruppalariga nisbatan 1—C atomi ( $\alpha$ -holat)da; 2—C atomi ( $\beta$ -holat)da; 3—C atomi ( $\gamma$ -holat)da joylashishi mumkin. Shunga ko'ra alaninning ikkita izomeri mavjud:



b) uglerod zanjirining izomeriyasiga ko'ra aminokislotaning izomeriyasi quyidagicha bo'ladi. Chunki  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_2\text{N}$  aminokislotaning quyidagi izomerlari mavjud:

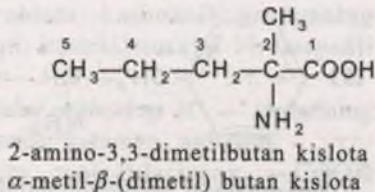
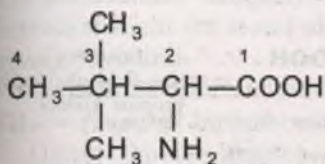


leysin (leu)  
 $\alpha$ -amino- $\gamma$ -metil pentan kislotasi.



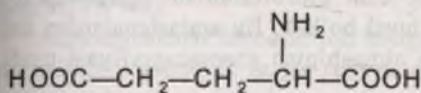
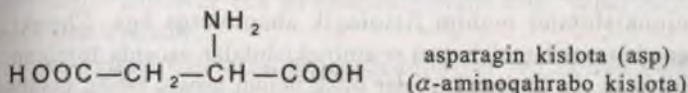
$\alpha$ -amino- $\beta$ -metil pentan kislota.

Bu ikki izomer oqsillar tarkibiga kiruvchi tabiatda mavjud 22 aminokislota qatoriga kiradi. Lekin umuman aminokislotalarning soni 70 dan ortiqligini e'tiborga olsak, bu tarkibga yana quyidagi  $\alpha$ -aminokislotalar to'g'ri keladi:



2-amino-3,3-dimetilbutan kislota  
 $\alpha$ -metil- $\beta$ -(dimetil) butan kislota

2-amino-2-metilpentan kislota yoki  
 $\alpha$ -amino- $\alpha$ -metilpentan kislota



glutamin kislota (glu)  
( $\alpha$ -aminoglutar kislota)



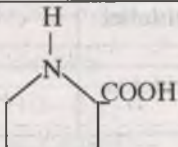
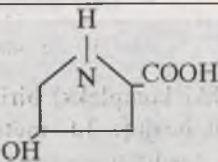
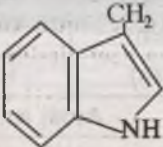
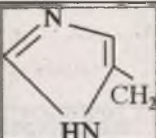




?	Nomi (qisqacha nomi)	R	pl
1.	Glitsin (glikokol (gly))	H <sup>-</sup>	5,97
2.	?lanin (ala)	CH <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6,02
3.	Valin (val) <sup>a</sup>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> —CH—	5,97
4.	Leysin (leu) <sup>a</sup>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> HCH <sub>2</sub>	5,98
5.	Izoleysin (ileu) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )—	6,02
6.	Fenilalanin (phe) <sup>a</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —CH <sub>2</sub> —	5,88
Ikki asosi (kislotali) aminokislotalar			
7.	?sparagin kislotali (asp)	HOOC—CH <sub>2</sub> —	2,871
8.	Glutamin kislotali (glu)	HOOCCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	3,221
Oksi aminokislotalar			
9.	Serin (ser)	HO—CH <sub>2</sub> —	5,68
10.	Treonin (thr) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> CH(OH)—	6,53
11.	Tirozin (tyr)	HO—C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> —CH <sub>2</sub>	5,65
?midoaminokislotalar			
12.	?sparagin (asn)	H <sub>2</sub> NC(O)CH <sub>2</sub> —	5,41
13.	Glutamin (gln)	H <sub>2</sub> NC(O)CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	5,65
?sosi aminokislotalar			
14.	Lizin (lyz) <sup>a</sup>	H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	9,74
15.	?rginin (arg)	$  \begin{array}{c}  \text{HN} \\  \parallel \\  \text{C} - \text{NH} - (\text{CH}_2)_3 - \\  \parallel \\  \text{H}_2\text{N}  \end{array}  $	10,76
Oltinugurtli aminokislotalar			
16.	Metionin (met) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> —S—CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	5,75
17.	Sistein (cyst)	HS—CH <sub>2</sub> —	5,02
18.	Sistin (cys-syc)	—CH <sub>2</sub> —S—S—CH <sub>2</sub> —	5,06 <sup>1-</sup>
Geterosiklik aminokislotalar			

Keng tarqalgan  $\alpha$ -aminokislotalar R—CH(NH<sub>2</sub>)COOH

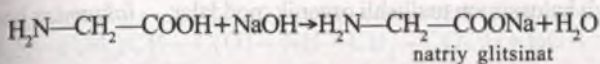
№	Nomi (qisqacha nomi)	R	pl
1.	Glitsin (glikokol (gly)	H <sup>-</sup>	5,97
2.	Alanin (ala)	CH <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6,02
3.	Valin (val) <sup>a</sup>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> —CH—	5,97
4.	Leysin (leu) <sup>a</sup>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> HCH <sub>2</sub>	5,98
5.	Izoleysin (ileu) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )—	6,02
6.	Fenilalanin (phe) <sup>a</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —CH <sub>2</sub> —	5,88
Ikki asosli (kislotali) aminokislotalar			
7.	Asparagin kislotali (asp)	HOOC—CH <sub>2</sub> —	2,871
8.	Glutamin kislotali (glu)	HOOCCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	3,221
Oksi aminokislotalar			
9.	Serin (ser)	HO—CH <sub>2</sub> —	5,68
10.	Treonin (thr) <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> CH(OH)—	6,53
11.	Tirozin (tyr)	HO—C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> —CH <sub>2</sub>	5,65
Amidoaminokislotalar			
12.	Asparagin (asn)	H <sub>2</sub> NC(O)CH <sub>2</sub> —	5,41
13.	Glutamin (gln)	H <sub>2</sub> NC(O)CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —	5,65
Asosli aminokislotalar			

№	Nomi (qisqacha nomi)	R	pl
14.	Lizin (lyz) <sup>a</sup>	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	9,74
15.	Arginin (arg)	$\begin{array}{c} \text{HN} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{NH} - (\text{CH}_2)_3 - \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	10,76
Oltinugurtli aminokislotalar			
16.	Metionin (met) <sup>a</sup>	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2-$	5,75
17.	Sistein (cyst)	$\text{HS}-\text{CH}_2-$	5,02
18.	Sistin (cys-syc)	$-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-$	5,06 <sup>1-</sup>
Geteroskiklik aminokislotalar			
19.	Prolin* (pro)		6,10
20.	Oksiprolin* (hyrpo)		5,78
21.	Triptofan <sup>a</sup>		5,88
22.	Gistidin		7,58

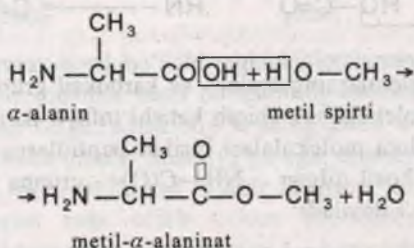
Izoh: 1 — birinchi karboksil gruppaga uchun qiymat berilgan.

a) almashinmaydigan aminokislotalar.

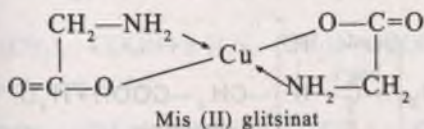
\* — bu aminokislotalarning to'liq formulalari keltirilgan.



b) kislotalar singari spirtlar bilan reaksiyaga kirishib murakkab efirlar hosil qiladilar:

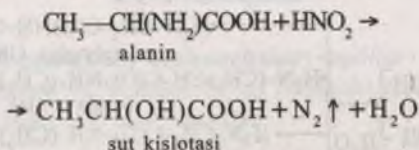


3. Barcha  $\alpha$ -aminokislotalar uchun ularning mis (II)- gidroksid bilan chiroyli kristallanuvchi to'q-ko'k rangli kompleks tuzi hosil bo'lishi xosdir. Bunday kompleks tuzlar *xelatlar* deyiladi:



Bunday (ichki kompleks) birikmalarni boshqa aminokislotalar ham qator boshqa 3d- metallar ionlari bilan ham hosil qilish xossasiga egadirlar.

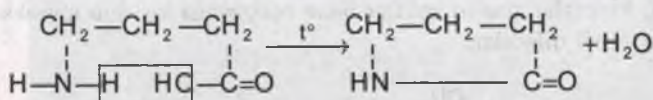
4. Aminokislotalarga nitrit kislota ta'sir ettirilganda oksikislota hosil bo'lib, suv va azot ajralib chiqadi:



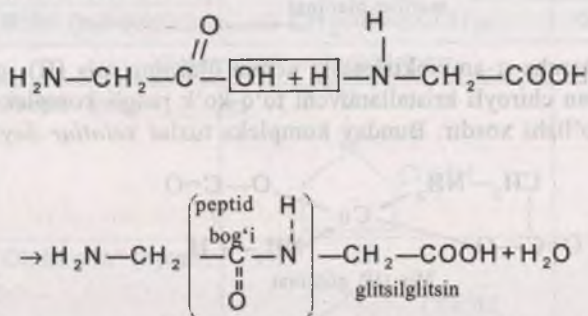
*Bu reaksiyadan aminokislotalardagi aminogrupperning miqdorini aniqlashda foydalaniladi. Buning uchun ajralib chiqayotgan azotning hajmi o'lchanadi.*

5.  $\gamma$ ,  $\delta$  yoki  $\varepsilon$ -aminokislotalarda aminogruppa bilan  $-\text{COOH}$  gruppasi bir-biridan uzoqda joylashadi. Lekin, ular qizdirilganda uglevodorod radikalining bukiluvchanligi hisobiga bu grupperlarning o'zaro ta'sirla-

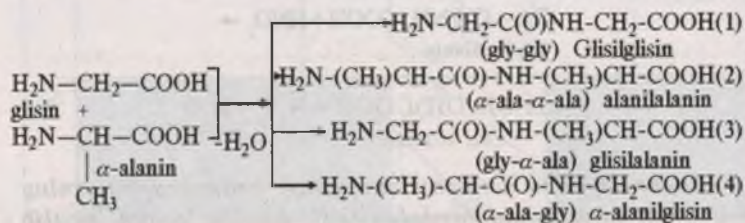
shuvi tufayli halqasimon tuzilishli organik moddalar — *laktamlar* hosil bo'ladi:



6. Aminokislotalarning amino- va karboksil gruppalari o'zaro ta'siridan bir molekula suv chiqib ketishi tufayli ikki (yoki undan ko'p) aminokislota molekulari birikib peptidlarni hosil qiladilar. Peptidlarni hosil qilgan —NH—C(O)— gruppaga (*amid bog'i*) yoki *peptid bog'i* deyiladi:



Dipeptid hosil bo'lishida ikki xil aminokislota ishtirok etsa, 4 xil dipeptid hosil bo'ladi. Misol: glitsin va  $\alpha$ -alanindan hosil bo'ladigan dipeptidlar:



Dipeptidlarni nomlashda avval birinchi turgan aminokislota qoldig'i, keyin ikkinchi aminokislota nomi aytiladi.

Dipeptidlar kislotali muhitda gidrolizlanib, qaytadan dastlabki aminokislotalarni hosil qiladi:





$\alpha$  — Aminokislotalarning polikondensatsiyalanishidan hosil bo'lgan va polipeptid bog'lari saqlagan tabiiy yuqori molekulyar moddalar oqsillar deyiladi.

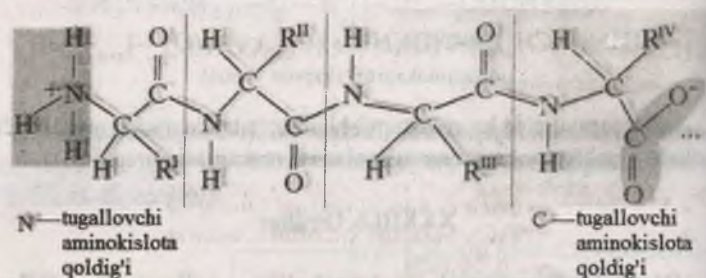
Oqsillar tirik organizmlar hayotini ta'minlab turuvchi asosiy moddalar bo'lib, ularning tuzilishi juda murakkabdir.

*Ayrim oziq-ovqat mahsulotlaridagi oqsil moddalarning miqdori (% hisobida)*

Go'shtda	12,9—14	No'xatda	22
Jigarda	18—19	Sutda	3,4
Buyrakda	16—17	Sholida	8
Tuxumda	12	Makkajo'xorida	8
Kartoshkada	2		

Har qanday oqsilning o'ziga xos eng asosiy qismi — uning — C(O) — NH— peptid bog'idir. Peptid bog'larning hosil bo'lishi yuqoridagi mavzuda tushuntirib o'tildi.

Oqsillar — polipeptidlardir, ya'ni ko'p sonli (200—10000000 gacha)  $\alpha$ -aminokislotalarning qoldiqlaridan tashkil topgan polimer moddalardir. Umumiy holda polipeptidlarni quyidagicha tasvirlash mumkin:



$\text{R}^I, \text{R}^{II}, \text{R}^{III}, \text{R}^{IV}$  —  $\alpha$  — aminokislotalarning tarkibiga kiruvchi radikallar.

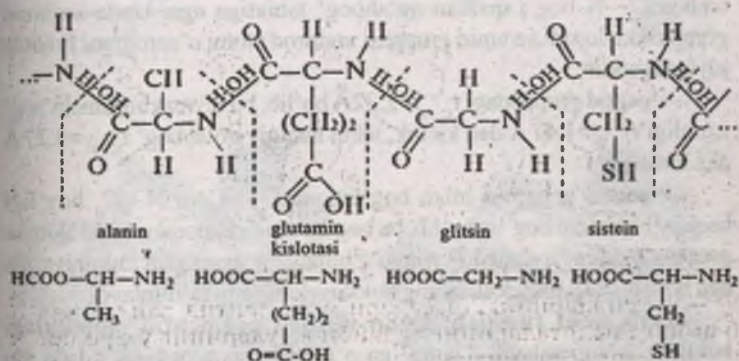
Tik chiziqlar bilan polipeptidni hosil qilgan aminokislota qoldiqlari ajratilgan.

Oqsil makromolekulasida aminokislota molekulari qoldiqlari o'rtasida peptid bog'lari mavjudligi gipotezasini A. Ya. Danilevskiy (1888 y.) aytgan, XX asrning boshlarida nemis olimi E. Fisher 19 aminokislotadan iborat polipeptidni sintez qilib, bu gipotezaning to'g'riligini isbotladi. Oqsillar tarkibiga turli sonli 22 xil  $\alpha$ -aminokislota qoldiqlari kiradi. Masalan: insulin — 51, mioglobin — 140ta ami-

nokislota qoldig'idan iborat bo'lsa, qon gemoglobining tarkibi ( $C_{738}H_{1166}O_{208}N_{203}S_2Fe_4$ ) bo'lib, 4 ta  $\alpha$ - va 2 ta  $\beta$ -gemoglobin birikmasidan iboratdir ( $M=4 \times 16312=65248$ ). Bundan shunday xulosa qilish mumkinki, oqsillar juda "katta" molekularlar bo'lib, ular tarkibiga ko'p sonli  $\alpha$ -aminokislota qoldiqlari kiradi va bunday molekularlarning tuzilishi juda murakkabdir.

**Oqsillarning tuzilishi.** Oqsillarning tuzilishi ularning gidrolizlanish mahsulotlarini o'rganish bilan aniqlangan. Gidrolizlanish oqsillarning eng asosiy xossalaridan biri bo'lib, oqsillardagi peptid bog'lari suv molekulari ta'sirida uzilib, reaksiya mahsulotlari sifatida  $\alpha$ -aminokislotalar hosil bo'ladi.

Oqsillarning birlamchi tuzilishini F.Senger kashf etgan. U birinchi marta 1951-1953-yillarda  $C_{254}H_{377}N_{65}O_{75}S_6$  tarkibli insulin oqsilining aminokislotalar ketma-ketligini aniqladi. Insulin sulfid bog'lari bilan tutashgan 2 ta polipeptid zanjiridan tuzilgan, 1-zanjirda 21 ta, 2-zanjirda 30 ta aminokislota qoldig'i, jami 51 ta aminokislota bor. Keyinchalik oqsilning birlamchi tuzilishini avtomatik aniqlaydigan analizatorlar va shu axborot do'yicha tegishli aminokislotalardan oqsilni sintezlaydigan sintezatorlar yaratildi. Hozirgacha 2000 ta oqsilning birlamchi tuzilishi aniqlangan. Masalan, sitoxrom 104 ta, mioglobin 153 ta,  $\alpha$ -gemoglobin 141 ta,  $\beta$ -gemoglobinni 145 aminokislota hosil qiladi. Quyidagi oqsil bo'lagining gidrolizini ko'rib chiqaylik:



Gidroliz reaksiyalari tufayli oqsil makromolekulalari bo'linib, kichik molekulyar birikmalar ( $\alpha$ — aminokislota) holiga o'tib, organizm tomonidan ularning o'zlashtirilishi osonlashadi. O'zlashtirilgan aminokislotalar qaytadan yangi oqsil molekularini hosil qilib organizmning to'qimalariga gormonlar, fermentlar va boshqa organizm hayotini ta'minlovchi asosiy biologik moddalarga aylanadilar.

Kimyo va zamonaviy fizik-kimyoviy usullarning yaratilishi oqsillarning tuzilishini o'rganish imkoniyatini berdi. Bu tadqiqot usullarining natijalari asosida oqsillar birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlarga ega ekanligi aniqlangan.

**Birlamchi tuzilish** — oqsillarning kimyoviy tuzilishi bo'lib, oqsil peptid bog'lari orqali bog'langan ko'p sonli  $\alpha$  — aminokislotalar qoldiqlaridan iborat uzun zanjirli molekular ekanligini ko'rsatuvchi tuzilishdir. *Agar bu zanjirdagi aminokislotalar qoldiqlari 100 ta gacha bo'lsa polipeptidlar deyiladi, undan ko'p bo'lsa oqsil deyiladi.*

Birlamchi tuzilishni tashkil etgan polipeptid zanjirini rentgen tuzilish usuli bilan o'rganish natijalari asosida L. Poling (1930 y.) oqsil konformatsiyasi (oqsil molekulasida tarkibidagi atomlarning fazoviy joylashuvi) to'g'risida dastlabki quyidagi aniq xulosalarga keldi:

— Oqsillarning xossalari polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning tarkibi va ularning o'zaro ketma-ketligiga bog'liqdir;

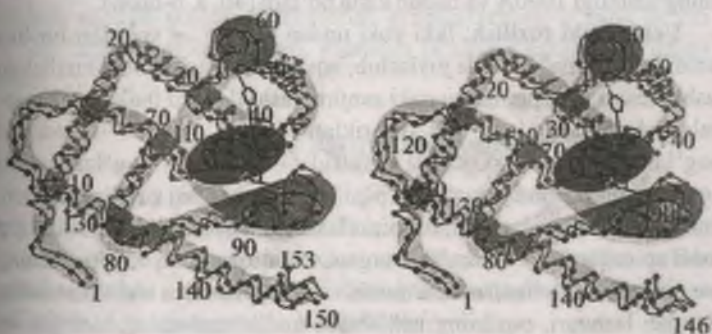
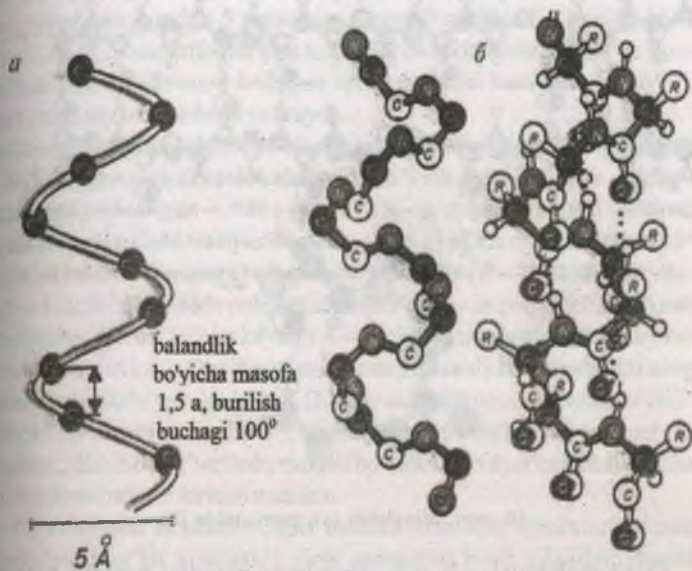
— peptid gruppasi "qattiq" tekis (planar) tuzilishli bo'lib undagi C—N bog'i qisman qo'shbog' tabiatiga ega. Unda karbonil gruppasi kislorodi va amid gruppasi vodorod atomi o'zaro trans holatda joylashgandir;

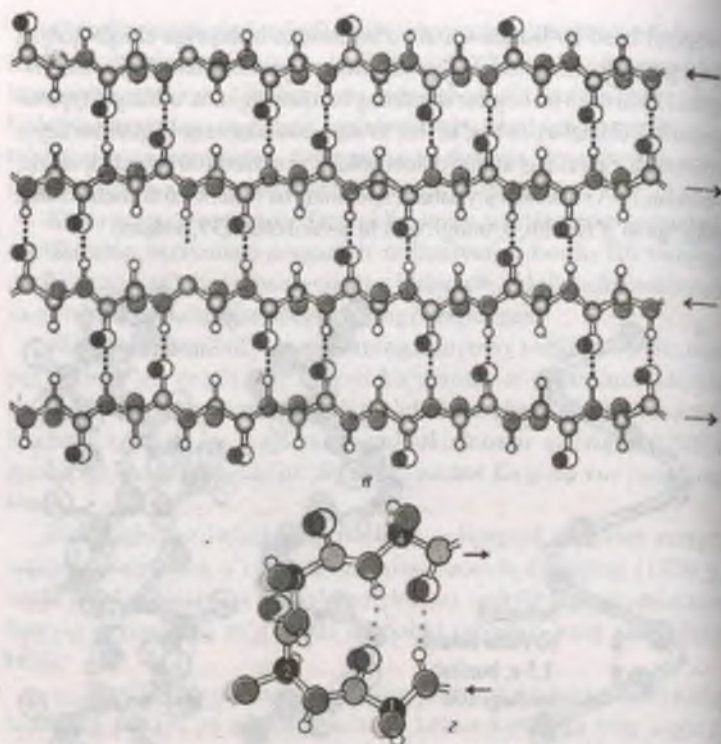
— peptid gruppada  $r_{C-N} = 1,32 \text{ \AA}$  bo'lib, bu qiymat birlamchi bog' uzunligi  $r_{C-N} = 1,47 \text{ \AA}$  dan kichik, lekin haqiqiy qo'shbog'  $r_{C-N} = 1,27 \text{ \AA}$  dan kattadir.

— peptid gruppasi bilan bog'langan  $C_{\alpha}$ —C va N— $C_{\alpha}$  bog'lari haqiqiy birlamchi bog'lar bo'lib, bu bog'lar atrofida atomlar (yoki atomlar gruppasi) erkin "aylanishi" yoki o'z holatini o'zgartirish imkoniyatiga ega bo'lib, oqsil molekulasining bukiluvchanligini ta'minlaydi.

**Ikkilamchi tuzilish.** Uzun zanjirli polipeptid molekulasida bukiluvchanligi sababli, "lenta" ga o'xshash, spiralni hosil qiladi. Bu oqsillarning ikkilamchi tuzilishi bo'lib, spiralning yo'nalishi soat millari bo'yicha bo'lsa (o'ng spiral)  $\alpha$  — spiral, teskari yo'nalish bo'yicha bo'lsa (chap spiral)  $\beta$  — spiral deyiladi (39-rasm).

Spiral hosil bo'lishida spiral yo'nalishidan tashqariga chiqib qolgan peptid gruppalarining tarkibidagi kislorod va vodorod atomlari o'zaro H-bog'lari hosil qilib bu bog'lar spiralning barqarorligini ta'minlaydi (spiral-dagi punktir chiziqlar). H-bog'lari har to'rtta aminokislota qoldiqlaridan keyin takrorlanadi. Spiraldagi aminokislota qoldiqlari o'zaro  $100^\circ$  burchak ostida, bir-biridan  $1,5\text{\AA}$  masofada joylashadi, spiralning bir o'rami 3,6 ta aminokislota qoldig'iga to'g'ri kelib, uzunligi  $5,4\text{\AA}$  ni tashkil etadi (39, a-rasm).





40-rasm. Mioglobin (a), gemoglobin (b).

Oqsil molekularida  $\alpha$  — spiralling uzunligi turlicha bo'ladi. Masalan, mioglobin va gemoglobinda  $40\text{\AA}$  ni tashkil etsa, ba'zi oqsillarda uning uzunligi  $1000\text{\AA}$  va undan katta bo'ladi (40, a, b-rasm).

**Uchlamchi tuzilish.** Ikki yoki undan ortiq  $\alpha$  — spirallar bir-biri atrofida "o'rama" holatda joylashib, oqsillarning uchlamchi tuzilishini tashkil etadi. Bu spirallar yonaki zanjiri tashkil etgan funksional gup-palar ishtirokida o'zaro tuz ko'priklari ( $>\text{NH}_2^+\dots^-\text{OOC}-$ ), vodorod bog'lari ( $>\text{NH}\dots\text{O}=\text{C}<$ ) va disulfid ( $-\text{C}-\text{C}-$ ) bog'lari orqali bog'lanadilar. Bunday tuzilishli oqsillarga soch tolasi keratini, miozin, muskullar, teri epidermasi, fibroin, elastin, qon qotishmasi kiradi. Ko'p sonli spirallarning "o'ram"lari organizmda tolasimon to'qimalarning asosini, mexanik harakatni ta'minlovchi to'qimalarni tashkil etadilar. Bundan tashqari, oqsilning uchlamchi tuzilishi ularning biologik va o'ziga xos xususiyatlarini aniqlab beruvchi asosiy sababchisidir.

Keyingi yillarda (L. Poling va R. Kori) olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida oqsillarning  $\beta$  — yoyma tuzilishi mavjudligi aniqlandi.

$\beta$  — yoyma tuzilish  $\alpha$  — spiral tuzilishidan farq qilib, polipeptid molekula yoyilgan holatda bo'lib, tekis ko'rinishga ega (40, b-rasm).

Asosiy o'q bo'yicha joylashgan aminokislota qoldiqlari o'rtasidagi masofa  $3,5\text{\AA}$  ( $\alpha$  — spiraldagi  $1,5\text{\AA}$ )ga teng. Bu tuzilishining o'ziga xosligi shundaki, —NH va CO — peptid gruppalarini o'rtasida hosil bo'luvchi H — bog'lari ikki qatorda parallel ( $\rightleftharpoons$ ) yoki antiparallel yo'nalishda yonma-yon joylashgan 2 tadan 5 tagacha polipeptid zanjirlari o'rtasida hosil bo'ladi. Bunga misol sifatida ipak tolasi fibronini keltirish mumkin. Bundan tashqari, oqsillarning *kollagen* spiral tuzilishi ham mavjud bo'lib, suyak, teri, paylar tarkibida uchraydi.

Oqsillarning molekulari o'ta bukiluvchanligi bilan ajralib turadi. Bu bukiluvchan oqsil molekularida to'rtta aminokislota qoldig'i uzunligida joylashgan —NH— va —CO— gruppalarini o'zaro vodorod bog'lari hosil qilishi natijasida polipeptid zanjirlari yo'nalishi  $180^\circ$  ga (ya'ni teskari tomonga) o'zgaradi. Bu hodisa  $\beta$  — bukilish deyiladi.  $\beta$  — bukilish natijasida polipeptid zanjiri "U" — simon (soch shpilkasi) ko'rinishiga ega bo'ladi va keyingi  $\beta$  — bukilish zanjiri yo'nalishini yana shunday o'zgartiradi. Oqsillarning bunday xususiyati tufayli ularning globulyar tuzilishi yuzaga keladi. Bunday tuzilishli oqsillar "aylana o'ram" (klubok) ko'rinishiga ega bo'lib, ularda vodorod bog'laridan tashqari tuz ko'priklari, disulfid bog'lari ham mavjud bo'ladi. Globulyar tuzilishli oqsillar qatoriga fermentlarni kiritish mumkin.

**To'rtlamchi tuzilish.** Oqsil molekularining ayrimlari o'zaro nokovalent bog'lar vositasida yirik agregatlar hosil qiladilar. Bunda oqsil molekulari monomerlar singari o'zaro birikib yirik molekulyar (to'rtlamchi) tuzilishni yuzaga keltiradilar. To'rtlamchi tuzilish asosan yonaki funksional gruppalarining o'zaro ta'siri (H-bog'lanish, tuz ko'priklari, gidrofob ta'sirlar) natijasida yuzaga keladi.

### **Oqsillarning asosiy xususiyatlari**

*Oqsillarning fizik xossalari.* Oqsillar oddiy sharoitda suyuq (quyuq) — (tuxum oqsili, qon, silliq pardali sut oqsili, fermentlar) va qattiq (suyaklar, jun, ipak tolasi, teri, paylar, muskullar) holida bo'ladi. Odatda suyuq oqsillar globulyar, qattiqqlari — fibrillyar (tolasimon) tuzilishga ega bo'ladilar.

Oqsillarning asosiy fizik xususiyatlari qatoriga ularning eruvchanligi ham kiradi. Oqsillar suvda turlicha eriydi. Masalan, globulyar tuzilishli tuxum oqsili, fermentlar suvda eriydi. Fibrillyar tuzilishli oqsillar suvda erimaydi.

Oqsillarning eritmaları amfoter xossaga ega, ya'ni zanjirning boshlanishidagi amino gruppasi ( $-\text{NH}_3^+$ ), oxiridagi karboksil gruppasi ( $\text{COO}^-$ ) holatida bo'ladi.

*Oqsillarning asosiy kimyoviy xususiyatlari* qatoriga ularning gidrolizlanishi va denaturatsiyasi kiradi.

Oqsillarning gidrolizlanishi to'g'risida yuqorida qisman so'z yuritildi. Gidrolizlanish reaksiyalari asosan suvli eritmalarda ro'y beradi. Oqsillarning gidrolizi tirik organizmda maxsus oqsil moddalar biologik katalizator — fermentlar ta'sirida boradi. Gidroliz mahsulotlari sifatida ketma-ketlik bilan polipeptid  $\rightarrow$  oligopeptid  $\rightarrow$  dipeptid  $\rightarrow$  aminokislotalar hosil bo'ladi.

Sun'iy gidroliz reaksiyalari 6M HCl ta'sirida ( $110^\circ\text{C}$ ) 24 soat davomida olib boriladi. Gidroliz mexanizmi yuqoridagi singari bo'lib, so'nggi mahsulot  $\alpha$  — aminokislotalar aralashmasi hosil bo'ladi. *Bu aralashmadan aminokislotalar ion almashinish xromatografiyasi usuli bilan ajratib olinadi.*

**Oqsillar denaturatsiyasi.** *Turli kimyoviy va fizikaviy ta'sirlar natijasida oqsil molekularining tabiiy tuzilishi va biologik xossalarini yo'qotishi oqsil denaturatsiyasi deyiladi.*

Oqsil denaturatsiyasi uning ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi tuzilishlarining buzilishi bilan sodir bo'lib, faqat birlamchi tuzilishi — polipeptid zanjiri saqlanib qoladi. Masalan: sutning, tuxumning aynishi yoki pishishi; qonning quyuvlashuvi va qotishi; go'sht mahsulotlarining pishishi yoki aynishi va hokazolar.

Oqsil denaturatsiyasiga olib keluvchi sabablar:

a) *fizik ta'sirlar:*

— temperatura ortishi (qizdirish, qaynatish);

— ultratovush;

— radiatsiya;

— kuchli mexanik ta'sir (kuchli aylanma yoki tebranma harakat).

b) *kimyoviy ta'sirlar:*

— oksidlovchi yoki qaytaruvchilar ta'siri;

— eritma pH qiymati ( $\text{H}^+$  yoki  $\text{OH}^-$  ionlari miqdori)ning o'zgarishi;

— oqsil tarkibidagi H — bog'larini buzuvchi moddalar, masalan, (mochevina) ta'siri;

— oqsil tarkibidagi gidrofob ta'sirlarni buzuvchi moddalar ta'siri;

— og'ir metallar  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  — ionlarining ta'siri.

Bu ta'sirlar natijasida ro'y beradigan denaturatsiya jarayonlari qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin.

Kuchli temperatura ta'sirida (tuxum oqsili — albuminning qotishi, go'sht mahsulotining pishishi) og'ir metallar tuzlari bilan zaharlanish, radiatsiya ta'sirida sodir bo'ladigan denaturatsiya *qaytmas denaturatsiya* bo'ladi. Bunda oqsil o'zining biologik funksiyasini yo'qotadi.

Ayrim hollarda oqsil moddalarning unchalik "chuqur" bo'lmagan o'zgarishlarga uchrashi, ya'ni qaytar denaturatsiya sodir bo'ladi. Masalan, jun tolasini qayta ishlash (sochlarni pardozlash, bo'yash) jarayonlarida asosan ulardagi disulfid ( $-C-C-$ ) gruppalarini buzib SH — sulfigidril holatga o'tkaziladi (qaytaruvchilar ta'siri). Keyin oksidlovchilar (peroksid eritmasi) ta'sirida qaytadan  $-C-C-$  gruppalarini tiklanadi, oqsil dastlabki holatiga qaytadi.

Ba'zi hollarda oqsillar eritmalariga NaCl,  $(NH_4)_2SO_4$  kabi tuzlar, mochevina va boshqa moddalar qo'shilsa, oqsillar cho'kadi va ayrim xususiyatlarini yo'qotadi. Agar suv qo'shib eritmadagi bu moddalar konsentratsiyasi kamaytirilsa, qaytadan oqsil eritmaga o'tadi va xossalari qaytadan tiklanadi.

### *Oqsillarning turlari va ularning asosiy vazifasi*

Oqsillar tarkibi, organizmda bajaradigan vazifasi (funksiyasi) va tuzilishiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

#### *1. Tuzilishiga ko'ra:*

— **Fibrillyar oqsillar** (jun, ipak tolasini, suyak, muskul, pay to'qimalari, shoxsimon moddalar);

— **Globulyar oqsillar** (tuxum albumini, fermentlar sut tarkibidagi oqsillar):

#### *2. Organizmda bajaradigan vazifasi (funksiyasi)ga ko'ra:*

— **Fermentlar** (organizmda boradigan reaksiyalarni tezlashtiruvchi biokatalizatorlar). Tripsin, emulsin, pepsin, amilaza, lipaza va hokazo.

— **Organizm tuzilishini va harakatlanuvchanligini ta'minlovchi oqsillar** (teri, soch, tirnoq, tuyoq, shoxlarni hosil qiluvchi keratin, paylarni hosil qiluvchi kollagen, fibroin, miozin, aktin);



**Regulyator (boshqaruvchi) oqsillar** — organizmda kechadigan oqsillar va nuklein kislotalar sintezini va siljishini boshqaruvchi oqsillar.

— **Reseptor oqsillar.** Tashqi muhitdagi o'zgarishlar haqida asab tizimiga ma'lumotlar beruvchi hujayralar tarkibiga kirib, asab tizimi faoliyati va harakati yo'naltiruvchi oqsillar rodopsin, yodopsin).

**Transport (tashuvchi) oqsillar.** Qandsimon moddalarni, turli ionlarni, lipidlarni, aminokislotalarni, kislorodni, energiyani tashuvchi va uzatuvchi oqsillar (gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar).

— **Oziq oqsillar.** Organizmga zarur oziq moddalar vazifasini bajaruvchi oqsillar (sut oqsili -kazein, prolamin, tuxum oqi -albumin, bug'doy donida -gliadin, makkajo'xorida -zein, qonda -ferritin).

— **Himoyalovchi oqsillar.** Organizmning tashqi muhit o'zgarishlari, kasalliklarga qarshi himoya xususiyatini (immunitetini) ta'minlovchi oqsillar (immunoglobulinlar, interferonlar, trombin, fibrin).

### 3. Tarkibiga ko'ra oqsillar:

— **oddiy (proteinlar)** — gidrolizlanganda faqat aminokislotalarni hosil qiluvchi oqsillar; masalan, suvda eriydigan albuminlar-tuxum, bug'doy, no'xat oqsillari;

— **Murakkab (proteidlar)** — gidrolizlanganda aminokislotalar va boshqa nooqsil moddalar (uglevodlar, nuklein kislotalar, metallarning ionlari, fosfat kislotalar qoldiqlari, lipidlar, pigmentlar) ni hosil qiluvchi oqsillarga bo'linadilar. Masalan, nukleoproteidlar (xromosoma) oqsil va nuklein kislotadan tuzilgan, xromoproteidlar - rangli oqsillar (gemoglobin, mioglobin) oqsil va temir ionli pigmentdan iborat, lipoproteidlar (karotin) oqsil va lipiddan, glikoproteidlar oqsil va uglevoddan, fosfoproteidlar (kazein-sut oqsili, vitellin - tuxum sarig'i oqsili) oqsil va fosfat kislotadan tuzilgan.

Tuzilishi bo'yicha suvda, namakobda eriydigan **yumaloq-globulyar** oqsillar (gemoglobin, albumin, globulin, fermentlar); suvda erimaydigan **tolasimon-fibrillyar** oqsillar (keratin, kollagen, fibroin, miozin) mavjud. Oqsillar suvda kolloid eritma hosil qiladi.

### **Oqsillarni aniqlovchi sifat reaksiyalari.**

- **biuret reaksiyasi:** idishdagi oqsil eritmasiga 10% li ishqor eritmasidan 1-2 ml qo'shib, ustiga 2% li  $\text{CuSO}_4$  eritmasidan tomchilatib qo'shilganda, eritma rangi ko'k bo'lishi dipeptidni, binafsha rang bo'lishi tripeptidni, qizil rang bo'lishi esa yuqori molekulyar oqsillarni ko'rsatadi;

- **ksantoprotein reaksiyasi:** konsentrlangan nitrat kislotaga ta'sirida oqsillar sariq rangga, konsentrlangan ammiak eritmasiga esa to'q sariq rangga kiradi;

- *milon reaksiyasi*: simob nitrat tuzining nitrat va nitrit kislotalardagi eritmasiga oqsilni qo'shib qizdirilganda, oqsil bir joyda to'planib, pushti-qizil rangli cho'kma hosil qiladi. Bu tirozin va triptofan uchun xos bo'lgan reaksiyadir;

- *ningidrin reaksiyasi*: oqsillarni ningidrin eritmasi bilan qo'shib qizdirilsa, eritma ko'k rangga bo'yaladi.

Oqsillar va umuman, tabiiy organik birikmalar kimyosi bilan respublikamizda marhum akademik O. S. Sodiqov boshchiligida qator olimlar (prof. H. A. Aslonov, P. Yo'ldoshev) va ayni vaqtda O'zRFA "Bioorganik kimyo" instituti xodimlari shug'ullanib salmoqli natijalarga erishganlar.

### Savollar

1. Aminokislotalar deb, qanday moddalarga aytiladi?
2. Tabiatda asosan necha xil aminokislotalar mavjud?
3. Aminokislotalarning bipolyar ion (svitter-ion) holatlarini izohlang.
4. Aminokislotalarning izoelektrik nuqtasi (pI) deganda nimani tushunish kerak?
5. Aromatik va geterotsiklik aminokislotalarga misollar keltiring.
6. Aminokislotalarning izomeriyasi (turlari) ni izohlang.
7. Peptid bog'lari deganda nimani tushunasiz?
8. a-ala, gly va b-ala dan necha xil dipeptid va tripeptidlar hosil bo'ladi?
9. Kapron tolasi monomer formulasi va uning polimerlanish reaksiyasini yozing:
10. b-ala va asparagin kislotalarining NaOH va HCl bilan reaksiya tenglamalarini tuzing. Hosil bo'lgan moddalarni nomlang.
11. Oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlarini qanday tushunish kerak?



Sodiqov Obid Sodiqovich  
(1913—1987)

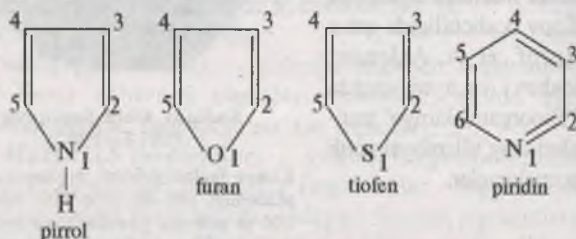
Kimyo fanlari doktori, professor, O'zFA akademigi. 600 dan ortiq ilmiy maqolalari, 100 ta avtorlik guvohnomasi bor. 10 ta fan doktori va 80 ta fan nomzodlarini tayyorlagan. G'ozada ajratib olingan moddalarni kompleks kimyoviy tekshirish natijalariga bag'ishlangan ishlari uchun 1985 yilda D. I. Mendeleev nomidagi oltin medab bilan mukofotlangan. Dunyoga mashhur bo'lgan 1200 ta kimyogar olimlar orasidagi yagona o'zbek olimi.

## GETEROSIKLIK BIRIKMALAR

**O'rganiladigan asosiy tushunchalar:** *geterotsiklik birikma, pirrol, furan, tiofen, piridin, purin, adenin, guanin, sitozin, timin, uratsil, nukleozid, nukleotid, DNK va RNK.*

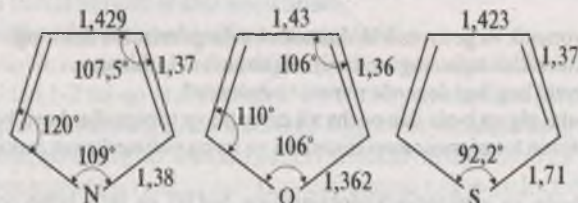
Tarkibida uglerod atomlaridan tashqari boshqa element (getero) atomlari saqlagan halqasimon tuzilishli moddalarga geterotsiklik birikmalar deyiladi. Geteroatom sifatida N, O, S, P, As kabi element atomlari bo'ladi.

Geterotsiklik birikmalar ichida eng ko'p tarqalganlari kislorod, azot va oltingugurt atomlari tutgan besh va olti a'zoli halqalardir. Ular quyidagilar:



Bu birikmalardagi halqani hosil qilgan barcha atomlardagi elektron orbitallari  $sp^2$  gibridlangan bo'lib, ular bitta tekislikda joylashgan. Gibridlanishda ishtirok etmayotgan p — elektron bulutlarining (benzoldagidek halqalarga nisbatan perpendikulyar joylashuvi sababli umumlashgan (tutashgan)  $\pi$ -bog'lar o'rami hosil bo'ladi va barcha geterotsikllar aromatik xossaga ega bo'ladilar.

Besh a'zoli geterohalqalarning tuzilishi va undagi bog'larning uzunligi (Å) va ichki burchaklari quyidagicha:



Geterotsiklik birikmalarda halqadagi geteroatom birinchi, keyin uning o'ng tomonidan atomlar raqamlanadi (yuqoriga qarang). Pirrol, furan va tiofen suvda erimaydigan, o'ziga xos hidli suyuq moddalardir.

Bu moddalar halqadagi vodorod va geteroatomlar hisobiga turli kimyoviy xossalarga ega bo'lib, turli maqsadlarda ishlatiladi.

Geterotsiklik birikmalar ichida azotli geterobirikmalar ko'proq ahamiyatli bo'lgani uchun ular bilan yaqindan tanishib chiqamiz.

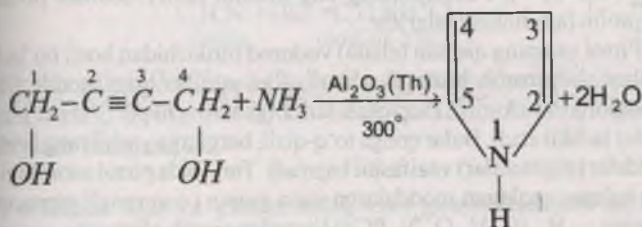
### XXXIV.1. Azotli geterotsiklik birikmalar

Bu moddalar qatoriga halqasida bir yoki undan ortiq azot atomlari tutgan bir yoki ikki halqali birikmalar kiradi. Ular: pirrol, piridin, pirimidin va purinlardir. Pirrol va piridinning formulalari yuqorida keltirildi. Qolganlari quyida keltiriladi.

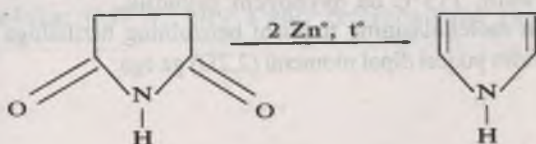
*Pirrol* — rangsiz, 130°C da qaynaydigan, suvda erimaydigan, xloroform hidini eslatuvchi suyuqlik. Tabiatda toshko'mir smolasi

va suyak moyi tarkibida bo'ladi. Pirrol — “qizil moy” ma'nosini anglatadi.

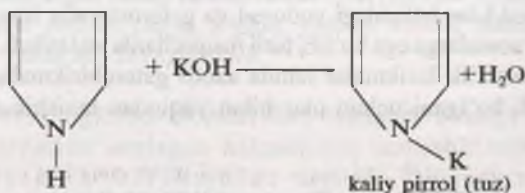
**Olinishi.** a) ammiakni butin -2 diol — 1,4 bilan katalizator ishtirokida qizdirish natijasida hosil qilinadi:



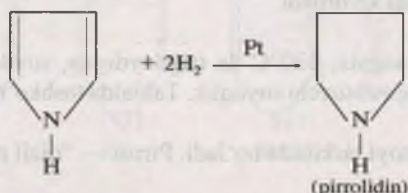
b) qahrabo (yantar) kislota imidini rux kukuni bilan qizdirish natijasida olinadi:



Kimyoviy xossalari jihatdan pirrol anilonga o'xshaydi. Lekin anilindan farqli ravishda pirrolning iminogruppadagi vodorod atomi kislotalardagi singari metall atomiga almashinadi:



Pirrolning kislotalik kuchi ( $K_{\text{dis}} = 5,4 \cdot 10^{-15}$ ) fenolniki ( $K_{\text{dis}} = 1,3 \cdot 10^{-10}$ ) dan kam. Halqadagi qo'shbo'g'lari hisobiga gidrogenlanib to'yingan geterotsiklik modda — pirrolidina aylanadi:

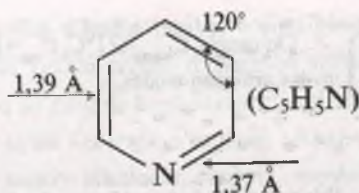


Pirrolidin kuchli asos xossasiga ega, suyuq modda ( $t^{\circ}_{\text{qayn}} = 88^{\circ}\text{C}$ ) ( $K_{\text{anon}} = 1,3 \cdot 10^{-3}$ ). Pirrolidinning eng muhim tabiiy hosilasi prolin va oksiprolin (aminokislotalar)dir.

Pirrol va uning qisman (chala) vodorod birikishidan hosil bo'ladigan hosilasi — pirrolin biologik ahamiyatga ega bo'lgan modda bo'lib, gemoglobin va xlorofill zarrachasi tarkibiga kiruvchi porfirin halqasining asosini tashkil etadi. Bular qonga to'q-qizil, barglarga yashil rang beruvchi moddalar (pigmentlar) vazifasini bajaradi. Tarkibida pirrol asosidagi porfirin halqasi saqlagan moddalarga yana *gemin* (qon rangli pigment) va Vitamin — B<sub>12</sub> ( $\text{C}_{63}\text{H}_{90}\text{O}_{14}\text{N}_{14}\text{PCo}$ ) (jigardan ajratib olinuvchi, qon rakini davolashda ishlatiladigan modda) kobalt ioni kompleks birikmasi ham kiradi.

*Piridin*. Olti a'zoli geterotsiklik modda bo'lib, suvda eriydigan, badbo'y hidli,  $115^{\circ}\text{C}$  da qaynovchi suyuqlik.

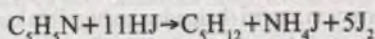
Piridin molekulasining tuzilishi benzolning tuzilishiga o'xshash bo'lib, piridin yuqori dipol momenti (2,2D) ga ega.



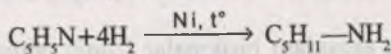
Tuzilishi benzolga o'xshash bo'lsada, ayrim xossalari bilan undan farq qiladi.

1. Etil spirti muhitida Na — metall bilan etanol ta'sirida ajralib chiquvchi atomi vodorodni biriktirib piperidinga aylanadi:  
 $C_5H_5N + 6H \rightarrow C_5H_{10}NH$  (piperidin).

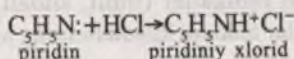
2. HJ bilan qo'shib qizdirilsa, n — pentanni hosil qiladi:



3. Ni katalizatori ishtirokida gidrogenlanib, amilamin (n — amino pentan)ni hosil qiladi:



4. Piridin (uning gomologlari) uchlamchi aminlar singari asos xossasiga ( $K_{asos} = 1,7 \cdot 10^{-9}$ ) ega. Shu sababli kislotalar bilan birikib, piridiniy ioni tuzlarini hosil qiladi.

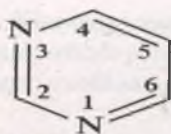


Piridin pikrin kislotasi (2, 4, 6 — trinitrofenol) bilan oddiy tuz va  $HgCl_2$ ,  $PtCl_2$ ,  $AuCl_3$  lar bilan qo'shtuz hosil qilishidan foydalanib aniqlanadi.

**Tarkibida ikki va undan ortiq azot geteroatomlari bo'lgan (tutgan) geterotsiklik birikmalar**

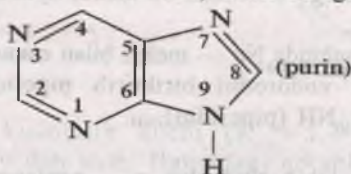
Bu birikmalar qatoriga **pirimidin** va **purin** qatori geterotsiklik birikmalari kiradi.

**Pirimidin:**  $C_4H_4N_2$ . Olti a'zoli geterohalqaga ega bo'lgan birikma:



Oq rangli,  $t^{\circ}_{\text{suyuq}} = 21^{\circ}\text{C}$ ,  $t^{\circ}_{\text{qay}} = 124^{\circ}\text{C}$ ,  
 uvdan eruvchan modda.

**Purin**  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4$ . Ikkita geterohalqa (6 — a'zoli va 5 — a'zoli) birikishidan (kondensatlanishidan) hosil bo'lgan modda:



Pirimidin va purin yon zanjiri (halqadan tashqari)da karbonil yoki amino gruppalarini saqlagan birikmalarni hosil qiladilar. Bu moddalar nuklein kislotalar tarkibiga kiruvchi organik (azotli) asos qoldiqini tashkil etib, biologik jihatdan tirik organizmlarning hayotini ta'minlab turuvchi asosiy moddalardir. Ular qatoriga

- pirimidin asosidagi birikmalar (timin, sitozin, uratsil);
- purin asosidagi birikmalar (adenin va guanin)lar kiradi.

Bu moddalardan (pirimidin asosidagi 1—N-atomidan va purin asosidagilarning 9—N-atomidan) vodorod atomlarining ajralishi natijasida bir valentli radikallar (timil, sitozil, uratsil, adenil va guanil) hosil bo'lib, ular nuklein kislotalarining azotli asos qoldiqlari vazifasini bajaradi.

Respublikamizda geterotsiklik birikmalar olish va ularning xossalarini o'rganish borasida akademiklar O.S.Sodiqov va S. Yu. Yunusov rahbarlik qilgan O'zRFA O'simlik moddalari kimyosi va O'zRFA "Biorganik kimyo" institutlari olimlari muvaffaqiyatli ilmiy izlanishlar olib borishayapti.

S.Y. Yunusov va O.S.Sodiqovlar **alkaloidlar kimyosi** sohasida katta ilmiy ishlar qilganlar.

**Alkaloidlar** tarkibida azot tutgan, asos xossalariga ega, ayrim o'simliklar tarkibida uchraydi, organizmlarga kuchli ta'sir qiladigan murakkab organik moddalardir.

Alkaloidlardan **nikotin** tamaki o'simligining bargi va ildizida uchraydi, suvda yaxshi eriydi, moysimon suyuqlik. Bu eng zaharli alkaloid qishloq xo'jaligida kontakt insektitsidi sifatida ishlatiladi.

**Anabazin** O'rta Osiyoda o'sadigan «Anabasis aphyhla» zaharli o'simligining asosiy alkaloidi, rangsiz, moysimon, kuchli zaharli suyuqlik. Anabazin nikotin kabi qishloq xo'jaligida kontakt insektitsidi sifatida ishlatiladi.

**Galantamin** Surxondaryo viloyatida o'sadigan «Ungernia victoris» yoki Omonqora o'simligining yer ustki qismidan olinadi. Galantamin HBr tuzi tibbiyotda bolalarni shol kasalligi (poliomiyelit) dan davolashda ishlatiladi. Galantaminni xlorid kislota bilan ishlab, metilopogalantamin preparati olinadi va qon bosimini tushiruvchi dori sifatida ishlatiladi.

**Kofein** - choy bargini qayta ishlash sanoatida choy barglarining chiqindilaridan olinadi. Kofein oq kristall bo'lib, tibbiyotda markaziy nerv sistemasi faoliyatini yaxshilashda qo'llaniladi.



## XXIV.2. Nuklein kislotalar

XX asrning 50-yillarigacha tirik organizmlarda boradigan barcha biokimyoviy jarayonlar faqat oqsillar ishtirokida boradi, deb o'ylanar edi. Lekin keyingi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar muhim biologik hodisalar: oqsillarning sintezi, irsiy xususiyatlarning nasldan naslga o'tishi, hujayralarning ko'payishi va bu jarayonlar tezliklarini boshqarish kabilar oqsillar bilan birgalikda yana "boshqa" moddalar ishtirokida amalga oshishi aniqlandi. Bu o'ta muhim "boshqa" moddalar nuklein kislotalardir, chunki ular hujayra yadrosi tarkibida topilgan. *Nuklein kislotalarning* molekulyar massasi 10.000 dan 10.000.000 gacha bo'lib, tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari va biologik funksiyalari bilan oqsillardan farq qiladilar.

Nuklein kislotalarning umumiy tarkibini quyidagicha tasavvur etish mumkin: **nuklein kislota bir necha nukleotid qoldiqlarining fosfat kislota qoldiqlari orqali birikishidan (polikondensatsiyalashidan) hosil bo'lgan polimer moddadir.**

Nukleotid va nukleoziddagi tarkibiga ko'ra nuklein kislotalar ikkiga bo'linadi: a) ribonuklein kislota (RNK), b) dezoksi-ribonuklein kislota (DNK).

### *Nuklein kislotalarning tuzilishi*

*DNK — molekulasining tuzilishi.* DNK molekulasini monomeri dezoksiribonukleotidlar (yoki dezoksiribotidlar) bo'lib, ular:

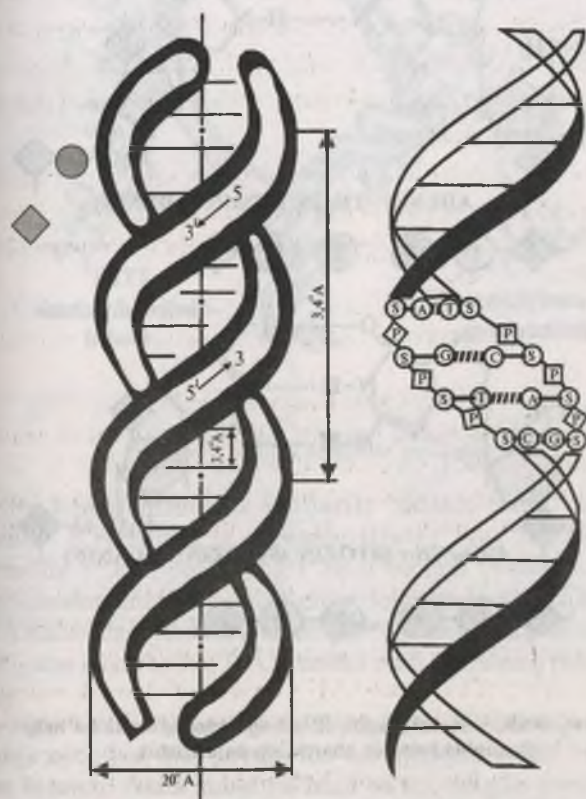
D — dezoksiriboza (pentoza)ning 1—C atomidagi glikozid gidroksil gruppasi (purin yoki pirimidinli) azotli asos qoldig'i (shartli N holida belgilangan) ga almashinuvi, C<sub>3</sub> va C<sub>5</sub> — atomidagi gidroksilning fosfat kislota qoldig'i (HO)<sub>2</sub>P(O)O shartli

— P bilan eifirlanishidan hosil bo'lgan. Masalan: nukleotidlar ichida adenozin nukleotidi (adenin+riboza)ning bir

(AMF), ikki (ADF) va uch (ATF) fosfatli turi mavjud. Adenozin fosfatlar tirik organizmlarning energiya zaxirasi energiya manbaidir. Bu dezoksiribonukleotidlar o'zaro polikondensanlanib, yuqoridagi DNK molekulasini hosil qiladi. Nukleotid gruppalarining o'zaro ketma-ket birikib hosil qilgan uzun (makromolekulyar) zanjiri

nuklein kislotalarning birlamchi tuzilishi deyiladi. Birlamchi tuzilishni tashkil etgan nukleotidlar ketma-ketligi va ularning nisbatlari har bir organizm uchun o'ziga xos bo'lib, DNK molekulasining biologik va kimyoviy xossalari jihatidan har xil bo'lishini ta'minlaydi.

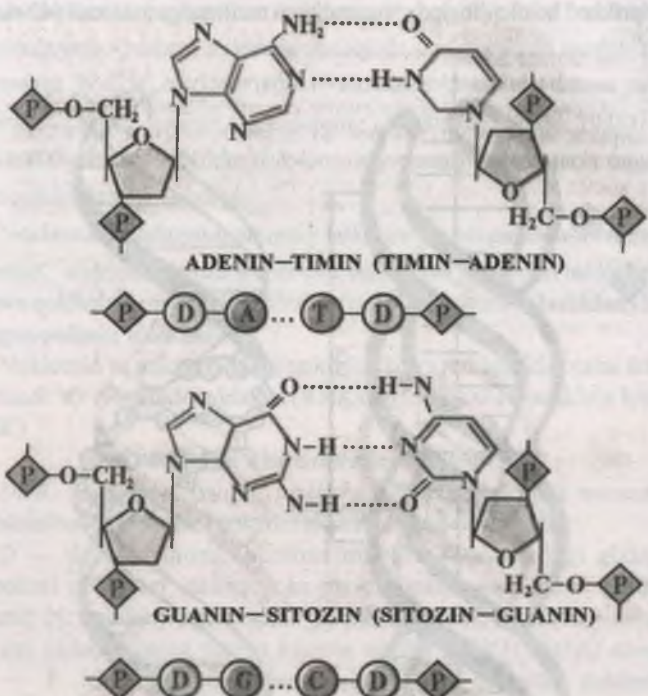
Birlamchi tuzilishlar bitta nuklein kislotasi makromolekulasi yanada barqaror tuzilishga ega bo'lish uchun ikkinchi nuklein kislotaning o'ziga o'xshash uzun zanjiri bilan o'ralib spiralsimon ikkilamchi tuzilishni hosil qiladi. Bunday tuzilish ikkala nuklein kislotadagi azotli asos qoldiqlarining o'zaro vodorod va gidrofob bog'lar hosil qilishi tufayli yuzaga keladi. Bunda I zanjirdagi purin asosidagi azotli asos qoldig'i II zanjirdagi pirimidin azotli asos qoldig'i bilan batartib joylashgan vodorod bog'lanishi "ko'priklar" hosil qilib, juda "mustahkam tuzilma"ga aylanadi (42-rasm).



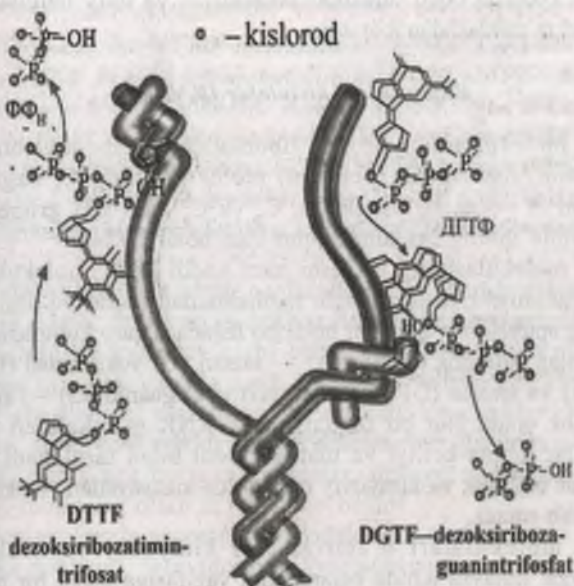
42-rasm. Nuklein kislotasi spirali ikkilamchi tuzilishning hosil bo'lishi

Vodorod bog'lari hosil bo'lishida birinchi zanjirdagi azotli asos qoldig'i ikkinchi zanjirdagi azotli asos qoldig'iga tuzilishi va vodorod bog'i hosil qiluvchi atomlari soni jihatidan mos kelishi azotli asos qol-

diqlarining *komplementarligi* deyiladi. DNK molekulasida spirali hosil bo'lishida quyidagi komplementarlik sharti bajariladi: adenin (A) — timin (T); guanin (G) — sitozin (C) va aksincha, timin (T) — adenin (A); sitozin (C) — guanin (G) (43-rasm).



43-rasm. DNK — molekulasida H — bog'larining hosil bo'lishi (komplementarlik shartining bajarilishi).



44-rasm. Nuklein kislotalar replikasiyasi.

Bu komplementarlik natijasida “adenin-timin” va “timin-adenin” o’rtasida 2 ta, “guanin-sitozin” va “sitozin-guanin” o’rtasida 3 ta vodorod bog’i hosil bo’ladi (44-rasm). Har bir azotli asoslar juftliklari hosil qilgan vodorod bog’lari tekisliklari o’zaro  $3,4\text{\AA}$  masofada joylashib, spiralning bir o’rami uzunligi 10 ta nukleotid juftligidan iborat bo’lib,  $34\text{\AA}$  ni tashkil etadi. Spiralning radiusi  $10\text{\AA}$  ga teng.

Agar vodorod bog’lari uzilib, spiralni tashkil etgan zanjirlar ikkiga ajratilsa, shu paytda har bir ajralgan asosli qoldiqlarga mos keluvchi ikkita nukleotid hosil bo’lib, uzilgan joyni to’ldiradi va nuklein kislotaning bitta spiralidan ikkita spiral hosil bo’ladi (88-rasm). Bu hodisaga nuklein kislotalarning replikasi deyiladi. Bu jarayonlar asosan tirik organizmlarning hujayralari (xromosomasi) da ro’y beradi va ularning ko’payishiga olib keladi.

DNK — molekularining tirik organizmdagi asosiy vazifasi oqsil sintezi jarayonida oqsil tarkibini boshqarish va irsiy belgilarning uzatilishini ta'minlashdan iboratdir.

### *Ribonuklein kislotalar (RNK)*

RNK molekulasining asosini ribonukleotid (ribonukleotid)lar tashkil etib, ular riboza (pentoza) molekulasidagi  $C_1$  dagi OH gruppasini N — azotli asoslarga,  $C_3$  va  $C_5$  dagi OH gruppasini fosfat kislota qoldig'iga almashinuvidan hosil bo'ladi.

RNK molekulasining tuzilishi ham xuddi DNK molekulasiga o'xshash birlamchi va ikkilamchi tuzilishlardan iborat bo'lib, faqat RNK ning spiralsimon tuzilishi hosil bo'lishida o'zaro komplementar azotli asoslar juftligida: adenin (A) — uratsil (U) yoki uratsil (U) — adenin (A) va sitozin (C) — guanin (G) yoki guanin (G) — sitozin (C) ishtirok etadi. Har bir organizmdagi RNK molekulari ribonukleotidlar ketma-ketligi va ularning soni bilan farqlanadi. Shu sababli ular biologik va kimyoviy o'ziga xos xususiyatlari, funksiyasi bilan ajralib turadi.

RNK molekulari o'zlariga xos kimyoviy va biologik xususiyatiga, hujayra ichida bajaradigan vazifasiga ko'ra bir necha turga bo'linadi:

— *Ribosomal RNK (r-RNK)*. r-RNK hujayradagi umumiy RNK ning 80—85% ini va ribosoma tarkibini tashkil etadi. Ularning molekulyar massasi 0,5—1,5 mln oralig'ida bo'ladi. Turli organizmlardagi r-RNK larning nukleozid tarkiblari o'zaro yaqin bo'ladi;

— *Eruvchan yoki transport RNK (t-RNK)*. Hujayra suyuqligi tarkibiga kirib, 10—15% ni tashkil etadi. t-RNK oqsillar sintezi uchun zarur bo'lgan aminokislotalarni tashuvchilik vazifasini bajarib, 20.000—30.000 molekulyar massaga ega bo'ladi.

— *Informatsion RNK (i-RNK)*. Umumiy RNK miqdorining 1—10% ini tashkil etib, eng yuqori molekulyar massaga (2 mln) ega. Hujayra ko'payishi va oqsillar sintezi paytida irsiy belgilar to'g'risidagi ma'lumotlar saqlagan, "kod"langan aminokislotalar ketma-ketligini hosil qilib, uni etkazish vazifasini bajaradi.

Organizmda barcha biokimyoviy jarayonlar bir vaqtda RNK, DNK, aminokislotalar molekulari va oqsillar ishtirokida amalga oshadi.

## XXXV bob. YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALAR. POLIMERLAR

*To'yinmagan organik birikmaning molekulasiga bir yoki bir necha xuddi shunday molekular birikishi natijasida tarkibi o'zgaragan holda molekular massasi katta bo'lgan moddalarning hosil bo'lishi reaksiyasi polimerlanish reaksiyasi deb ataladi. Polimerlanish reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan katta molekular massali mahsulot **polimer** deb ataladi, polimer hosil qilish uchun bir-biri bilan birikuvchi kichik molekular massali modda esa *monomer* deb ataladi.*

Xalq xo'jaligida keng qo'llaniladigan plastik massalar, kimyoviy tolalar, kauchuk va boshqa texnik ahamiyatga ega bo'lgan moddalarning kelib chiqishi bilan polimerlar kimyosi faniga bo'lgan qiziqish yanada ortdi. Natijada polimerlar kimyosi va uning rivojlanishi plastmassalar, sintetik kauchuklar: kimyoviy tolalar, qoplovchi moddalar, metallarning o'rnini bosuvchi texnik parametrlarga ega bo'lgan moddalar, tibbiyot sohasida qo'llaniluvchi moddalar olish uchun asos bo'ldi.

Hozirgi kunda sanoatning rivojlanishini, radiotexnika va elektronika sohasini, televideniye, avtomobilsozlik va mashinasozlik, samolyotsozlik, kosmik kemalar yaratish, xalq xo'jaligini polimer moddalarsiz tasavvur qilish mumkin emas. Turli xil kimyoviy tolalar (kapron, lavsan, nitron va boshqalar) qimmatbaho tabiiy xomashyo bo'lgan paxta, jun va ipak o'rnini bosadi, ulardan to'qilgan matolar g'ijimlanmaydi, yaxshi bo'yaladi, yuvganda rangini yo'qotmaydi.

Polimer moddalar tibbiyotda jarrohlikda (turli jarrohlik muolajalaridan so'ng o'z-o'zidan so'rilib ketuvchi tikish uchun ishlatiladigan tolalar, qon tomirlarida paydo bo'lgan tiqinlarni olib tashlab, qon tomirlari qismlarini elastik polimerlar bilan yopishtirishda), ko'z kasalliklarini davolashda sun'iy ko'z gavharlari va linzalari tayyorlashda, davolash sohasida qon o'rnini bosuvchi, optik tolalar sifatida informatsion kommunikatsiyon texnologiyada telefon, telegraf aloqalarini o'rnatishda asosiy rolni o'ynaydi, plazma o'rnini bosuvchi polimer moddalarni tayyorlashda, dori moddalarning ta'sir muddatini uzaytirishda keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, polimer moddalar oziq-ovqat sanoatida, masalan, kolbasa, sosiska va boshqalarni o'rovchi turli materiallar, pardalar, to'ldiruvchi moddalar sifatida, muzqaymoq tayyorlashda ishlatiladi.

O'zbekistonda polimerlar kimyosi tarixi qariyb yarim asrlilik davrni o'z ichiga oladi. 40-yillarning oxiridan boshlab O'zbekistonda polimerlar kimyosining asoschisi akademik X. U. Usmonov va u boshchilik qilgan olimlar bu sohadagi ilk izlanishlarni olib bordilar. 1951 yilda X. U. Usmonov rahbarligida O'zbekistonda birinchi polimerlar laboratoriyasi tashkil etildi. Laboratoriya tadqiqotlarida O'zbekiston va O'rta Osiyo uchun qimmatli tabiiy xomashyo bo'lgan polimer modda — paxta sellulozasi asos qilib olindi. Tabiiy va sun'iy tolalar tuzilishi, sellulozaning fizik-kimyoviy xossalari, o'zgarishlari, texnologiyasi kabi muammolar bu ilmiy tekshirish ishlariga mavzu qilib olindi. X.U.

Usmonov o'z shogirdlari bilan birgalikda polimerlanish va sopolimerlanish, yonmaydigan selluloza materiallari, tibbiyot maqsadlarida qo'llaniluvchi polimerlar olish bo'yicha ko'pgina fundamental va ilmiy-amaliy ishlarni o'tkazdi hamda qimmatli xulosalar berdi. Ilmiy tadqiqotlar natijalari va erishilgan yutuqlar to'g'risida akademik X. U. Usmonov ko'p marta chet mamlakatlarda Xalqaro ilmiy anjumanlarda ma'ruza qildi.

Akademik K.S. Ahmedov polimerlar kimyosi sohasida tuproq tarkibini va dispers sistemalarni tashkil etuvchi gidrofil polimer moddalar eritmalari va aralashmalaridagi kolloid-kimyoviy holatlarni o'rganuvchi yo'nalishni rivojlantirishga katta hissa qo'shgan olimlardandir.

Akademik olimlarimizdan M.A.Asqarov, Yu.T.Toshpo'latov, S.Sh.Rashidova, S.S.Ne'matov, T.M.Mirkomilovlar



**Usmonov Xandam Usmonovich**  
(1916—1990)

Kimyo fanlari doktori, professor, O'zFA akademigi. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, 1951 yilda O'zbekistonda birinchi bo'lib polimer moddalar laboratoriyasini tashkil etgan. Polimerlar kimyoasi, selluloza kimyosi, fizik va radiatsion kimyo bo'yicha ko'p marta chet ellarda xalqaro simpoziumlarda ma'ruza qilgan. Davlat mukofotlari sohibi.



**Mirhoji Asqarov**  
(1931 y.)

Kimyo fanlari doktori, O'zFA akademigi. Tabiiy va sun'iy polimerlar sohasida yirik ilmiy ishlar qilgan. O'zbekistonda polimerlar kimyosi faniga asos solgan taniqli olimlardan biri.

polimerlar kimyosi va fizik-kimyosi sohasida paxtachilik sanoati chiqindisi hisoblanuvchi lindan selluloza olish, uning kimyosi va texnologiyasini o'rganish, suvda eruvchan polimerlar kimyosi va fizikasi, qishloq xo'jalagi va tibbiyot uchun zarur bo'lgan polimer-metall komplekslari olish, kompozitsion polimer materiallar olish, radikal polimerlanish va sopolimerlanish kabi yo'nalishlarni rivojlantirdilar.

O'zbekiston Milliy Universiteti kimyo fakulteti olimlari polimerlar kimyosi sohasida ulkan muvaffaqiyatlarga erishdilar. Kimyo fanlari doktori

R.S. Tillayev boshchiligidagi olimlar guruhi yuqori molekulyar birikmalar eritmaları termodinamikasi ustida izlanishlar olib bordi, yangi xil payvandli polimerni qildilar. Hozirda elektrokimyoviy jarayonlar, ya'ni elektrokimyoviy korroziya va unga qarshi kurashish sohasida ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar. Tarkibida ftor saqlagan polimerlar sintezi va ularni o'rganish sohasida universitet professori A. A. Yo'Ichiboyev boshchiligidagi olimlar guruhi salmoqli natijalarga erishdilar.

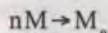
Ayni kunda O'zbekistonda o'ndan ortiq polimerlar kimyosi markazlari ishlab turibdi. Bu markazlarda jami 6 ta akademik olim, 50 ta fan doktorlari, 120 ta fan nomzodlari va ko'pgina ilmiy xodimlar ish olib bormoqdalar. Ular erishgan muvaffaqiyatlar O'zbekistonda polimerlar sanoati rivojining yangi bosqichlarini ta'minladi.



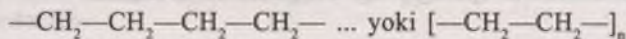
### XXXV.1. Polimerlanish reaksiyasi va uning mexanizmi

Yuqori molekulyar birikmalarga murakkab kimyoviy tuzilishga ega bo'lgan va molekulyar massasi  $10^4$ — $10^6$  atrofida bo'lgan moddalar kiradi. Tarkibi va tuzilishiga ko'ra yuqori molekulyar birikmalar organik, anorganik va element-organik birikmalarga bo'linadi.

Eng oddiy organik yuqori molekulyar birikmalarga polietilenni misol qilib keltirish mumkin. Etilenning polimerlanishi natijasida hosil bo'lgan bu birikma juda keng qo'llaniladi. Bunda bir nechta etilen molekullari o'zaro birikish reaksiyasiga kirishib, molekulyar massasi katta bo'lgan birikma hosil qiladi. Yuqori molekulyar birikmalarning hosil bo'lishini quyidagi umumiy formula bilan ifodalash mumkin:



Bunda, M- bir-biri bilan birikib, katta molekulyar massali polimer modda hosil qiluvchi boshlang'ich kichik molekulyar massali modda, ya'ni monomer: n- bir-biri bilan birikkan *monomer*- molekullar soni. Bu sonni *polimerlanish darajasi* deb ataladi. Polimerlanish bir xil molekullarning o'zaro ketma-ket birikib, yirik o'lchamli molekullarga aylanishidir. Ikkita *monomer* molekulasi o'zaro biriksa *dimer*, uchta monomer molekulasi o'zaro biriksa *trimer*, ko'p monomer molekullari o'zaro biriksa *polimer* hosil bo'ladi. Polimerlanish reaksiyasi ikki qo'shni uglerod atomi o'zaro qo'sh bog' bilan birikkan moddalar orasida sodir bo'ladi. Polimerlanish darajasi 5000 dan 10000 gacha va undan ham yuqori bo'lishi mumkin. Polimerlanish darajasi yuqori bo'lgan birikmalar *yuqori polimerlar* deb ataladi, polimerlanish darajasi past bo'lgan birikmalar *oligomerlar* deb ataladi. Yuqori polimerlar juda katta —  $10^4$ — $10^6$  molekulyar massaga egadirlar. Molekulyar massasi katta bo'lganda birikmalarning tuzilishini yozishda boshlang'ich zvenolarni hisobga olmay turib, bir necha yoki hatto bitta doimiy takrorlanuvchi zvenoni ko'rsatish mumkin. Masalan, etilenning polimerlanish mahsulotini quyidagicha yozish mumkin:





R. S. Tillayev  
(1927 y.)

Kimyo fanlari doktori, professor. Ilmiy ishlari elektrokimyoviy korroziya va unga qarshi kurash sohasiga qaratilgan.



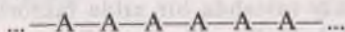
A. A. Yo'Ichiboyev  
(1932 y.)

Kimyo fanlari doktori, professor. Ilmiy ishlari tarkibida ftor saqlagan polimerlar sinteziga qaratilgan.

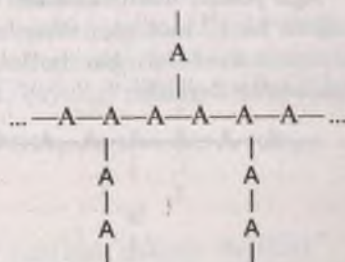
Polimerlarni nomlashda monomer nomi oldiga "poli" so'zi qo'shib aytiladi. Masalan, polietilen, polipropilen va hokazo.

Molekulyar massasi ortib borayotgan makroradikalga navbatdagi monomerlar turlicha kelib birikishi mumkin. Bunda chiziqli, tarmoqlangan va to'rsimon tuzilishli polimerlar hosil bo'ladi.

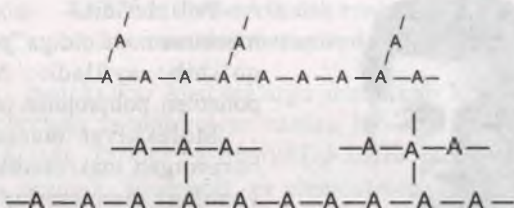
*Chiziqli* polimerlar hosil bo'lishida barcha monomerlar to'g'ri chiziq bo'ylab ketma-ket kelib birikadi. Agar monomer zvenosini A harfi bilan belgilasak, chiziqli polimerning hosil bo'lishi quyidagicha amalga oshadi:



*Tarmoqlangan* tuzilishli polimerlarning hosil bo'lishi:

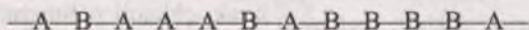


*Fazoviy yoki to'rsimon* polimerlar bir-biri bilan fazoda ko'ndalang kimyoviy bog'lar orqali birikkan zanjirlardan hosil bo'ladi:

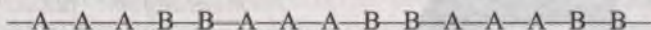


Polimerlar makromolekulalari bir xil tarkibli monomerlardan tashkil topgan bo'lsa, ularni *gomopolimerlar*, agar har xil tarkibli zvenolardan tashkil topgan bo'lsa, ularni *aralash polimerlar* yoki *sopolimerlar* deyiladi.

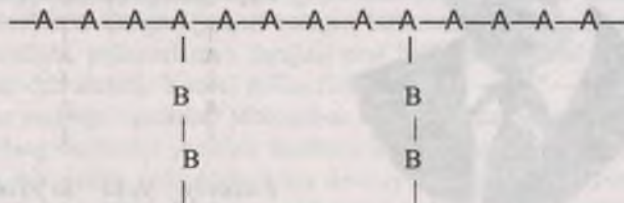
Agar polimer zanjiri har xil monomerlardan tashkil topgan bo'lib, bu monomer zvenolari bir-biri bilan tartibsiz ravishda birikkan bo'lsa, bunday polimerlar statistik (tartibsiz) tuzilishli *sopolimerlar* deyiladi:



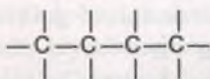
To'g'ri chiziq bo'ylab bir necha monomer zvenolarining doimiy ravishda bir xilda takrorlanib keluvchi polimer tuzilishi *bloksopolimerlarga* xosdir:



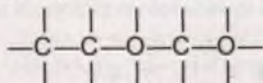
Agar polimer makromolekulasi tuzilishi tarmoqlangan bo'lib, asosiy zanjirda bir xil monomer zvenolari, yonaki zanjirlarda ikkinchi xil monomer zvenolari bor bo'lsa, bunday polimerlar *payvandli sopolimerlar* deyiladi:



Agar polimerning asosiy zanjirini bir xil atomlar tashkil etgan bo'lsa, bunday polimer *gomozanjirli polimer* deyiladi. Masalan, asosiy zanjirni faqat uglerod atomlari tashkil etsa, bu polimer *karbozanjirli polimer* deyiladi:



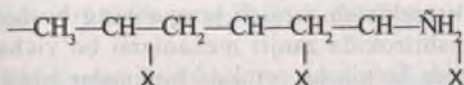
Agar asosiy zanjir turli elementar atomlardan iborat bo'lsa, bu polimer *geterozanjirli polimer* deyiladi:



Polimerlar, shuningdek, tuzilishiga ko'ra *regulyar*, *noregulyar* va *stereoregulyar* polimerlarga bo'linadi. Polimer makromolekulasini tashkil etuvchi monomer zvenolari bir-biriga birikayotgan paytda "boshi oxiriga" prinsipi bo'yicha birikkanda, regulyar tuzilishli polimer hosil bo'ladi.

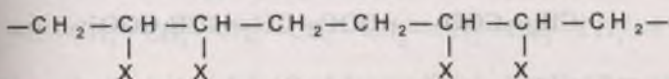
Masalan, monomer zvenosi  $[-CH_2-\underset{\substack{| \\ X}}{CH}-]$  bo'lsa, ular

quyidagicha, ya'ni keyingi monomer zvenosining bosh tomoni oldingi zvenoning oxiriga kelib birikishi mumkin:



Bu *regulyar tuzilishli polimer* bo'ladi.

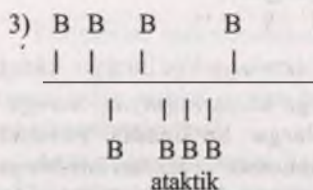
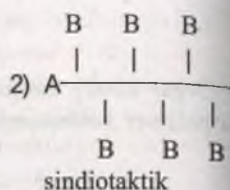
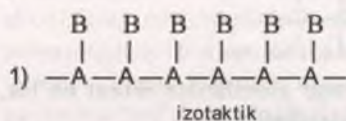
Agar har keyingi monomer zvenolarining bosh qismi o'zidan oldingi monomer zvenosining bosh qismiga kelib ulansa: ya'ni "boshi boshiga" prinsipida biriksa, quyidagi polimer hosil bo'ladi:



Bunday polimer *noregulyar tuzilishli polimer* deyiladi.

*Stereoregulyar* polimerlar shunday polimerlarki, fazoviy tuzilishga ega bo'lgan polimerlarda barcha zvenolar va tarmoqdagi o'rinbosarlar o'zaro qat'iy bir tartibda joylashadi. Agar zvenolar va o'rinbosarlar tartibsiz joylashgan bo'lsa, bunday polimerlar *stereonoregulyar polimer* deyiladi.

Stereoregulyar polimerlarda yonaki gruppalar tartibli joylashadi:

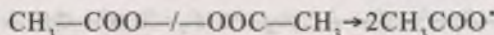


ya'ni B gruppalar bir tomonda joylashishi mumkin (izotaktik tuzilish), ikkala tomonda doimiy ravishda navbatma-navbat takrorlanib kelishi mumkin (sindiotaktik tuzilish) va har ikkala tomonda tartibsiz joylashgan bo'lishi mumkin (ataktik tuzilish).

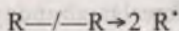
Polimerlanish reaksiyasining bir necha turi mavjud. Bulardan radikal polimerlanish reaksiyasi ustida to'xtalamiz.

Radikal polimerlanish zanjirli jarayonning boshlovchilari (initsiatorlari) ishtirokida zanjir mexanizmi bo'yicha boradi. Boshlovchi sifatida ko'pincha peroksid birikmalar ishlatiladi. Bu birikmalar parchalanib, erkin radikallar, ya'ni bo'sh valentlikka, juftlanmagan elektronga ega bo'lgan zarrachalar hosil qiladi.

Masalan, atsetil peroksidan erkin radikallar hosil bo'lishini quyidagicha ifodalash mumkin:



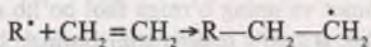
yoki radikallarni shartli ravishda  $R^{\cdot}$  deb qabul qilsak, radikal hosil bo'lishi umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'ladi:



Sxemadagi radikal tepasidagi yulduzcha juftlashmagan elektronni, erkin valentlikni bildiradi.

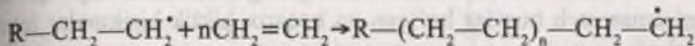
Polimerlanish reaksiyasi zanjir mexanizmda uchta bosqichda kechadi.

**I. Zanjir reaksiyasining boshlanishi.** Boshlovchining erkin radikalari paydo bo'lganidan keyin bu zarrachalar o'zicha mavjud bo'la olmaydi, o'zlari uchun qulay bo'lgan tinch holatga o'tib olishga harakat qiladilar, darhol qo'sh bog'ga ega bo'lgan to'yinmagan organik monomer modda bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Natijada qo'sh bog' uziladi va erkin radikalning bittasi monomer molekulasiga birikadi:



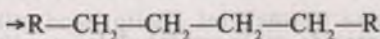
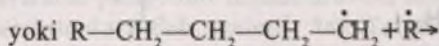
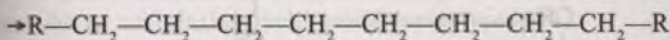
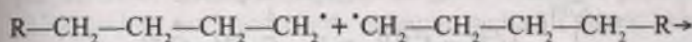
Hosil bo'lgan va juftlashmagan elektronga ega bo'lgan yangi zarracha yangi radikaldir.

**II. Zanjirning o'sishi.** Hosil bo'lgan faol zarracha erkin juftlashmagan elektronga ega bo'lganligi tufayli uzoq mavjud bo'la olmaydi va u ham boshqa monomer molekulari bilan juda katta tezlikda ketma-ket reaksiyaga kirishadi:



Bu jarayon uzluksiz davom etishi mumkin va erkin radikal-larning faolligi juda yuqori bo'lgani sababli makroradikallar hosil bo'lish tezligi ham juda katta bo'ladi. O'suvchi zanjirlar soni orta borgan sari kelib qo'shiluvchi molekular soni ham ortib boradi.

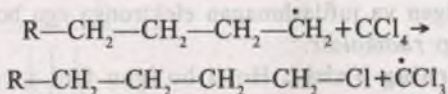
**III. Zanjirning uzilishi.** Tez kechayotgan zanjirli jarayon ikki makroradikal to'qnashganda yoki makroradikal bilan boshlovchi radikali to'qnashganda to'xtaydi:



Har ikkala holda ham zanjir uziladi va katta o'lchamga ega bo'lgan makromolekula hosil bo'ladi. Bu makromolekula polimer deb ataladi.

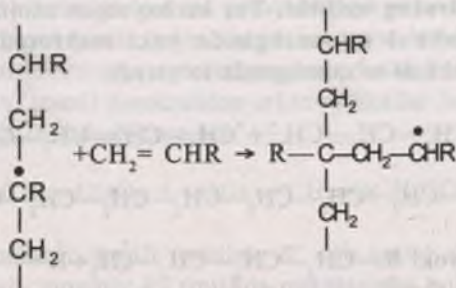
Polimerlanish jarayonida zanjirning uzatilishi hodisasi ham ro'y berishi mumkin. Polimerlanish jarayonida radikal faolligi yo'qolib, u to'yinadi. Erkin valentlik boshqa molekulaga o'tadi. Natijada

mustaqil o'sa oladigan yangi radikal hosil bo'ladi. Bunday reaksiya *zanjirning uzatilishi* deyiladi. Zanjirning uzatilishi turli yo'llar bilan, ya'ni erituvchi modda molekulasi vositasida, monomer yoki polimer orqali bo'lishi mumkin. Erituvchi sifatida, masalan, uglerod tetraxlorid  $CCl_4$  yoki xloroform  $CHCl_3$  qo'llansa, o'sayotgan polimer radikali erituvchi molekulasi bilan to'qnashishi natijasida zanjir uzatiladi. Bunda o'sishdan to'xtagan polimer va uning o'rniga faol bo'lib qolgan erituvchi radikali hosil bo'lib, u zanjir reaksiyasini boshlab berishi mumkin:



Polimerlanish reaksiyalari ba'zan faqat temperatura oshirilganda boradi, boshqa hollarda esa katalizatorlar ishtirokida va yuqori bosimda boradi. Polimerlanish reaksiyasiga tarkibida faqat qo'sh bog' emas, uch bog'lar bo'lgan va beqaror siklik birikmalar ham kirishadi.

Polimerlanish jarayonida *zanjirning tarmoqlanishi* kuzatilishi mumkin. Polimer zanjirining o'sishi to'g'ri chiziq bo'ylab bormasdan, bir necha tomonga qarab tarmoqlanib o'sishi mumkin. Bunda zanjirlardan biri asosiy zanjir, qolganlari yonaki zanjirlar bo'ladi:



Polimerlar qatorida makromolekulalar *zanjirining tikilishi* natijasida hosil bo'luvchi polimerlar mavjud bo'lib, bunga misol tariqasida kauchuklarni keltirish mumkin. S. V. Lebedev birinchi bo'lib divinil birikmasini ( $CH_2=CH-CH=CH_2$ ) polimerlash yo'li bilan sintetik kauchuk oldi. Divinil polimeri zanjiri quyidagicha ifodalanadi:



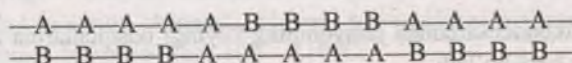




o'zgartirish yo'li bilan polimerlarning xossalari turlicha o'zgartirish mumkin.

Ba'zan polimerlarning sinishini kamaytirish va egiluvchanligini oshirish maqsadida bir polimer ikkinchisiga payvandlanadi. Polistirol va polivinilxlorid qattiq va tez sinadigan materiallardir. Ammo ularni payvandlash natijasida egiluvchan va zarbga chidamli polimer olish mumkin. Shuni aytib o'tish joizki, polimer materiallarning chidamliligini bir necha o'n barobar oshirish uchun ularga juda oz miqdorda boshqa monomerni payvandlash kifoyadir.

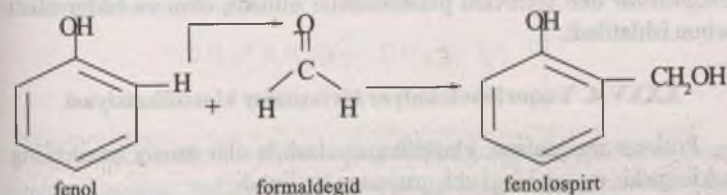
*Blok sopolimerlar.* Blok sopolimerlar hosil bo'lishida, masalan, A va B monomerlarning har qaysisi bir necha marotaba takrorlanadi. Bu umumiy tarzda quyidagicha ifodalanadi:



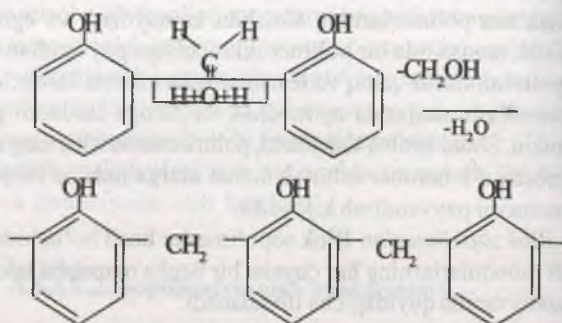
### XXXV.3. Polikondensatlanish reaksiyalari

Polimer moddalar olishda ayrim kichik molekulyar massali uchuvchan moddalar, masalan, suv, ammiak, HCl ajralib chiqishi natijasida polikondensatlanish reaksiyasi ketadi. Ko'p marta takrorlangan kondensatlanish reaksiyasi *polikondensatlanish* deb ataladi. Kichik molekulyar massali moddalar ajralib chiqishi natijasida kimyoviy tarkib o'zgaradi. Dastlabki monomer va hosil bo'lgan polimerning tarkibi bir xil bo'luvchi odatdagi polimerlanish reaksiyalaridan polikondensatlanish reaksiyasining farqi ham ana shunda.

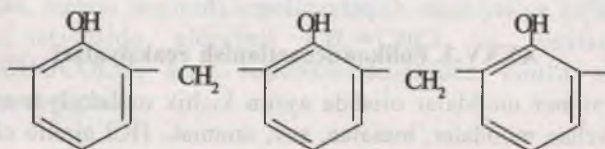
Polikondensatlanish jarayoniga fenol  $C_6H_5OH$  va formaldegid  $CH_2O$  orasida boradigan reaksiyani misol qilib keltirish mumkin:



Hosil bo'lgan fenolspirt, fenol va formaldegid bilan yana o'zaro ta'sirlashadi:



Polikondensatlanish jarayonining keyingi bosqichlarida novolak smolasi hosil bo'ladi:



Bu reaksiya kislotali muhitda sodir bo'ladi. Novolak smolasi yuqori temperaturada yumshaydi va sovitilganda qotadi, ammo bunda kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi. Bunday smolalar *termoplastik smolalar* deb ataladi.

Fenol va formaldegidning ishqoriy muhitdagi polikondensatlanishi natijasida rezol smolalar hosil bo'ladi. Rezol smolalar yuqori temperaturada kimyoviy o'zgarishga uchraydi. Bunda rezol smolalar uch o'lchamli tuzilishga ega bo'lib qoladi va qizdirganda yumshash xossasini yo'qotadi. Bu smolalar *termoreaktiv smolalar* deyiladi.

Fenolformaldegid smolalar keng ko'lamda ishlatiladi, ulardan *fenoplastlar* deb ataluvchi plastmassalar olinadi, elim va laklar olish uchun ishlatiladi.

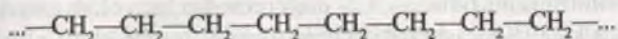
#### XXXV.4. Yuqori molekulyar birikmalar klassifikatsiyasi

Polimer moddalarni klassifikatsiyalashda ular asosiy zanjirining tarkibiga ko'ra, quyidagi uch guruhga bo'linadi:

1. *Karbozanjirli polimer birikmalar*. Bunda polimer makromolekulasidagi asosiy zanjir faqat uglerod atomlaridan tarkib

topgan bo'ladi. Misol tariqasida polietilen va polibutadiyenni keltirish mumkin.

Polietilen molekulası:



Polietilen sanoatda ikki usulda olinadi:

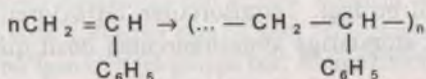
1. Etilenni yuqori bosimda kislorod ishtirokida polimerlash usuli.

2. Past bosimda kompleks metallorganik katalizatorlar ishtirokida polimerlash.

Polietilen oq rangli, tashqi ko'rinishi parafinga o'xshaydi. U suvdan engil. Polietilen dielektrik xossaga ega. Sovuqqa, kimyoviy reagentlar ta'siriga chidamli. Havoni va namlikni o'tkazmaydi. Suyuqlanish temperaturasi 100—110°C.

Yuqori temperaturada polietilen yumshaydi. Qisman oksidlanadi va uning xossalari o'zgaradi. Polietilendan turli xil plyonkalar, elektr izolyatsiya materiallari, xalq xo'jaligida keng qo'llaniluvchi buyumlar tayyorlanadi.

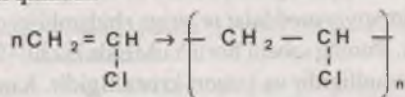
Karbozanjirli polimerlarga yana misol qilib polistirolni keltirish mumkin. *Polistirol* qattiq, shaffof modda. U stirolni blok yoki emulsiyada polimerlash orqali olinadi:



Stirol eng ko'p tarqalgan plastiklardan biridir. Undan elektrotexnikada dielektriklar sifatida, kislotalar ta'siriga chidamli turli buyumlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Karbozanjirli polimerlarga misol tariqasida yana *polivinilxloridni* keltiramiz. Polivinilxlorid oq kukun modda. U vinilxlorid  $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}$  ni

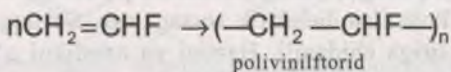
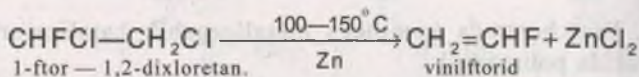
polimerlab hosil qilinadi:



Polivinilxlorid erituvchilar va ko'pchilik kimyoviy moddalar ta'siriga chidamli polimer materialdir. Undan tayyorlangan vinilplast kabellar, linoleum ishlab chiqarishda, kimyoviy moddalar ta'siriga chidamli quvurlar, elektrolizda ishlatiladigan vannalar, kislota va ishqorlarni

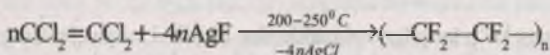
saqlash uchun ishlatiladigan idishlar, akkumulyator detallarini tayyorlashda qo'llaniladi.

*Polivinilftorid* vinilftorid ( $\text{CH}_2=\text{CHF}$ ) ni polimerlash orqali olinadi. Polivinilftoridni 1-ftor — 1,2-dixloretdan ham olish mumkin. Bu modda katalizator ishtirokida qizdirilganda bir molekula xlor ajralib chiqadi va vinilftorid hosil qiladi. Uni radikal mexanizmida zanjirli polimerlab polivinilftorid olinadi:



Polivinilftorid yuqori temperaturaga va, ayniqsa, quyosh nuri ta'siriga chidamli, past temperaturada elastikligini saqlash kabi xossalarga ega bo'lgani uchun keng qo'llaniladi. Elektrotexnika sohasida vinilftoridning boshqa monomerlar bilan hosil qilgan sopolimerlari ko'p ishlatiladi.

*Politetraftoretillen* tetraftoretillenning juda oson polimerlanishidan hosil bo'ladi. Tetraftoretillen tetraxloretilendagi xlor atomlarini ftor atomlariga almashinuvidan hosil qilinadi:

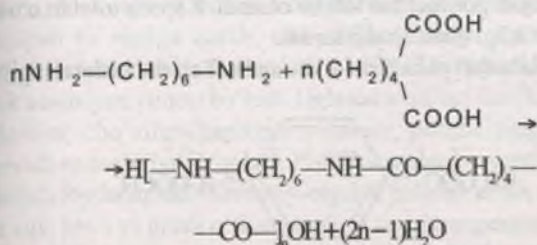


Tetraftoretillen oddiy sharoitda gaz modda. Politetraftoretillen oq kristall modda. Shuningdek, u teflon, ftorplast-4, algoflon, sereflon deb ham ataladi. Uning mexanik xossalari boshqa polimerlarga qaraganda kuchli. Teflon  $320^\circ\text{C}$  da ozgina yumshaydi,  $400^\circ\text{C}$  dan yuqorida parchalana boshlaydi. Teflon hatto ochiq alangada yonmaydi va suyuqlanmaydi. Politetraftoretillenning kimyoviy moddalar ta'siriga chidamliligi oltin va platina dan ham yuqoridir. Buning sababi ftorli YuMB da kuchli ( $E=510\text{ kJ/mol}$ ) C—F bog'lari mavjudligidir va yuqori kristalligidir. Kimyo sanoatida, atom energetikasini yaratishda, radiotexnika, elektro texnika, kosmik texnika va tibbiyotda keng qo'llaniladi.

2. *Geterozanjirli polimer birikmalar.* Asosiy zanjirida uglerod atomlaridan tashqari, kislorod, azot, oltingugurt, fosfor atomlari ham

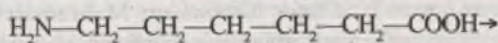
bo'ladi. Misol tariqasida sellyuloza, oqsillar, poliamidlar, polieffirlarni keltirish mumkin.

Molekulasi tarkibida ikkita aminogruppa bor bo'lgan birikmalar diamin, uch aminogruppa bor bo'lgan birikmalar triamin va hokazo deb ataladi. Gesametilendiamin va adipin kislotasi  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$  dan hosil bo'ladigan polimer moddadan naylon tolasi olinadi. Bu reaksiya quyidagicha ifodalanadi:

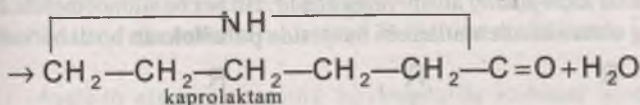


Naylon poliamidlarga kiradi. Naylonni tabiiy ipak va tabiiy jun o'rtaida ishlatish mumkin. Naylondan tayyorlangan matolar g'ijimlanmaydi, elastik bo'ladi, sovuqqa chidamli.

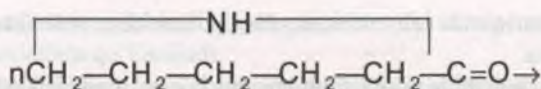
Tarkibida bir necha funksional gruppalar bo'lgan organik moddalar *aralash funksional birikmalar* deb ataladi. Masalan, aminokislotalar tarkibida ham asos xossasiga ega bo'lgan  $\text{NH}_2$ -gruppa, ham kislota xossasiga ega bo'lgan  $\text{COOH}$ -gruppa bor. Aminokislotalar amfoterlik xususiyatiga ega. Ma'lum bir sharoit yaratilganda aminokislotalar siklik birikmalarga — laktamlarga aylanadi. Masalan, aminokapron kislotasidan kaprolaktam hosil bo'ladi:



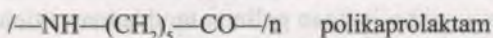
$\epsilon$ -aminokapron kislota



Kaprolaktam poliamidlarga kiradigan polikaprolaktam, ya'ni kapron ishlab chiqarishda xomashyo hisoblanadi. Kapron olishda kaprolaktamdagi bog' uziladi va to'g'ri chiziqli polimer hosil bo'ladi:



kaprolaktam

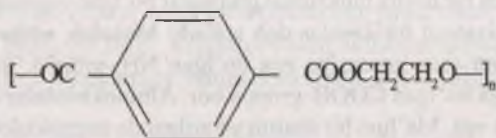


Hosil qilingan polimerdan tolalar olinadi. Kapron tolalari o'zining pishiqligi, elastikligi bilan ajralib turadi.

Polimer tolalardan yana biri — lavsandır. Tereftal kislotaning dime-til efiri bilan

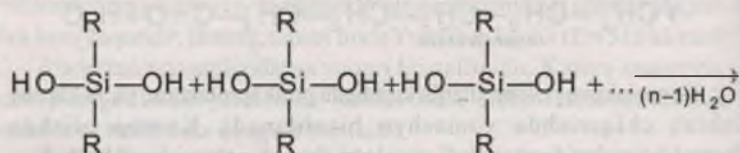


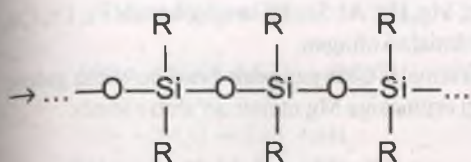
etilenglikol HO—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—OH ning polikondensatlanishi natijasida polietilentereftalat yoki *lavsan* hosil bo'ladi:



Lavsan dielektrik xususiyatga ega. Lavsan plyonkalari havo o'tkazmaydi. Lavsan tolalaridan qilingan matolar pishiq va g'ijim bo'lmaydi.

**3. Element-organik polimer birikmalar.** Makromolekulasining asosiy zanjirida kremniy, titan, alyuminiy, germaniy va boshqa elementlar bo'ladi. Masalan, kremniy-organik polimerlar yoki polisiloksanlar katta amaliy ahamiyatga egadir. Bir necha silanol molekulalarining o'zaro kondensatlanishi natijasida **polisiloksan** hosil bo'ladi:

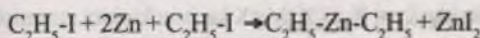




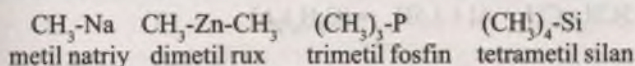
bu yerda, R — organik radikal. Polisiloksanlar tarkibidagi radikallarning xususiyati va soniga qarab, turli xil xossalarga ega bo'ladi. Agar polisiloksanlar tarkibida uglerod atomlari soni ko'p bo'lsa, ularning elastiklik xususiyati yuqori bo'ladi. Uglerod atomlari soni kamayishi polimerlarning cho'ziluvchanligini oshiradi, polimerning eruvchanligi kamayadi va mo'rt bo'lib qoladi. Polisiloksanlardan surkov moylari tayyorlashda foydalaniladi. Kremniy-organik polimerlardan olingan plyonkalar suv, havo va gazni o'tkazmaydi. Yuqori temperaturaga chidamli. Ulardan elektroizolyatsion materiallar sifatida va tibbiyotda foydalaniladi.

### ELEMENT-ORGANIK BIRIKMALAR

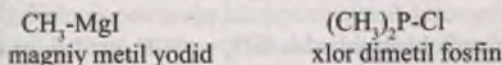
Organik moddalar molekulasida uglerod atomlari bilan bog'langan metall yoki metallmas atomlari bor bo'lsa, bunday birikmalar element-organik birikmalar deyiladi. 1849 yilda E. Frankland etil yodidga Zn rux ta'sir ettirib dietil rux sintez qildi:



Sof element-organik birikmalarda element atomlari faqat uglevodorod radikali bilan bevosita bog'langan bo'ladi:



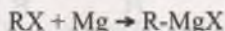
Aralash element-organik birikmalarda element atomlari uglevodorod radikali bilan birga boshqa element bilan birikkan bo'ladi:





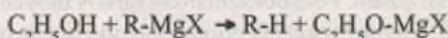
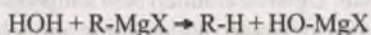
Metallardan Na, Li, Cu, Zn, Mg, Hg, Al, Sn, Pb larning hamda Fe, Cr, Co, Ni, Pd, Pt ning organik birikmalari olingan.

Magniy-organik birikmalar **Grinyar reaksiyasi** bo'yicha galoid alkillarning suvsiz efiridagi eritmasiga Mg metali qo'shib olinadi:

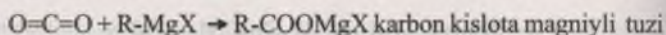
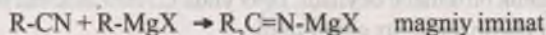
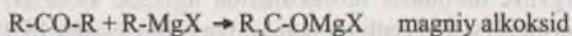


Hosil bo'lgan modda Grinyar reaktivi deyiladi.

Tarkibida harakatchan H atomlari bo'lgan moddalardan spirtlar, suv, aminlar magniy-organik birikmalar bilan o'rin almashish reaksiyasiga kirishadi va alkanlar hosil bo'ladi:

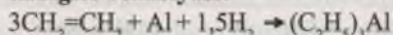


Agar reaksiya uchun  $CH_3MgI$  olinsa,  $CH_4$  metan gazi hosil bo'ladi. Grinyar reaktivi qo'shboq'li va ucbog'li birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi:

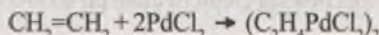
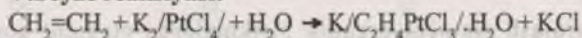


Alyuminiy-organik birikmalar litiy yoki magniy-organik birikmalar asosida olinadi:  $3R-Li + AlCl_3 \rightarrow R_3Al + 3LiCl$

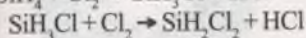
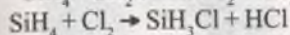
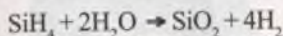
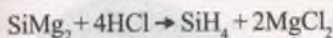
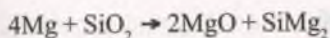
**K.Sigler reaksiyasi:**



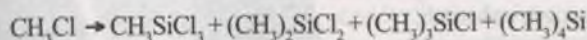
**V.Seyze reaksiyasi:**



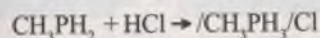
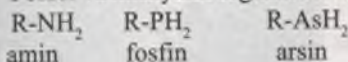
Kremniy-organik birikmalardan  $SiH_4$  va  $Si_2H_6$  tuzilishiga kora alkanlarga oxshash, lekin xossalari farq qiladi.



Alkilsilanlar va ularning galogenli birikmalarini olish uchun yuqori haroratda Si va Cu aralashmasidan o'tkaziladi:

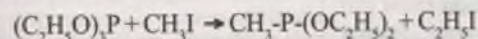


Fosfor va mishyakli organik birikmalar:

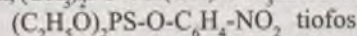


metilfosfin                      metilfosfoniyl xlorid

**Arbuzov reaksiyasi:**



Mishyak ham fosfor kabi birikmalar hosil qiladi. Fosfor va mishyakning organik birikmalari kuchli biologik aktiv moddalardir. Masalan, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>PO-CH(OH)-CCl<sub>3</sub> xlorofos



**Stovarsol** nomli mishyakli birikma uyqu kasalligini davolashda ishlatiladigan preparatdir.

### XXXV.5. Tibbiyotda qo'llaniluvchi polimer moddalar

70-yillarning o'rtalaridan hozirgi kungacha fanning yangi sohasi — kimyo, biologiya va tibbiyot fanlari mushtarakligida vujudga kelgan tibbiy-biologik polimerlar kimyosi rivojlanib kelmoqda. Bu fanga bo'lgan qiziqish hozirgi zamon tabiatshunosligining fundamental aspektlari bo'lmish jonli va jonsiz narsalarning o'zaro ta'siri va tibbiyot hamda

sog'liqni saqlashda turli xil sun'iy polimerlarni qo'llashdan kelib chiquvchi amaliy xulosalar bilan izohlanadi.

Bu sohani shartli ravishda besh asosiy ilmiy yo'nalishga bo'lish mumkin:

1. Inson organizmining murakkab sistemalariga ta'sir etuvchi sun'iy makromolekulalarni o'rganuvchi umumbiologik yo'nalish;

2. Yo'naltirilgan ta'sirga ega bo'lgan fiziologik faol va dorivor polimerlar;

3. Dori moddalari berilishini nazorat qiluvchi makromolekulyar terapevtik sistemalar;

4. Organlar va to'qimalarni endoprotezlash uchun mo'ljallangan va qon bilan kontaktlashuvchi polimer materiallar va konstruksiyalar;

5. Tashqi protezlash uchun hamda yordamchi materiallar vazifasini o'tovchi polimer materiallar.

Ana shu yo'nalishlarning har birini alohida-alohida ko'rib chiqamiz:

I. Fanning mazkur sohasi kompleks sohadir va u organik hamda polimerlar kimyosi, kimyoviy texnologiya, biokimyoviy, biofizika, fiziologiya va tibbiyot fanlarining mushtarakligiga asoslanadi.

70-yillar oxirida shunday ma'lumotlar paydo bo'ldiki, bunda sun'iy makromolekulalar, xususan, ayrim polielektrolitlar, o'z kimyoviy tuzilishi bo'yicha issiq qonli jonzotlar organizmiga yot bo'lishiga qaramay, kam miqdorda oqsil moddalar bilan kombinatsiyada organizmga kiritilganda organizmning immunologik xususiyatini juda ham oshirib yuborishi aytiladi. Vaholanki, o'sha oqsillarning o'zi bu xususiyatni kam o'zgartiradi. Organizmning immunologik sistemasi faolligi 100—1000 barobar ortib ketadi, ammo buning mexanizmi hali to'la o'rganilmagan. Bu ma'lumotlar sun'iy antigenlar, effektiv vaksinalar va boshqa dorivor hamda biologik aktiv birikmalarning yaratilishiga olib keladi.

II. Yo'naltirilgan ta'sirga ega bo'lgan makromolekulyar dorivor moddalar *polimer-olib yuruvchi* va unga birikkan faol dorivor moddadan



O. N. Musayev  
(1936 y.)

Kimyo fanlari doktori, professor. Ilmiy izlanishlari tibbiy polimerlar sinteziga bag'ishlangan.



Sayyora Sharafovna Rashidova  
(1943 y.)

Kimyo fanlari doktori, O'zFA akademigi. Sun'iy polimerlar sohasida ko'p yillar ilmiy ish olib borgan. Yuzdan ortiq yirik ilmiy maqolalar va monografiyalar muallifi.

qabul qilib, uning samaradorligini oshirishga erishiladi.

Fiziologik aktiv polimerlar kimyosi bilan ko'pgina chet eldagi nufuzli ilmiy tekshirish muassasalari va yaqin hamdo'stlik mamlakatlaridagi insti-tutlar bilan bir qatorda, O'zbekiston Milliy Universiteti kimyo fakulteti olimlari, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, Bioorganik kimyo instituti, Farmakologiya instituti va boshqalarning olimlari shug'ullandilar hamda katta yutuqlarga erishdilar.

Fanning bu yangi sohasida erishilayotgan yutuqlar bilan bir qatorda, albatta, hali ko'pgina muammolar ham mavjud.

Ayrim polimer birikmalar kichik molekulyar massali dorivor moddalarni ta'sir etishi lozim bo'lgan joyga olib borish uchun transport vazifasini o'taydi, ya'ni organizmning ma'lum bir nuqtasiga etib borganidan so'ng erishni va dori moddasini ajratib chiqarishni boshlaydi.

III. Odatdagi kichik molekulyar massali dorivor moddalar organizmda uzoq vaqt bo'lishi nazarda tutilmaydi. Ular organizmdan tezda chiqarib yuboriladi yoki o'zgarishlarga uchraydi. Shunda do-

iboratdir. Bunday moddalardan birinchi bo'lib makromolekulyar trombolitik preparat, ya'ni ferment asosiga ega bo'lgan streptodekaza va polisaxarid hosilasi bo'lgan dekstrandani olingan preparatni misol qilib keltirish mumkin. Bunday moddalar ko'pgina kasalliklarni davolashda muhim rol o'ynaydi.

Kichik molekulyar massaga ega bo'lgan dorivor moddalarining organizmdagi ta'sir muddatini uzaytirish maqsadida ular polimer moddalarga bog'lanadi va bu usul dorivor modda ta'sirini *prolongatsiya qilish* deb ataladi. Bunda yuqori molekulyar birikmaga tikilgan dori moddasining organizmda erib so'rilish muddati uzayadi, dori moddasi organizmda uzoqroq turib qoladi va o'z ta'sirini uzoq vaqt davomida yo'qotmaydi. Shuning uchun kasallik davomida dori moddasini kam

rining effektini oshirish uchun uni tez-tez qabul qilishga majbur bo'lamiz. Bunda dorining organizmdagi konsentratsiyasi doimo o'zgarib turadi: qabul qilingan vaqtda yuqori va qayta qabul qilish oldidan juda kam bo'ladi. Terapevtik muvaffaqiyatga erishish uchun dorining organizmdagi miqdorini ma'lum vaqt davomida (bir necha soat yoki bir necha oy) bir xil tutib turish zarur. Shu maqsadlarda yaratilgan polimer moddalar plyonkalar, shariklar, plastinkalar ko'rinishida bo'ladi. Bunga misol qilib ko'z kasalliklarida qo'llaniluvchi dorivor plyonkalarni keltirish mumkin. Bu plyonkalar fiziologik aktiv moddani ko'zning shilliq qavati orqali bevosita qon aylanish sistemasiga olib o'tish vazifasini o'taydi. Qandli diabet kasalligida insulin etishmovchiligini ignasiz korreksiyalovchi o'zida insulin tutgan dorivor plyonkalar yaratilmoq-da. Sanoatda va tibbiyotda polimer-membranalarining ahamiyati juda katta. Bunda polimer membranasi sifatida xohlagan plyonka, tolalar, bo'kkan zarracha va boshqalarni tushunish mumkin. Polimer membranalarining vazifasi qandaydir komponentlarni ushlab qolish yoki tanlab o'tkazish xususiyatiga ko'ra murakkab aralashmalarni ajratishdir.

Kuyish natijasida vujudga kelgan yaralarni davolashda zamonaviy sun'iy teri konstruktsiyalari bir vaqtning o'zida yaraga kislorod kelishini ta'minlaydi, bakteritsid ahamiyatga ega va to'qimalarning emirilishi mahsulotlarini so'rib olib, namlikni me'yorida saqlab turadi. Masalan, AQSh da ishlab chiqilgan "sendvich konstruktsiyasi" ning yuqori qavati polidimetilsiloksan membranasi iborat bo'lib, u yarani havo kislorodi bilan ta'minlaydi, pastki qavati esa kollagen va poliamidning tikilgan sopolimeridan iborat, bu konstruktsiya tanasining yuqori qismi hattoki 85% gacha kuygan odamlarning hayotini saqlab qoladi. Vaholanki, bundan o'n yillar oldin tananing yuqori qismi 65% kuygan odamni saqlab qolishning iloji yo'q edi.

IV. Endoprotezlash uchun qo'llaniluvchi polimer materiallarga quyidagilar kiradi: jarrohlik sohasida so'rilib ketuvchi iplar, kuyish va yaralar uchun qoplamalar, yumshoq va qattiq to'qimalar uchun plastika, sun'iy buyrak, sun'iy jigar, sun'iy yurak, plazma va qon o'rmini bosuvchi moddalar, yuz-jag' sohasi jarrohligi, oftalmologiya, yurak-qon tomir jarrohligi, polimer dorilar, travmatologiya va ortopediya sohasidagi polimerlar.

Amerikalik jarrohlarning ma'lumotlariga ko'ra, AQSh da 1961—1981 yillar davomida yurak klapanlarini almashtirish bo'yicha 2135 ta jarrohlik ishlari olib borilgan, shundan 12% kasallar ikkinchi marta protezlangan. Kasallarning 43% i 15 yil va undan ko'proq yashagan, shu jumladan, 27%

odamlar ikkinchi marta protezlangan odamlar bo'lgan. Bu shuni ko'rsatadi, yurakning polimer klapanlari muvaffaqiyat bilan qo'llanilmoqda.

O'zbekistonda tibbiyot poli-merlari yaratish sohasidagi ilmiy izlanishlar asosan O'zbekiston Milliy Universitetida professor O'. N. Musayev rahbarligida O'zFA "Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti" va "Bioorganik kimyo" instituti olimlari tomonidan olib borilayapti. O'zbekistondagi fiziologik aktiv polimerlar kimyosi ikki yo'nalishda rivojlandi:

1. Polimerlash usuli, ya'ni turli xil dori moddalari, masalan, alkaloidlarning hosilalarini olish, ularni polimerlash va sopolimerlash.

2. Kichik molekulyar massali fiziologik aktiv moddalar bilan polimer-olib yuruvchilar zanjiridagi polimeranalitik o'zgarishlar usuli.

Fiziologik aktiv preparatlar yoki dorivor polimerlar turli usullar bilan hosil qilinishi mumkin: 1) polimerlash va sopolimerlash; 2) polikondensatlash; 3) polimeranalitik o'zgarishlar.

Professor Sh. Najmiddinov boshchiligida tarkibida faol elektrofil grup-palar bo'lgan «polimer-olib yuruvchilar» hosil qilindi va xossalari o'rganildi. O'tkazilgan fizik-kimyoviy tekshiruvlar ko'pchilik polimer-olib yuruvchi-lar uchun ularni hosil qilish va ajratib olish jarayonida o'z-o'zidan sodir bo'luvchi molekulararo va molekular ichidagi o'zgarishlar xos ekanligini ko'rsatdi.

Qon to'xtatuvchi dorivor polimerlar hosil qilish alohida ahamiyatga egadir. Bunday dorilar jarrohlikda va qon ketishi bilan bog'liq bo'lgan turli xronik kasalliklarni davolashda qo'llaniladi. O'zbekiston Milliy Uni-versiteti kimyogar olimlari polimer — antigeparin preparatlarini hosil qildilar.

Qon o'mini bosuvchi hamda davolash xususiyatiga ega bo'lgan dorivor polimerlar hosil qilish muammolari bilan O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Polimerlar kimyosi va fizikasi institutidagi akademik S. Sh. Rashidova rah-barligida olimlar jamoasi shug'ullandilar. Qisqa vaqt ichida yuzdan oshiq fiziologik aktiv polimer preparatlarning tibbiy-biologik xossalari o'rganildi. Ular bu preparatlarning o'tkir va xronik toksikologik xususiyatlarini, asosiy biokimyo va gematologik jarayonlarga ta'sirini, buyrak, jigar va boshqa hayotiy muhim ahamiyatga ega bo'lgan a'zoga ta'sirini, preparatlarning orga-nizmdagi taqsimotini, organizmdan chiqarib yuborish yo'llari va tezligini hamda bu preparatlarni uzoq vaqt qo'llaganda organizmda yig'ilib qolish ehtimolli-gini o'rganidilar. Ilmiy izlanishlar natijasida suyak to'qimalari va ilik regeneratsiyasini faollashtiruvchi preparatlar gruppasi ajratib olindi.

O'zbekiston Milliy Universitetida professor O'. N. Musayev boshchili-gidagi olimlar gruppasi jarrohlikda tirik organizm ichki a'zolari protezlashda keng qo'llaniluvchi tayyor polimer mahsulotlarning tibbiy-biologik xususi-

yatlarini yaxshilash borasida sistematik izlanishlar olib bordilar. Qon o'tkazuvchi kateterlar, polietilen, polipropilen, lavsan va ftorlonlavsan asosidagi tomirlarning qon bilan chiqishuvchanlik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida polimerlashning radiatsion usuli qo'llanildi va bu borada ijobiy natijalarga erishildi.

Jarrohlikda qo'llaniluvchi amaldagi iplar o'zining yetarlicha pishiq emasligi, tez so'rilib ketib qolishi, bu iplar bilan tikilgan yaralar atrofida organizmning turli noxush reaksiyalar berishi, allergik holatlarning vujudga kelishi kabi kamchiliklarga ega ekanligi bu sohada maqsadga muvofiq keluvchi yangi sifatli iplar yaratish muammosini keltirib chiqardi. Bu muammo paxta sellyulozasidan uning karboksimetil efirini hosil qilish va bu efir asosida olingan iplarning fizik-mexanik hamda tibbiy-biologik xossalari chuqur o'rganish orqali hal etildi (Sh. Najmiddinov, A. A. Sarimsoqov, A. S. To'rayev). Olingan iplarni turli ichki organlar jarrohligi, ko'z kasalliklari jarrohligi va boshqa sohalarda muvaffaqiyatli qo'llash mumkin.

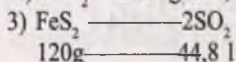
## UMUMIY KIMYO. KIMYONING ASOSIY TUSHUNCHA VA QONUNLARI

(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (98-2-3). Tarkibida 20% qo'shimchalari bo'lgan 1 kg piritdan (n.sh.) da 90% unum bilan qancha (litr) sulfid angidrid olish mumkin?

Yechish: 1) qo'shimchalar 20% bo'lsa, toza modda 80% bo'ladi.

$$2) \text{FeS}_2 = 1000\text{g} \times 0,80 = 800 \text{ g}$$



$$800\text{g} \text{ ————— } x = 298,67 \text{ l}$$

$$4) 298,67 \times 0,90 = 268,8 \text{ l} \quad \text{Javob: } 268,8$$

2. (98-2-19). Bir element oksidi tarkibida 50,45% kislorod bor. Agar shu elementning nisbiy atom massasi 55 ga teng bo'lsa, unung valentligi nechaga teng bo'ladi?

Yechish: 1) agar kislorod 50,45% bo'lsa, unda noma'lum element  
 $100 - 50,45 = 49,55\%$

2) element	kislorod
$49,55\% : 55 = 0,90$	$50,45\% : 16 = 3,15$

Endi chiqqan ikkala sonni kichik songa, ya'ni 0,90ga bo'lamiz

$$0,90 : 0,90 = 1 \quad 3,15 : 0,90 = 3,5$$

kasr sonni yo'qotish uchun ikkala sonni 2 ga ko'paytiramiz

$$1 \times 2 = 2 \quad 3,5 \times 2 = 7$$

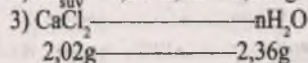
Demak, oksid formulasi  $\text{E}_2\text{O}_7$ . Bunda element valentligi 7ga teng.

Javob: 7

3. (98-2-38). Agar 2,02 g suvsiz kalsiy xlorid 4,38 g kristallgidrat hosil qilsa, tuz tarkibida necha mol suv bo'ladi?

Yechish: 1)  $\text{CaCl}_2 \text{ ————— } \text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   
 $2,02 \text{ g} \text{ ————— } 4,38 \text{ g}$

$$2) m_{\text{suv}} = 4,38 - 2,02 = 2,36 \text{ g}$$



$$111\text{g} \text{ ————— } x = 129,68 \approx 130\text{g}$$

$$4) n_{\text{suv}} = 130 : 18 = 7 \text{ mol}$$

demak, formula  $\text{CaCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Javob: 7



4. (97-10-24). FeS ning massa ulushi 88% bo'lgan 1 kg temir sulfiddan normal sharoitda o'lgangan necha litr vodorod sulfid olish mumkin?

Yechish: 1) FeS va H<sub>2</sub>S lar tarkibida bittadan S borligi uchun reaksiya tenglamasini yozish shart emas.

2) toza FeS  $m = 1000\text{g} \times 0,88 = 880\text{ g}$

$$\begin{array}{r} 3) \text{FeS} \text{ ————— } \text{H}_2\text{S} \\ 88\text{g} \text{ ————— } 22,4\text{ l} \\ 880\text{g} \text{ ————— } x = 224\text{ l} \end{array}$$

Javob: 224 l

5. (97-10-40). Yuqori oksidi EO<sub>3</sub> formulaga ega bo'lgan va vodorod bilan 2,47% vodorodli birikma hosil qiladigan element nomini toping.

Yechish: 1) EO<sub>3</sub> formulaga ega bo'lgan oksidlarni VI guruh elementlari hosil qiladi va ular vodorod bilan H<sub>2</sub>E tarkibli birikmalar hosil qiladi.

2) H<sub>2</sub>E tarkibidagi 2 ta vodorod 2,47% ni tashkil etsa, unda

$$E = 100 - 2,47 = 97,53\%$$

3) 2 g H ————— 2,47%

$$x\text{ g E} \text{ ————— } 97,53\% \quad \text{bundan} \quad x = 79\text{ g}$$

Bu selen (Se). Javob: Se

6. (97-11-27). Massasi 4 g bo'lgan ikki valentli element oksidini eritish uchun xlorid kislotadan 7,3 g sarf bo'ldi. Eritish uchun qaysi elementning oksidi olingan?

Yechish: 1)  $\text{MeO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$$4\text{g} \text{ ————— } 7,3\text{ g}$$

$$x \text{ ————— } 73\text{ g}$$

bundan  $x = 40\text{ g}$ , ya'ni  $M_{\text{MeO}} = 40$

$$2) \text{Me} = 40 - 16 = 24\text{ g} \quad \text{bu magniy.} \quad \text{Javob: Mg}$$

7. (97-11-189). Qalay va misning qotishmasida har bir atom qalayga 5 atom mis to'g'ri kelishi uchun shu qotishmada necha foiz qalay bo'lishi kerak?

Yechish: 1) Sn ————— 5Cu

$$119\text{ g} \text{ ————— } 320\text{ g}$$

$$2) m = 119 + 320 = 439\text{ g qotishma}$$

$$3) \omega_{\text{Sn}} = (119:439) \times 100 = 27,1\% \quad \text{Javob: 27,1}$$

8. (00-1-46). Natriy gidrofosfat Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·nH<sub>2</sub>O da 11,57% fosfor bor. Kristallgidrat tarkibidagi n ning qiymatini toping.

Yechish: 1) Modda tarkibida 1 atom fosfor bor. Demak,

$$\begin{array}{r} 11,57\% \text{-----} 31 \text{ g P} \\ 100\% \text{-----} x = 268 \text{ g} \end{array}$$

2)  $M_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = 142$

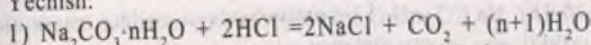
3)  $m_{\text{suV}} = 268 - 142 = 126 \text{ g}$

4)  $n_{\text{suV}} = 126 : 18 = 7 \text{ mol}$

Javob: 7

9. (00-1-49). Massasi 1,287g bo'lgan kristall holidagi sodaga mo'1 miqdorda xlorid kislotasi ta'sir ettirilganda, 100,8 ml (n.sh) gaz ajralib chiqdi. Dastlabki kristallgidratning formulasini aniqlang.

Yechish:



$$1,287\text{g} \text{-----} 100,8\text{ml}$$

$$x \text{-----} 22400\text{ml}$$

bundan  $x = 286 \text{ g}$ .

2)  $m_{\text{suV}} = 286 - M_{\text{soda}} = 286 - 106 = 180 \text{ g}$

3)  $n_{\text{suV}} = 180 : 18 = 10 \text{ mol}$

Javob:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

10. (01-3-38). Glauber tuzi deb ataladigan tuz  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  tarkibida natriyning massa ulushi 16,08% ga teng. Bu tuz tarkibida necha mol suv bor?

Yechish: 1) Modda tarkibida 2 atom natriy bor. Demak,

$$16,08\% \text{-----} 46 \text{ g Na}$$

$$100\% \text{-----} x = 286 \text{ g}$$

2)  $m_{\text{suV}} = 286 - M_{\text{tuz}} = 286 - 142 = 144 \text{ g}$

3)  $n_{\text{suV}} = 144 : 18 = 8 \text{ mol}$

Javob: 8

11. (01-3-41). Temir (III)-sulfat  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  tarkibida olingugurt bilan temirning massa ulushi 37,0% ga teng bo'lsa, n ning qiymati qancha bo'ladi?

Yechish: 1) Modda tarkibida 3 ta S va 2 ta Fe bor.

$$\text{Ularning umumiy massasi } 3 \times 32 + 2 \times 56 = 208 \text{ g}$$

2)  $37,0\% \text{-----} 208 \text{ g}$

$$100\% \text{-----} x = 562 \text{ g}$$

3)  $m_{\text{suV}} = 562 - M_{\text{tuz}} = 562 - 400 = 162 \text{ g}$

4)  $n_{\text{suV}} = 162 : 18 = 9 \text{ mol}$

Javob: 9

12. (01-3-71). Tarkibida 88% sof alyuminiy karbid bo'lgan 20 g texnik namunaga mo'l miqdor suv ta'sir ettirilgan. Reaksiya unumi 85% ni tashkil etsa, hosil bo'lgan gazning n.sh.dagi hajmi qancha bo'ladi?

- Yechish: 1)  $m_{\text{karbid}} = 20 \times 0,88 = 17,6 \text{ g}$   
 2)  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$   
 $144\text{g} \text{-----} 67,2 \text{ l}$   
 $17,6\text{g} \text{-----} x = 8,21 \text{ l gaz}$   
 3) 100% ----- 8,21 l  
 85% -----  $x = 6,98 \text{ l}$  Javob: 6,98

13. (00-10-15).  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  kristallgidratdagi suvning massa ulushi 62,94% ni tashkil etsa, n ni aniqlang.

- Yechish: 1)  $\omega_{\text{tuz}} = 100 - 62,94 = 37,06\%$   
 2)  $M_{\text{tuz}} = 106$   
 3) 37,06% ----- 106 g  
 62,94% -----  $x = 180 \text{ g suv}$   
 4)  $n_{\text{suv}} = 180 : 18 = 10 \text{ mol}$  Javob: 10

14. (01-6-18). Vodorodli birikmasining formulasi  $\text{HE}$  bo'lgan elementning yuqori oksidi tarkibida 41,17% kislorod bor. Bu qaysi element?

- Yechish: 1) HE tarkibli birikmani VII guruh elementlari hosil qiladi.  
 Ularning yuqori oksidi formulasi  $\text{E}_2\text{O}_7$  bo'ladi.  
 2) 7 ta kislorod  $16 \times 7 = 112 \text{ g}$  3)  $\omega_{\text{E}} = 100 - 41,17 = 58,83 \%$   
 4) 41,17% ----- 112 g 5)  $M_{\text{E}} = 160 : 2 = 80$ , bu brom  
 58,83% -----  $x = 160 \text{ g}$  Javob: Br

15. (01-8-23). Reaksiyaning har bir bosqichida unum 80% bo'lgan sharoitda 72 g grafit bilan kalsiy oksid aralashmasi yuqori temperaturada qizdirilganda olingan mahsulotning suv bilan reaksiyasida hosil bo'lgan gazning hajmini (litr) toping.

- Yechish: 1)  $3\text{C} + \text{CaO} \rightarrow \text{CO} + \text{CaC}_2$   
 2)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$   
 3)  $3\text{C} \text{-----} \text{C}_2\text{H}_2$   
 $36 \text{ g} \text{-----} 22,4 \text{ l}$   
 $72 \text{ g} \text{-----} x = 44,8 \text{ l}$   
 4)  $V_{\text{asetilen}} = 44,8 \times 0,80 \times 0,80 = 28,67 \text{ l}$  Javob: 28,67 l

16. (02-1-18). Yer po'stlog'i tarkibidagi kaliy va natriyning foiz miqdori taxminan baravar. Yer po'stlog'ida kaliy atomlari ko'pmi yoki natriy atomlarimi? Taxminan necha marta ko'p?

Yechish: 1)  $A_K=39$   $A_{Na}=23$   $39 : 23 \approx 1,7$

Na atomlari yengil, K ga qaraganda 1,7 marta ko'proq uchraydi.

Javob: Na, 1,7

17. (02-4-6). Hajmi 1000 m<sup>3</sup> suv gazini olish uchun tarkibida 0,95 massa ulush uglerod tutgan ko'mir massasini (kg) toping.

Yechish: 1)  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$  (1000 m<sup>3</sup>=1000 000 litr)

12 g ————— 44,8 l gazlar

x ————— 1000 000 l

$x=267857 \text{ g} \approx 268 \text{ kg}$

2) 268 kg C ————— 0,95

x ————— 1,00 bundan  $x=282 \text{ kg C}$  Javob: 282 kg

18. (02-10-38). 0,2 mol  $XO_2$  birikmasi 9,2 g kelsa, 1 mol  $X_2O_3$  necha gramm keladi?

Yechish: 1) 0,2 mol ————— 9,2 g

1,0 mol ————— x = 46 g demak,  $M_{XO_2}=46$

2)  $A_X = 46 - O_2 = 46 - 32 = 14$

3)  $X_2O_3$  ning massasi  $14 \times 2 + 16 \times 3 = 108$  Javob: 108

19. (02-10-47). Tarkibida Ca, Cl va O bo'lgan birikmaning 7 grammida 1,6 g Ca va 0,08 mol xlor atomi bo'lsa, unung formulasini toping.

Yechish: 1) 1 mol Cl ————— 35,5 g

0,08 mol ————— x = 2,84 g

2)  $m_O = 7 - 1,6 - 2,84 = 2,56 \text{ g}$

3)  $\omega_{Ca} = (1,06 : 7) \times 100 = 22,86\%$  4)  $\omega_{Cl} = (2,84 : 7) \times 100 = 40,57\%$

5)  $\omega_O = (2,56 : 7) \times 100 = 36,57\%$

6) Har bir atomning foizini o'z atom og'irligiga bo'lamiz:

Ca	:	Cl	:	O
(22,86:40)		(40,57:35,5)		(36,57:16)
0,57		11,4		2,29

endi hamma sonlarni eng kichigi (0,57) ga bo'lamiz

1 : 2 : 4

Demak, 1 ta atom Ca, 2 ta atom Cl va 4 ta atom O bor.

Formula  $CaCl_2O_4$  yoki  $Ca(ClO_2)_2$  Javob:  $Ca(ClO_2)_2$



5) 4 ta E ————— 3 ta  $O_2$   
 17,2 g ————— 2 g  
 x ————— 96 g bundan  $x = 826$  g  
 1 ta element massasini topish uchun buni 4 ga bo'lsak,  
 $826 : 4 = 206,4$  g, bu (vismut) Bi. Javob: Bi

23. (03-4-3) Xona temperaturasidagi oltingugurt bug'i tarkibidagi bitta molekula  $S_x$  ning massasi  $4,26 \cdot 10^{-22}$  ga teng. Oltingugurt atomi massasi  $5,32 \cdot 10^{-23}$  ga teng bo'lsa oltingugurtdagi «x» ning qiymatini toping.

Yechish:

1)  $M_{S_x} = 4,26 \cdot 10^{-22} = 42,6 \cdot 10^{-23}$

2)  $n_s = 42,6 \cdot 10^{-23} : 5,38 \cdot 10^{-23} = 8$  ta atom

demak, molekula formulasi  $S_8$ .

Javob: 8

24. (03-12-8) Tarkibida 96% sof  $MgSO_4$  bo'lgan texnik magniy sulfatdagi magniyning massa ulushini (%) toping.

Yechish: 1)  $M_{MgSO_4} = 24 + 32 + 64 = 120$

2)  $MgSO_4$  ————— Mg

120 g ————— 24 g

96 g ————— x  $x = 19,2$  g Mg

3) 100 g ————— 100%

19,2g ————— x = 19,2% Mg

Javob: 19,2%

25. (03-12-21) 1 t suvsiz sulfat kislota olish uchun tarkibida 45% oltin-gugurt bo'lgan temir kolchendanidan qancha (kg) kerak? Ishlab chiqarishdagi isrofgarchilikni 5 % deb hisoblang.

Yechish:

1)  $H_2SO_4$  ————— S

98g ————— 32g

1000 000 g ————— x = 327 000 g = 327 kg S

2) 327 kg S —45%

x ————— 100%  $x = 726,7$  kg  $FeS_2$

3) unum  $\eta = 100\% - 5\% = 95\%$

4) 726,7 kg —95%

x — 100%  $x = 764$  kg  $FeS_2$  kerak

Javob: 764

26. (03-12-40). Sodaning 2,5 g kristallgidrati tarkibidagi kristallizatsiya suvi chiqarib yuborilgandan keyin 0,962 g suvsizlantirilgan soda qoladi. Soda tarkibidagi kristallizatsiya suvining massa ulushini (%) hisoblang va kristallgidrat formulasini toping.

Yechish: 1)  $m_{\text{suv}} = 2,5\text{ g} - 0,962\text{ g} = 1,538\text{ g}$   
 2)  $\omega_{\text{suv}} = (1,538 : 2,5) \times 100 = 61,52\% \text{ suv}$

3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ — } \text{H}_2\text{O}$   
 $0,896\text{ g} \text{ — } 1,538\text{ g}$   
 $106\text{ g} \text{ — } x = 170\text{ g}$

4)  $n_{\text{suv}} = 170 : 18 \approx 10\text{ mol}$

Javob: 61,52%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

27. (variant -05) Ishlab chiqarishdagi oltingugurtning 5% isrof bo'lsa, 1 t 100% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  olish uchun tarkibidagi 55% oltingugurt bo'lgan kolchedandan qancha (kg) kerak?

Yechish: 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ — } \text{S}$   
 $98\text{ t} \text{ — } 32\text{ t}$   
 $1\text{ t} \text{ — } x = 0,327\text{ t} = 327\text{ kg S}$

2)  $327\text{ kg S} \text{ — } 55\%$   
 $x \text{ — } 100\% \quad x = 594,5\text{ kg FeS}_2$

3) unum  $\eta = 100\% - 5\% = 95\%$

4)  $494,5\text{ kg} \text{ — } 95\%$   
 $x \text{ — } 100\%$   
 $x = 624,9\text{ kg FeS}_2$  Javob: 624,9

## MOL – MODDA MIQDORI. AVOGADRO QONUNI

(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (99-7-40) Hajmi 10 l bo'lgan kislorod yostig'idagi kislorodning massasini (g) toping. Yostiqdagi gaz bosimi 152 kPa.

Yechish:

$$1) PV = nRT, \text{ bundan } n = PV/RT$$

$$2) 1 \text{ mol } O_2 \text{ ————— } 32 \text{ g}$$

$$0,67 \text{ mol ————— } x = 21,4 \text{ g } O_2$$

Javob: 21,4

2. (99-7-42). Ozon va kislorod aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 18 ga teng. Aralashmadagi har bir gazning massa ulushini toping.

Yechish:

$$1) M_{\text{aral}} = 18 \times D_{H_2} = 18 \times 2 = 36 \text{ g}$$

$$2) M_{\text{aral}} = 36 = O_3 \cdot x + O_2(1-x)$$

$$36 = 48x + 32(1-x)$$

$$36 = 48x + 32 - 32x$$

$$48x - 32x = 36 - 32$$

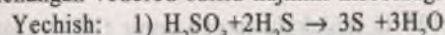
$$16x = 4$$

$$x = 0,25 \text{ } O_3$$

$$1 - 0,25 = 0,75 \text{ } O_2$$

Javob: 0,25; 0,75

3. (99-7-49). Sulfit kislota bilan vodorod sulfid orasidagi reaksiya natijasida 26,5 g oltingugurt hosil qilish uchun 94 kPa bosim va 25°C da o'lgangan vodorod sulfid hajmini hisoblang.



$$T = 250 + 273 = 298^\circ K$$



$$44,8 \text{ l ————— } 96 \text{ g}$$

$$x \text{ ————— } 26,5 \text{ g}$$

$$x = 11,95 \text{ l } H_2S$$

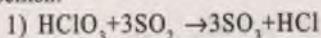
$$3) P_0 V_0 / T_0 = PV/T \text{ bundan } V = P_0 V_0 T / T_0 P$$

$$V = 101,3 \cdot 11,95 \cdot 298 / 273 \cdot 94 = 14 \text{ litr } H_2S$$

Javob: 14

4. (99-7-50). 33,8 g xlorat kislota  $HClO_3$  ni sulfit anhidrid bilan vodorod xloridgacha qaytarish uchun 25°C va 98,7 kPa bosim ostida bo'lgan sharoitda talab etiladigan qaytaruvchining hajmini hisoblang.

Yechish:





- 2)  $\text{HClO}_3 \text{ — } 3\text{SO}_2$   
 $84,5\text{g} \text{ — } 67,2 \text{ l}$   
 $33,8\text{g} \text{ — } x = 26,88 \text{ l SO}_2$
- 3)  $T = 250 + 273 = 298 \text{ K}$
- 4)  $V = P_0 V_0 T / T_0 P = 101,3 \cdot 26,88 \cdot 298 / 273 \cdot 98,7 = 30,13 \text{ l}$

Javob: 30,13 l

5. (98-9-33). Hajmlari teng bo'lgan vodorod, azot va uglerod (IV) - oksid aralashmasining o'rtacha nisbiy molekulyar massasini aniqlang.

Yechish: Hajmlar teng bo'lgani uchun 100% ni 3 ga bo'lsak, har biri  
 $100\% : 3 = 33,33\%$  dan bo'ladi.

- 1)  $\text{H}_2 \text{ — } \text{N}_2 \text{ — } \text{CO}_2$   
 $33,33\% \quad 33,33\% \quad 33,33\%$

2)  $M_{\text{aral}} = (2 \cdot 33,33 + 14 \cdot 33,33 + 44 \cdot 33,33) / 100 = 24,66 \approx 24,7$

Javob: 24,7

6. (98-9-34). Bir tomchi suv ( $V = 0,03 \text{ ml}$ ) da nechta molekula bo'ladi?

Yechish: 1) Suv uchun zichlik  $\rho = 1,0 \text{ g/mol}$

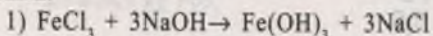
$$m_{\text{suv}} = \rho V = 1 \times 0,03 \text{ ml} = 0,03 \text{ g}$$

2) 18g suvda —  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta

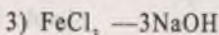
$0,03 \text{ g} \text{ — } x = 0,01 \cdot 10^{23} = 1 \cdot 10^{21}$  Javob:  $1 \cdot 10^{21}$

7. (99-5-17).  $1,806 \cdot 10^{23}$  ta molekula tutgan temir (III) - xlorid eritmasiga 0,36 mol natriy gidroksid eritmasi qo'shildi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan temir (III) - gidroksidning miqdorini va reaksiyada ortib qolgan modda molekullari sonini hisoblang.

Yechish:



2)  $n = 1,806 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,03 \text{ mol FeCl}_3$

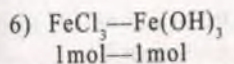


$1 \text{ mol} \text{ — } 3 \text{ mol}$

$x \text{ — } 0,36 \text{ mol} \quad x = 0,12 \text{ mol FeCl}_3 \text{ sarflangan}$

4)  $0,3 - 0,12 = 0,18 \text{ mol FeCl}_3 \text{ ortgan}$

5)  $0,18 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,08 \cdot 10^{23}$  ta  $\text{FeCl}_3$

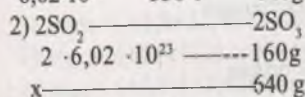
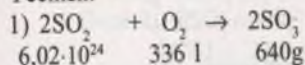


0,12 mol — 0,12 mol

Javob: 0,12 mol  $\text{Fe(OH)}_3$  hosil bo'lgan  
 $1,08 \cdot 10^{23}$  ta  $\text{FeCl}_3$  ortgan.

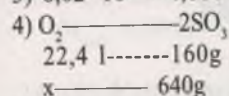
8. (99-4-3). Katalizator ustidan  $6,02 \cdot 10^{24}$  molekula oltinugurt (IV) - oksid va 336 l kisloroddan iborat aralashma o'tkazilganda, 640 g oltinugurt (VI) oksid hosil bo'ldi. Reaksiyada ishtirok etmagan oltinugurt (IV) - oksidning molekular sonini va kislorodning massasini hisoblang.

Yechish:



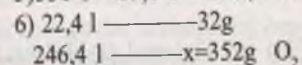
$x = 48,16 \cdot 10^{23} = 4,816 \cdot 10^{24}$  ta  $\text{SO}_2$  sarflangan

3)  $6,02 \cdot 10^{24} - 4,816 \cdot 10^{24} = 1,2 \cdot 10^{24}$  ta  $\text{SO}_2$  ishtirok etmagan



$x = 89,6 \text{ l O}_2$  sarflangan

5)  $336 \text{ l} - 89,6 \text{ l} = 246,4 \text{ l O}_2$  ortgan



Javob:  $1,2 \cdot 10^{24}$  ta  $\text{SO}_2$  va 352 g  $\text{O}_2$  reaksiyada qatnashmagan

9. (99-4-35) 10% vodorod, 10% kislorod va azotdan iborat 40 ml gazlar aralashmasi portlatildi. Portlashdan keyingi oddiy moddalar aralashmasining hajmini (ml, n.sh.) va tarkibini (%) aniqlang.

Yechish:

$$1) \omega_{\text{N}_2} = 100\% - 10\% \text{H}_2 - 10\% \text{O}_2 = 80\%$$

$$4) 40 \text{ ml aral ---} 100\%$$

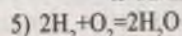
$$x \text{---} 80\%$$

$$2) 40 \text{ ml aral ---} 100\%$$

$$x \text{---} 10\%$$

$$x = 4 \text{ ml H}_2$$

$$x = 32 \text{ ml N}_2$$



$$2 \text{ ml---} 1 \text{ ml}$$

$$4 \text{ ml---} x = 2 \text{ ml O}_2 \text{ sarf.}$$

$$3) 40 \text{ ml aral ---} 100\%$$

$$x \text{---} 10\%$$

$$x = 4 \text{ ml O}_2$$

$$6) 4 - 2 = 2 \text{ ml O}_2 \text{ ortgan}$$

$$7) 2 \text{ ml O}_2 + 32 \text{ ml N}_2 = 34 \text{ ml aralashma}$$

$$8) \omega_{\text{azot}} = (32:34) \times 100 = 94,1\%$$

$$9) \omega_{\text{kislorod}} = (2:34) \times 100 = 5,9\%$$

Javob: 34 ml aralashma, 94,1 % N<sub>2</sub>; 5,9 % O<sub>2</sub>

10. (96-13-64). 1,12 g temir va 0,65 g oltinugurt kukunlari orasidagi reaksiya natijasida olingan sulfid massasini (grammlarda) va ortib qolgan boshlang'ich modda massasining sulfidga nisbatan foiz miqdorini toping.

Yechish: 1)  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$

$$56\text{g} \quad \text{-----} \quad 32\text{g}$$

$$1,12\text{g} \quad \text{-----} \quad x = 0,64 \text{ g S sarflangan}$$

$$2) 0,65 - 0,64 = 0,01 \text{ g S ortgan}$$

$$3) \text{Fe} \quad \text{-----} \quad \text{FeS}$$

$$56\text{g} \quad \text{-----} \quad 88\text{g}$$

$$1,12\text{g} \quad \text{-----} \quad x = 1,76 \text{ g FeS hosil bo'lgan}$$

$$4) M_{\text{aral}} = 1,12 + 0,65 = 1,77\text{g}$$

$$5) \omega_{\text{S}} = (0,01:1,77) \times 100 = 0,57\% \text{ S}$$

Javob: 1,77g FeS; 0,57% S

11. (98-8-62). Odam tanasining 72% ini kislorod tashkil etsa, og'irligi 70 kg bo'lgan tanadagi kislorodning atomlar soni va miqdori qanchaga teng bo'ladi?

$$\text{Yechish: } 1) m_{\text{O}_2} = 70\text{kg} \times 0,72 = 50,4 \text{ kg} = 50400 \text{ g}$$

$$2) n = 50400 : 32 = 1575 \text{ mol O}_2$$

$$3) 1575 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 9482 \cdot 10^{23} = 0,9482 \cdot 10^{27} = 1 \cdot 10^{27}$$

Javob: 1575mol,  $1 \cdot 10^{27}$

12. (98-3-34). Sig'imi 15 l bo'lgan idishga massasi 30,3 g bo'lgan gazlar aralashmasi to'ldirilgan. Agar idishdagi temperatura 18°C va bosim 122 kPa bo'lsa, shu gazlar aralashmasining nisbiy molekulyar massasini aniqlang.

$$\text{Yechish: } 1) P_0 V_0 / T_0 = PV/T \text{ bundan } V_0 = T_0 PV / P_0 T$$

$$V_0 = (273 \cdot 122 \cdot 15) / (101,3 \cdot 291) = 16,95 \text{ litr}$$

$$2) 16,95 \text{ l aral} \text{ --- } 30,3\text{g}$$

$$22,4 \text{ l aral} \text{ --- } x = 40\text{g}$$

Javob: M = 40

2 -usul:

$$1) PV = nRT, \text{ bundan } n = PV/RT = (122 \cdot 15) / (8,314 \cdot 291) = 0,756 \text{ mol}$$

$$2) 0,756 \text{ mol} \text{ --- } 30,3\text{g}$$

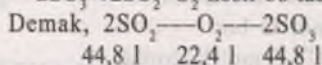
$$1,0 \text{ mol} \text{ --- } x = 40\text{g}$$

Javob: 40

13. (97-10-60). Oltinugurt (VI)-oksidni nisbatan yuqori temperaturada ushlab turish natijasida uning yarmi oltinugurt (IV)-oksid va kislorodga parchalanadi. Hosil bo'lgan gazlar aralashmasining o'rtacha molekulyar massasini hisoblang.

Yechish: 1) Faraz qilamiz, 4 mol  $\text{SO}_3$  bor. Uning yarmi  $\text{SO}_2$  ga aylansa,

$2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$  hosil bo'ladi. Yana 2 mol  $\text{SO}_3$  ortib qoladi.



1) jami =  $44,8 + 22,4 + 44,8 = 112 \text{ l}$  aralashma hosil bo'ladi

2)  $\omega_{\text{SO}_2} = (44,8 : 112) \times 100 = 40\%$

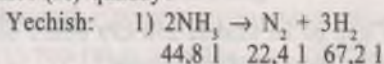
3)  $\omega_{\text{SO}_3} = (44,8 : 112) \times 100 = 40\%$

4)  $\omega_{\text{O}_2} = (22,4 : 112) \times 100 = 20\%$

5) Har bir gazning molekulyar massasini o'z foiziga ko'paytiramiz

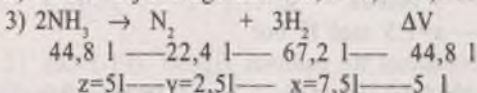
$$M_{\text{aral}} = (64 \cdot 40 + 32 \cdot 20 + 80 \cdot 40) / 100 = 64 \quad \text{Javob: } 64$$

14. (01-05-6). Hajmi 20 l (n.sh) bo'lgan  $\text{NH}_3$  temir katalizatori bilan to'ldirilgan  $350^\circ\text{C}$  li naycha orqali o'tkazilganda, hajmi 25 l (n.sh) bo'lgan gazlar aralashmasi hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan gazlarning hajmiy tarkibi (%) qanday?



Demak, reaksiyadan keyin  $22,4 + 67,2 = 89,6 \text{ l}$  aralashma hosil bo'ladi.

2) Bunda hajm o'zgarishi  $89,6 - 44,8 = 44,8 \text{ l}$  bo'ladi.



4) Demak, 5 l  $\text{NH}_3$  parchalanib, 2,5 l  $\text{N}_2$ ; 7,5 l  $\text{H}_2$  hosil bo'ladi.

5)  $20 \text{ l} - 5 \text{ l} = 15 \text{ l}$   $\text{NH}_3$  ortadi.

6) Oxirgi aralashmada 15 l  $\text{NH}_3$ ; 2,5 l  $\text{N}_2$  va 7,5 l  $\text{H}_2$  bo'ladi.

7)  $\omega = (15 : 25) \times 100 = 60\% \text{ NH}_3$

8)  $\omega = (2,5 : 25) \times 100 = 10\% \text{ N}_2$

9)  $\omega = (7,5 : 25) \times 100 = 30\% \text{ H}_2$

Javob: 60%  $\text{NH}_3$ ; 10%  $\text{N}_2$ ; 30%  $\text{H}_2$

15. (00-5-14). Massasi 615 g bo'lgan magniy sulfat kristallgidratida tuz molekularining suv molekulariga nisbati 1:7 bo'lsa, undagi kislorod atomlari sonini toping.

Yechish: 1)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O = 120 + 126 = 246 \text{ g}$

2) 246 g k.gidratda  $\frac{120}{246} = \frac{120g \text{ MgSO}_4}{x}$   $\frac{126}{246} = \frac{126 \text{ g H}_2\text{O}}{y}$   
 $\frac{615g}{x} = \frac{300g}{x}$   $\frac{315g}{y} = \frac{315g}{y}$

3)  $n = 300 / 120 = 2,5 \text{ mol MgSO}_4$

4)  $n = 315 / 18 = 17,5 \text{ mol H}_2\text{O}$

5) 1 mol  $MgSO_4$  — 4 mol O bor

2,5 mol ———  $x = 10 \text{ mol kislorod}$

6) 1 mol  $H_2O$  da ——— 1 mol O bor

17,5 mol da ———  $x = 17,5 \text{ mol kislorod}$

7) Jami 10 mol + 17,5 = 27,5 mol

8)  $27,5 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 165 \cdot 10^{23} = 1,65 \cdot 10^{25}$  Javob:  $1,65 \cdot 10^{25}$

16. (00-7-6). Suv va pentan ( $\rho = 0,626 \text{ g/ml}$ ) ning molyar hajmlari (ml) ni hisoblang. Bu qiymat pentan uchun suvnikidan necha marta katta?

Yechish: 1)  $M_{\text{suv}} = 18 \text{ g}$ . Suv uchun  $\rho = 1,0 \text{ g/ml}$

$V = m/\rho = 18/1 = 18 \text{ ml}$

2)  $M_{\text{pentan}} = 72 \text{ g}$   $V = 72/0,626 = 115 \text{ ml}$

3)  $115 \text{ ml} / 18 \text{ ml} = 6,4 \text{ marta}$  Javob: 18; 115; 6,4 marta

17. (01-7-51). Hajmi 5 l bo'lgan po'lat idishda 250 kPa bosim ostida  $27^\circ\text{C}$  sharoitdagi ammiakda nechta vodorod atomi mavjud?

Yechish: 1)  $PV = nRT$ , bundan  $n = PV/RT$

$n = (250 \cdot 5) / (8,314 \cdot 300) = 0,5 \text{ mol NH}_3$

2) 1 mol  $NH_3$  da — 3 mol H

0,5 mol ———  $x = 1,5 \text{ mol H bor}$

3)  $1,5 \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 9,0 \cdot 10^{23}$  ta H Javob:  $9,0 \cdot 10^{23}$

18. (01-8-30). Massasi 273 g bo'lgan gaz  $20^\circ\text{C}$  va normal bosimda 156,3 l hajmi egallassa, uning vodorodga nisbatan zichligini toping.

Yechish: 1)  $PV = nRT$ , bundan  $n = PV/RT$

$n = (101,3 \cdot 156,3) / (8,314 \cdot 293) = 6,5 \text{ mol}$

2) 6,5 mol ——— 273 g

1 mol ———  $x = 42 \text{ g}$  Demak,  $M_{\text{gaz}} = 42$

3)  $D_{112} = 42/2 = 21$  Javob: 21

19. (01-9-6). Massa jihatdan tarkibi 25,3% uglerod (IV)-oksid, 40,2% azot va 34,5% argondan tashkil topgan aralashmaning o'rtacha molekulyar massasi qanday?

Aralashmadagi tarkibiy qismlarning hajmiy ulushlarini hisoblang.

Yechish: 1)  $M_{\text{aral}} = (44 \cdot 25,3 + 28 \cdot 40,2 + 40 \cdot 34,5) / 100 = 36,2$

2) 44 g  $\text{CO}_2$  — 22,4 l

25,3 g —  $x = 12,88$  l  $\text{CO}_2$

3) 28g — 22,4 l

40,2g —  $x = 32,16$  l  $\text{N}_2$

4) 40g — 22,4 l

34,5g —  $x = 19,32$  l Ar

5) jami =  $12,88 + 32,16 + 19,32 = 64,36$  l aralashma

6)  $\text{CO}_2 = 12,88 / 64,36 = 0,2$

7)  $\text{N}_2 = 32,16 / 64,36 = 0,5$

8) Ar =  $19,32 / 64,36 = 0,3$

Javob: 36,2; 0,2; 0,5; 0,3.

20. (01-10-10). Odam o'pkasidagi havo pufakchalari (alveollar)ning 700 millioniga 3 l havo sig'adi. Bitta alveolga sig'adigan havodagi molekular sonini hisoblang.

Yechish:

1)  $700 \cdot 10^6$  ta alveolga — 3 litr havo

1 taga —  $x = 0,00428 \cdot 10^{-6} = 4,28 \cdot 10^{-9}$  l havo

2) 22,4 l —  $6,02 \cdot 10^{23}$

$4,28 \cdot 10^{-9}$  l —  $x = 1,15 \cdot 10^{14} \approx 1,2 \cdot 10^{14}$  Javob:  $1,2 \cdot 10^{14}$

21. (02-1-17). Dengiz suvining bir tomchisida 50 milliardga yaqin oltin atomlari bor. Dengiz suvidan 30 tomchisining massasini 1 g deb olib, dengiz suvining bir tonnasidagi oltinning massasini grammda hisoblab toping.

Yechish:

1) Itomchida —  $50 \cdot 10^9$  ta Au

30 tomchida —  $x = 1500 \cdot 10^9 = 1,5 \cdot 10^{12}$  ta Au bor.

2) 1 g suvda —  $1,5 \cdot 10^{12}$  ta Au bor

$1 \cdot 10^6$  g —  $x = 1,5 \cdot 10^{18}$  ta Au

$$3) n = 1,5 \cdot 10^{18} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,25 \cdot 10^{-5} \text{ mol Au}$$

$$4) m = 0,25 \cdot 10^{-5} \times 197 = 49 \cdot 10^{-5} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ g} \quad \text{Javob: } 4,9 \cdot 10^{-4}$$

22. (02-1-59). Yarim mol miqdordagi ammiak  $22^{\circ}\text{C}$  va  $177,32 \text{ kPa}$  bosim ostida joylashtirilgan. Shu gaz tarkibidagi vodorod atomlari sonini hisoblang.

Yechish: 1)  $PV = nRT$  dan  $V = nRT/P$

$$V = (0,5 \cdot 8,314 \cdot 295) / 177,32 = 6,91 \text{ l}$$

2)  $22,4 \text{ l} \text{ --- } 6,02 \cdot 10^{23} \times 3 \text{ ta H}$

$6,91 \text{ l} \text{ --- } x = 5,6 \cdot 10^{23} \text{ ta}$

Javob:  $5,6 \cdot 10^{23}$

23. (02-3-8). Zichligi  $0,0893 \text{ g/l}$  (n.sh.) bo'lgan gaz molekulasi tarkibiga kiruvchi bitta atomning massasi qanday bo'ladi?

Yechish: 1)  $1 \text{ litr gaz} \text{ --- } 0,0893 \text{ g}$

$22,4 \text{ l} \text{ --- } x = 2 \text{ g}$

Demak,  $M_{\text{gaz}} = 2 \text{ g}$

2)  $2 \text{ g gazda} \text{ --- } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ ta molekula}$

$x \text{ --- } 1 \text{ ta}$

$x = 0,33 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

3)  $1 \text{ ta atom} = 0,33 \cdot 10^{-23} / 2 = 0,166 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Javob:  $1,66 \cdot 10^{-24}$

24. (02-3-53). Ozon va kislorod aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi  $16,4$  ga teng. Aralashmadagi kislorod va ozonning hajmlar nisbatini toping.

Yechish: 1)  $M_{\text{aral}} = 16,4 \times 2 = 32,8$

2)  $32,8 = [48x + 32(100-x)] : 100$

$32,8 \cdot 100 = 48x + 32(100-x)$

$3280 = 48x + 3200 - 32x$

$48x - 32x = 3280 - 3200$

$16x = 80$  bundan  $x = 5\% \text{ O}_3$

3)  $100 - 5 = 95\% \text{ O}_2$

4)  $\text{O}_2 : \text{O}_3 = 95 : 5 = 19 : 1$

Javob:  $19 : 1$

25. (02-3-58). Hajmlari bir xil bo'lgan vodorod va azot aralashmasi kontakt apparati orqali o'tkazilganda, vodorodning  $90\%$  miqdori ammiakka aylandi. Apparatdan chiqayotgan gazning tarkibidagi vodorod va azotning hajmiy ulushlarini (%) hisoblang.

Yechish: 1)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ . Faraz qilamiz,  $22,4 \text{ l H}_2$  bor edi.

2)  $22,4 \times 0,90 = 20,16$  l  $H_2$  sarflangan.

3)  $22,4 - 20,16 = 2,24$  l ortgan.

4)  $N_2$  —————  $H_2$   
22,4 l ————— 67,2 l  
x ————— 20,16 l

$x = 6,72$  l  $N_2$  sarflangan

6)  $N_2$  —  $2NH_3$   
22,4 l — 44,8 l

6,72 l —  $x = 13,44$  l  $NH_3$  hosil bo'lgan

7) Jami =  $2,24$  l  $H_2 + 15,68$  l  $N_2 + 13,44$  l  $NH_3 = 31,36$  l

8)  $H_2 = (2,24 : 31,36) \times 100 = 7,1\%$

9)  $N_2 = (15,68 : 31,36) \times 100 = 50\%$

Javob: 7,1; 50%

26. (02-3-60). Uglerod oksidlari aralashmasining massasi 44 g, ularning hajmi esa 28 l (n.sh).  $CO_2$  va  $CO$  molekulari nisbati qanday bo'ladi?

Yechish: 1) 28 l ————— 44g aralashma

22,4 l —————  $x = 35,2$

Demak.  $M_{\text{aral}} = 35,2$

2)  $35,2 = [44x + 28(100-x)] / 100$

$35,2 \times 100 = 44x + 28(100-x)$

$3520 = 44x + 2800 - 28x$

$44x - 28x = 3520 - 2800$

$16x = 720$  bundan  $x = 45\% CO_2$

3)  $100 - 45 = 55\% CO$

4)  $28 \text{ l} \times 0,45 = 12,6 \text{ l} CO_2$

5)  $28 \text{ l} \times 0,55 = 15,4 \text{ l} CO$

6)  $CO_2 = 12,6 : 22,4 = 0,56$  mol

7)  $CO = 15,4 : 22,4 = 0,69$  mol

8)  $CO_2 : CO = 0,56 : 0,96$  ikkala tomonni kichik songa bo'lamiz

1 : 1,23 ikkala tomonni 9 ga ko'paytiramiz

9 : 11

Javob: 9 : 11

27. (02-4-8). 54 g suvga necha ml metil spirti ( $\rho = 0,8$  g/ml) qo'shilganda, ikkala modda tarkibidagi vodorod atomlarining modda miqdori bir xil bo'ladi?

Yechish: 1)  $n = 54 : 18 = 3$  mol suv

2) 1 mol  $H_2O$  da ————— 2 mol H

3 molda —————  $x = 6$  mol H

3) 1 mol  $CH_3OH$  da ————— 4 mol H

x molda da ————— 6 mol H

$x = 1,5$  mol  $CH_3OH$



4)  $m = 1,5 \text{ mol} \times 32 = 48 \text{ g spirt}$

5)  $V = m/\rho = 48:0,8 = 60 \text{ ml spirt}$

Javob: 60

28. (02-6-22). Tarkibi  $3\text{CO} + 2\text{CO}_2$  dan iborat 100g gazlar aralashmasining  $50^\circ\text{C}$  va 98,6 kPa bosimdagi hajmini hisoblang.

Yechish: 1)  $3\text{CO} + 2\text{CO}_2$  jami 5 mol aralashma, bundan,

$$\omega_{\text{CO}} = 3/5 \times 100 = 60\%$$

$$\omega_{\text{CO}_2} = 2/5 \times 100 = 40\%$$

2)  $M_{\text{aral}} = (28 \times 60 + 44 \times 40) / 100 = 34,4$

3) 34,4g ——— 22,4 l

100g ——— x = 65 l aral.

4)  $n = 65 / 22,4 = 2,9 \text{ mol aral.}$

5)  $V = nRT/P = (2,9 \times 8,314 \times 323) / 98,6 = 79 \text{ litr}$

Javob: 79 l

29. (02-6-61). Agar bosim 101,3 kPa ga teng bo'lsa, hajmi 1 litr bo'lgan xlor qanday temperaturada ( $^\circ\text{C}$ ) 1 g massaga ega bo'ladi?

Yechish: 1)  $PV = mRT/M$  bundan

$$T = PVM/mR = 101,3 \cdot 1 \cdot 71 / 1 \cdot 8,314 = 866\text{K}$$

2)  $t = 866 - 273 = 593^\circ\text{C}$

Javob: 593

30. (02-7-25). Ma'lum bir temperaturada azot (IV)-oksidining vodorodga nisbatan zichligi 25 ga teng bo'lsa, unda necha foiz dimeri borligini toping.

Yechish: 1)  $M_{\text{oksid}} = 25 \cdot 2 = 50$  2)  $M_{\text{NO}_2} = 46$  3)  $M_{\text{N}_2\text{O}_4} = 92$

4)  $50 = [46x + 92(100-x)] / 100$

$$5000 = 46x + 9200 - 92x$$

$$92x - 46x = 9200 - 5000$$

$$46x = 4200$$

$$x = 91,3\% \text{ NO}_2$$

5)  $100 - 91,3 = 8,7\% \text{ N}_2\text{O}_4$  Javob: 8,7%

31. (02-11-28).  $200^\circ\text{C}$  da simobning to'yingan bug'larining bosimi 0,160 Pa ga teng. Xonada simob termometri singanda, havoning  $1 \text{ cm}^3$  hajmida simobning massasi qancha (mg) bo'ladi?

Yechish: 1)  $T = 20^\circ\text{C} + 273 = 293\text{K}$

$$P = 0,160 \text{ Pa} = 0,00016 \text{ kPa} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ kPa}$$

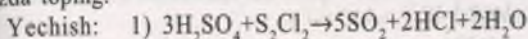
$$V = 1 \text{ sm}^3 = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ litr}$$

2)  $PV = mRT/M$  bundan

$$M = PVM/RT = (1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot 201) / (8,314 \cdot 293) = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$$

Javob:  $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$

32. (02-12-37). Issiq konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  bilan reaksiyasi natijasida hosil bo'ladigan gazlarning ( $\text{SO}_2$  va  $\text{HCl}$ ) hajmiy ulushlarini foizda toping.



2)  $\text{SO}_2 = 22,4 \times 5 = 112 \text{ l}$

3)  $\text{HCl} = 22,4 \times 2 = 44,8 \text{ l}$

4) Jami =  $112 + 44,8 = 156,8 \text{ l}$  aralashma

5)  $\text{SO}_2 = (112 : 156,8) \times 100 = 71,43\%$

6)  $\text{HCl} = (44,8 : 156,8) \times 100 = 28,57\%$

Javob: 71,43%  $\text{SO}_2$ , 28,57%  $\text{HCl}$

33. (03-3-29). Massasi 1g bo'lgan xlor hajmi 10ml bo'lgan ampulaga to'ldirilgan. Ampula  $0^\circ\text{C}$  dan  $273^\circ\text{C}$  gacha qizdirilganda, undagi bosim qanday o'zgaradi?

Yechish: 1)  $V = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ l}$

$$T_1 = 0^\circ + 273 = 273\text{K}$$

$$T_2 = 273^\circ\text{C} + 273 = 546\text{K}$$

2)  $P_1 = mRT_1/VM = (1 \cdot 8,314 \cdot 273) / (0,01 \cdot 71) = 3197 \text{ kPa}$

3)  $P_2 = mRT_2/VM = (1 \cdot 8,314 \cdot 546) / (0,01 \cdot 71) = 6394 \text{ kPa}$

4)  $6394 : 3197 = 2$  marta ortadi.

Javob: 2 marta ortadi

34. (03-8-51). Tarkibida 25% ozoni bo'lgan ikki gaz aralashmasining geliyga nisbatan zichligi 9 ga teng. Ozonga qaysi gaz aralashgan?

Yechish: 1)  $M_{\text{aral}} = 9 \times 4 = 36$

2)  $36 = (48 \cdot 25 + x \cdot 75) / 100$

$$3600 = 1200 + 75x$$

$$75x = 3600 - 1200$$

$$75x = 2400$$

$$x = 32 \text{ g } (\text{O}_2)$$

Demak, ozonga kislorod aralashgan

Javob: kislorod

35. (Variant-04). Is gazi bilan vodorod aralashmasining vodorodga nisbatan zichligi 6,2 bo'lgan 28 l miqdorini yondirish uchun necha litr havo ( $\omega(\text{O}_2) = 0,2$ ) talab etiladi?

Yechish: 1)  $M_{\text{aral}} = 6,2 \times 2 = 12,4 \text{ g}$

$$2) 12,4 = [28x + 2(100-x)]/100$$

$$1240 = 28x + 200 - 2x$$

$$28x - 2x = 1240 - 200$$

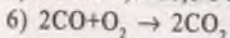
$$26x = 1040$$

$$x = 40\% \text{CO}$$

$$3) 100 - 40 = 60\% \text{H}_2$$

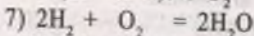
$$4) 28 \text{ l} \times 0,4 = 11,2 \text{ l CO}$$

$$5) 28 \text{ l} \times 0,6 = 16,8 \text{ l H}_2$$



$$44,8 \text{ l} - 22,4 \text{ l}$$

$$11,2 \text{ l} - x = 5,6 \text{ l O}_2$$



$$44,8 \text{ l} - 22,4 \text{ l}$$

$$16,8 \text{ l} - x = 8,4 \text{ l O}_2$$

$$8) 5,6 + 8,4 = 14 \text{ l O}_2$$

$$9) 0,2 \text{ ————— } 14 \text{ l O}_2$$

$$1,0 \text{ ————— } x = 70 \text{ l O}_2$$

Javob: 70 l O<sub>2</sub> kerak

### ATOM TUZILISHI. YADRO REAKSIYALARI

(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (99-6-35). Agar tabiiy kislorod tarkibida 95% <sup>16</sup>O, 4% <sup>18</sup>O va 1% <sup>17</sup>O bo'lsa, elementning atom massasi qanchaga teng bo'ladi?

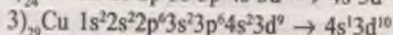
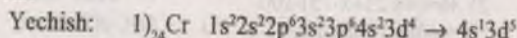
Yechish:

$$1) M_{\text{amal}} = (16 \cdot 95 + 18 \cdot 4 + 17 \cdot 1)/100 = 16,097$$

Javob: 16,097

2. (99-6-43). Qaysi elementlarda elektron ko'chish "sakrash" kuzatiladi?

1) xrom, 2) marganes, 3) mis, 4) vanadiy, 5) titan, 6) temir, 7) azot, 8) rux



Javob: 1,3

3. (96-10-13). Tabiatda misning o'rtacha atom massasi 63,5. Uning <sup>63</sup>Cu va <sup>65</sup>Cu izotoplaridan iboratligi ma'lum. Tabiiy misdagi <sup>63</sup>Cu izotopining massa ulushini (%) toping.

$$\text{Yechish: } 1) 63,5 = [63x + 65(100-x)]/100$$

$$6350 = 63x + 6500 - 65x$$

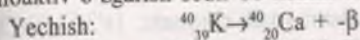
$$65x - 63x = 6500 - 6350$$

$$2x=150$$

$$x=75\% \text{ } ^{63}\text{Cu}$$

Javob: 75

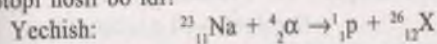
4. (98-8-79).  $^{40}\text{K}$  izotopidan  $^{40}\text{Ca}$  izotopi hosil bo'lishida qanday radioaktiv o'zgarish sodir bo'lishini aniqlang.



tarkibdan 1 ta minus zaryad chiqib ketsa, zaryad (tartib raqam) 1 ga ortadi

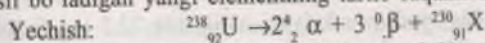
Javob:  $-\beta$  chiqishi

5. (98-3-5). Natriy atomi yadrosi  $\alpha$  - zarrachalar bilan bombardimon qilinganda proton ajralib chiqqan. Davriy sistemadagi qaysi elementning izotopi hosil bo'ldi?



Javob: magniy izotopi

6. (98-2-6).  $^{238}_{92}\text{U}$  dan 2 ta  $\alpha$ - va 3 ta  $\beta$ -zarrachalar ajralib chiqsa, hosil bo'ladigan yangi elementning tartib raqami nechaga teng bo'ladi?



Demak, noma'lum element tartib raqami 91.

Javob: 91

7. (99-10-29). Agar misdagi elektronlar 1 g (elektronning massasi 1/1840 m.a.b. ga teng) bo'lsa, misning massasini (kg) hisoblang.

Yechish: 1) melektron=1:1840=0,000543 g

2) 1 ta elektron - 0,000543g

$$x \text{ --- } 1\text{g}$$

$$x=1841,6 \text{ ta}$$

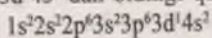
3) 29 ta e -----64 g

$$1841,6 \text{ -----} x=4064 \text{ g}=4,06 \text{ kg}$$

Javob: 4.06

8. (00-1-7). Elektron formulasi  $...3d^14s^2$  bo'lgan atom davriy sistemaning qaysi guruhida joylashgan?

Yechish: 1)  $3d^14s^2$  dan oldingi qavatlar formulasini yozamiz:



2) darajadagi raqamlarni qo'shamiz:  $2+2+6+2+6+1+2=21$

tartib raqami 21 bo'lgan element - skandiy Sc III guruhda

$...3d^14s^2$  da  $1+2=3$  ta elektron bor. Valent elektroni 3 ta bo'lgan elementlar III guruhda joylashgan.

Javob: 3

9. (00-1-14). Quyidagi elementlardan qaysi birining tashqi energetik pog'onasining tuzilishi  $...3s^23p^3$  elektron formulaga mos keladi:

(B, Cl, P, Mg, F) ?

Yechish: 1 usul.  $...3s^23p^3$  formulada darajadagi raqamlarni qo'shamiz:  $2+3=5$  Demak, element 5- guruhda joylashgan.

Bu fosfor (P)

2 usul.  $...3s^23p^3$  dan oldingi qavatlarini yozib chiqamiz:  $1s^22s^22p^63s^23p^3$  va darajadagi raqamlarni qo'shamiz  $2+2+6+2+3=15$ , tartib raqami 15 bo'lgan element fosfor (P)

Javob: P

10. (96-13-47).  $^{238}_{92}\text{U}$  ladan  $\alpha$ - va  $\beta$ -zarrachalar sochishi natijasida qaysi element izotopi hosil bo'ladi?

Yechish:  $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\alpha + ^0_{-1}\beta + ^{234}_{91}\text{X}$  bu Protaktiniy Javob:  $^{234}_{91}\text{Pa}$

11. (96-15-99).  $^{209}_{83}\text{Bi}$  izotopi atom yadrosi tarkibining necha foizini protonlar tashkil etadi?

Yechish: 1)  $(83:209) \times 100 = 39,7\%$  Javob: 39,7

12. (02-1-64). Quydagi yadro reaksiyasi natijasida 22,3 mg fransiy yadrosi yemirilganda, necha  $\text{sm}^3$  geliy va qanday element izotopi hosil bo'ladi?

Yechish:  $^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow 3\ ^4_2\alpha + 2\ ^0_{-1}\beta + \text{X}$   
1)  $^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow 3\ ^4_2\alpha + 2\ ^0_{-1}\beta + ^{211}_{83}\text{X}$

2) 223000 mg Fr — 67,2 l He

22,3 mg — x

x=0,00672 l He=6,72  $\text{sm}^3$  Javob: va 6,72  $\text{sm}^3$

13. (02-1-65). Fransiy yadrosining radioaktiv yemirilishi

$^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow \text{X} + 2\alpha + 5n$  natijasida 0,0112  $\text{sm}^3$  geliy hosil bo'lgan. Reaksiya natijasida qaysi element izotopi (X) hosil bo'lgan? Reaksiyada necha milligram izotop qatnashgan?

1) 0,075 2) 0,056 3) 0,56 4)  $^{210}_{81}\text{X}$  5)  $^{211}_{82}\text{X}$  6)  $^{210}_{83}\text{X}$

Yechish: 1)  $^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow ^{210}_{83}\text{X} + 2\ ^4_2\alpha + 5\ ^0_1n$

2) 223000 mg Fr — 44,8 l He

x — 0,0000112 l He

x=5,575 = 0,056 mg Javob: 0,056 mg

14. (03-4-29). Tarkibida 0,56% toriy 232 izotopi bo'lgan mineralda 0,5% qo'rg'oshin -208 izotopi borligi aniqlandi. 1kg rudadan necha litr (n.sh.) geliy ajralib chiqadi?

Yechish: 1)  ${}^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{208}_{82}\text{Pb} + 6 {}^4_2\text{He} + 4 {}^0_{-1}\text{e}$

2)  $1\text{kg} = 1000\text{g} \xrightarrow{100\%}$   
 $x \xrightarrow{0,5\%} \quad x = 5\text{g Pb}$

3)  $208\text{g Pb} \xrightarrow{6 \times 22,4 \text{ l He}}$   
 $5,00\text{g} \xrightarrow{x=3,23 \text{ l He}} \quad \text{Javob: } 3,23 \text{ l He}$

15. (Variant-04). Fransiy izotopining yemirilish reaksiyasi  ${}^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow X + 3\beta + {}^{207}_{82}\text{Pb}$  bo'yicha sodir bo'ladi. Massasi 0,52 mg bo'lgan fransiyning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan gaz mahsulot hajmini ( $\text{sm}^3$ ) da aniqlang.

1)  ${}^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow 4 {}^4_2\text{X} + 3\beta + {}^{207}_{82}\text{Pb}$   
yoki  ${}^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow 4 {}^4_2\text{He} + 3\beta + {}^{207}_{82}\text{Pb}$

2)  $223000\text{mg Fr} \xrightarrow{89,6 \text{ l He}}$   
 $0,52\text{mg} \xrightarrow{x=0,000209 \text{ l yoki } 0,209 \text{ sm}^3} \quad \text{Javob: } 0,209$

16. (Variant -05). Element atomidagi neytronlar soni 45 ta bo'lib, bu esa element atom massasining 56,25% ini tashkil etadi. Bu element atomida nechta elektron borligini ko'rsating.

Yechish: 1) 45ta neytron  $\xrightarrow{56,25\%}$   
 $x \xrightarrow{100\%} \quad \text{bundan } x=80$

Demak, element massasi 80

2)  $\text{proton} = 80 - 45 = 35 \text{ ta}$

3)  $\text{proton} = \text{elektron} = 35 \text{ ta} \quad \text{Javob: } 35$

**KIMYOVIY REAKSIYALAR TEZLIGI**  
(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (99-7-12). Reaksiya temperaturasi  $10^{\circ}\text{C}$  ga pasaytirilganda uning tezligi 3 marta o'zgargan. Agar temperatura  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $50^{\circ}\text{C}$  gacha pasaytirilsa, reaksiya tezligi necha marta kamayadi?

Yechish:

1) temperatura  $10^{\circ}\text{C}$  ga pasayganda, tezlik 3 marta o'zgarishi temperatura koeffitsiyenti  $\gamma=3$  ekanini ko'rsatadi.

2)  $\Delta t=100-50=50$

3)  $V=\gamma^{\Delta t/10}=\gamma^5=3^5=243$  marta kamayadi

Javob: 243

2. (99-7-13).  $\text{C(k)}+3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  reaksiyada reaktor hajmi 2 marta kattalashganda, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

Yechish: 1)  $2\text{C}+3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  da to'g'ri reaksiya tezligi vodorod konsentratsiyasiga bog'liq:

$$V=k[\text{H}_2]^3$$

2) hajm 2 marta kattalashsa, konsentratsiya 2 marta kamayadi.

$V=k(1/2)^3=1/8$  demak, reaksiya tezligi 8 marta kamayadi.

3. (98-3-12). Reaksiya boshlanmasidan oldin moddaning konsentratsiyasi  $1,6 \text{ mol/l}$  bo'lib, 5 minutdan so'ng uning konsentratsiyasi  $0,2 \text{ mol/l}$  ga teng bo'ldi. Reaksiya tezligini ( $\text{mol/l}\cdot\text{sek}$ ) aniqlang.

Yechish: 1) Konsentratsiya o'zgarishi  $1,6-0,2=1,4 \text{ mol/l}$

2)  $V=\text{C}/\tau=1,4/5\cdot 60=0,0047=4,7\cdot 10^{-3}$  Javob:  $4,7\cdot 10^{-3}$

4. (99-7-14). Sistema temperaturasi  $20^{\circ}\text{C}$  ga ko'tarilganda, reaksiya tezligi 4 marta ortsa, temperatura  $60^{\circ}$  dan  $120^{\circ}$  gacha ortganda, reaksiya tezligi necha marta ortadi?

Yechish: Reaksiya tezligi temperaturani har  $20^{\circ}\text{C}$  ga oshirganda 4 marta tezlashsa, har  $10^{\circ}\text{C}$  da 2 marta tezlashadi. Dunda  $\gamma=2$  bo'lgani uchun,  $V=\gamma^{\Delta t/10}$

$$\Delta t=120-60=60$$

$$V=2^6=64 \text{ marta}$$

Javob: 64

5. (98-9-35).  $20^{\circ}\text{C}$  dagi ikkita reaksiya tezligi bir xil. Birinchi reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2 ga, ikkinchisidiki esa 3 ga teng.  $50^{\circ}\text{C}$  da ikkinchi reaksiya tezligi birinchisidan necha marta katta bo'ladi?

Yechish: 1)  $\Delta t=50-20=30$

$$2) V_1=2^{30/10}=2^3=8$$

$$3) V_2 = 3^{30/10} = 3^3 = 27$$

$$4) V_2 : V_1 = 27 : 8 = 3,38 \text{ marta} \quad \text{Javob: } 3,38$$

6. (96-13-15).  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$  sistemada CO konsentratsiyasini 0,03 dan 0,12 mol/l gacha,  $\text{Cl}_2$  nikini 0,02 dan 0,06 mol/l gacha o'zgartirilganda, o'ng tomonga boradigan reaksiya tezligi necha marta ortadi?

Yechish: 1)  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$  bunda  $V = k[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]$

2)  $C_{\text{CO}} = 0,12 : 0,03 = 4$  marta oshirilgan

3)  $C_{\text{Cl}_2} = 0,06 : 0,02 = 3$  marta oshirilgan

4)  $V = 4 \times 3 = 12$  marta ortadi Javob: 12

7. (96-13-55). Temperatura koeffitsiyenti 3 bo'lgan reaksiya tezligi  $25^\circ\text{C}$  da  $5 \cdot 10^{-2}$  mol/l-sek ga teng. Shu reaksiya tezligi  $45^\circ\text{C}$  da qanday bo'ladi?

Yechish: 1)  $\Delta t = 45 - 25 = 20$

2)  $V = 3^{20/10} = 3^2 = 9$  marta tezlashadi

3)  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l-sek} \times 9 = 45 \cdot 10^{-2} = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l-sek}$

Javob:  $4,5 \cdot 10^{-1}$

8. (98-8-70). A va B moddalar orasidagi qaytar reaksiya natijasida  $\text{AB}_2$  hosil bo'lganda, gomogen gaz sistemasidagi hajm 5 marta kamaysa, o'ng va chap tomonga boruvchi reaksiya tezliklari qanday o'zgaradi?

a) o'ngga boradigan reaksiya tezligi:

1) 5 marta ortadi. 2) 25 marta ortadi 3) 125 marta ortadi

b) chapga boradigan reaksiya tezligi:

4) 5 marta ortadi 5) 25 marta ortadi 6) 125 marta ortadi

A) 1,4 B) 2,5 C) 3,4 D) 3,5 E) 2,6

Yechish: 1)  $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{AB}_2$

2) Hajm 5 marta kamaysa, konsentratsiya 5 marta ortadi.

3)  $V_{\text{o'ngga}} = 5 \times 5^2 = 125$  marta ortadi.

4)  $V_{\text{chapga}} = 5$  marta ortadi

Javob: a) 3; b) 4

9. (99-1-13). Azot (II)- oksiddan kislorod ishtirokida azot (IV)-oksid sintez qilinayotgan sistemada reaksiyon aralashmaning hajmi ikki marta kamaytirildi. Reaksiya tezligi qanday o'zgarishini aniqlang.

Yechish: 1)  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  bunda  $V = [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$

2) hajm ikki marta kamaysa, konsentratsiya 2 marta ortadi.



3)  $V = 2^2 \times 2 = 8$  marta reaksiya tezligi ortadi

Javob: 8 marta ortadi

10. (98-2-9). Temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lgan reaksiyaning  $20^\circ\text{C}$  dagi tezligi  $3 \text{ mol/l}\cdot\text{sek}$  bo'lsa, uning  $60^\circ\text{C}$  dagi tezligi ( $\text{mol/l}\cdot\text{sek}$ ) qancha bo'ladi?

Yechish: 1)  $\Delta t = 60 - 20 = 40$

2)  $V = 2^{40/10} = 2^4 = 16$  marta tezlashadi.

3)  $V = 3 \text{ mol/l}\cdot\text{sek} \times 16 = 48 \text{ mol/l}\cdot\text{sek}$

Javob: 48

11. (97-8-62). Reaksiya  $333 \text{ K}$  da  $30 \text{ sek}$  da tugaydi. Agar reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng bo'lsa, shu reaksiya  $30^\circ\text{C}$  da qancha davom etadi?

Yechish: 1)  $t = 333 - 273 = 60^\circ\text{C}$

2)  $\Delta t = 60 - 30 = 30$

3)  $V = 3^{30/10} = 3^3 = 27$  marta sekinlashadi.

4)  $V = 30 \text{ sek} \times 27 = 810 \text{ sek} : 60 = 13 \text{ min } 30 \text{ sek}$

Javob: 13min 30sek

12. (01-7-42). Oddiy sharoitdagi gazning konsentratsiyasi  $0,0285 \text{ mol/l}$  edi. Agar idishdagi bosim 6 marta ortganda va boshqa holatda bosim 4,8 marta kamayganda, konsentratsiya qanday o'zgaradi?

Yechish: 1)  $C_1 = 0,0285 \text{ mol/l} \times 6 = 0,171 \text{ mol/l} \approx 0,17 \text{ mol/l}$

2)  $C_2 = 0,0285 \text{ mol/l} : 4,8 = 0,0059 \text{ mol/l} \approx 0,006 \text{ mol/l}$

Javob: 0,17; 0,006

13. (02-2-24). Temperatura koeffitsiyenti 2 bo'lgan reaksiya boshlang'ich temperaturada 6 min davomida tugaydi. Reaksiya temperaturasi  $60^\circ\text{C}$  gacha oshirilganda, shu reaksiya 1 min 30 sek davomida tugasa, boshlang'ich temperaturani aniqlang.

Yechish: 1)  $\gamma = 2$

$T_1 = 6 \text{ min} \times 60 = 360 \text{ sek}$

$T_2 = 1 \text{ min } 30 \text{ sek} = 90 \text{ sek}$

2)  $V = 360 : 90 = 4$  marta tezlashgan

3)  $4 = 2^x$ , bundan  $x = 2$

buning uchun  $\Delta t = 20$  bo'lishi kerak

4)  $\Delta t = 20 = 60 - x$

$x = 40^\circ\text{C}$

Javob: 40



Yechish: 1)  $\Delta t = 453 - 393 = 60$

2)  $V = 3^{60/10} = 3^6 = 729$  marta tezlashadi.

3)  $T = 18 \text{ min} \times 60 \text{ sek} = 1080 : 729 = 1,48 \text{ sek}$  Javob: 1,48 sek

19. (03-5-38). Reaksiya tezligini 90 marta oshirish uchun haroratni necha gradusga oshirish kerak? Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2,7 ga teng.

Yechish: 1)  $V = \gamma^{\Delta t/10}$  yoki  $90 = 2,7^{\Delta t/10}$

bundan,  $t = 45,3^{\circ}$  Javob: 45,3

### KIMYOVIY MUVOZANAT

(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (variant 05). Platina katalizatori ishtirokidagi  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \leftrightarrow$  sistemasida  $\text{NH}_3$  va  $\text{O}_2$  ning dastlabki konsentrasiyalari mos ravishda 12 va 16 mol/l. Ammiakning 25% reaksiyaga kirishganidan so'ng muvozanat qaror topdi. Kislorod va suvning muvozanat holatidagi konsentrasiyalarini toping.

Yechish: 1)  $4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \leftrightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$

12 mol/l    16 mol/l

2)  $12 \text{ mol/l} \times 0,25 = 3 \text{ mol/l}$   $\text{NH}_3$  sarflangan

3)  $12 - 3 = 9 \text{ mol/l}$   $\text{NH}_3$  qolgan.

4)  $4 \text{ NH}_3 \text{ — } 5 \text{ O}_2$

4 mol — 5 mol

3 mol —  $x = 3,75 \text{ mol O}_2$  sarflangan

5)  $16 - 3,75 = 12,25 \text{ mol O}_2$  qolgan

6)  $4 \text{ NH}_3 \text{ — } 6 \text{ H}_2\text{O}$

4 mol — 6 mol

3 mol —  $x = 4,5 \text{ mol H}_2\text{O}$  hosil bo'lgan

Javob: 12,25 va 4,5

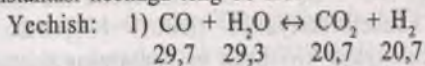
2. (99-7-9). Ammiakning oksidlanish tenglamasi  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O(g)}$  bo'yicha sodir bo'ladigan jarayon muvozanat holiga kelganida, moddalar konsentrasiyalari quyidagicha bo'lgan:  $[\text{NH}_3] = 0,9 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{O}_2] = 2 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{NO}] = 0,3 \text{ mol/l}$ . Muvozanat holatidagi suvning,  $\text{NH}_3$  va  $\text{O}_2$  ning boshlang'ich konsentrasiyalarini (mol/l) toping.

Yechish: 1)  $4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \leftrightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$

0,9      2,0      0,3

- 2)  $4\text{NO} \longrightarrow 6\text{H}_2\text{O}$   
 4 mol — 6 mol  
 0,3 mol —  $x = 0,45$  mol/l  $\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'lgan
- 3)  $4\text{NH}_3 \longrightarrow 4\text{NO}$   
 4 mol — 4 mol  
 0,3 mol — 0,3 mol Demak, 0,3 mol  $\text{NH}_3$  sarflangan
- 4)  $0,9 + 0,3 = 1,2$  mol/l  $\text{NH}_3$  reaksiyadan oldin bo'lgan
- 5)  $5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO}$   
 5 mol — 4 mol  
 $x = 0,3$  mol bundan  $x = 0,375$  mol  $\text{O}_2$  sarflangan
- 6)  $0,375 + 2 = 2,38$  mol/l  $\text{O}_2$  bo'lgan Javob: 0,45; 1,2; 2,38

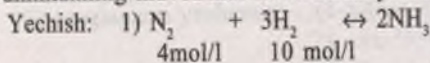
3. (98-7-6). Bug' holatidagi teng hajmdagi CO va  $\text{H}_2\text{O}$  dan iborat aralashma 1500 K temperaturagacha qizdirilgan temir katalizatori ustidan o'tkazilganida hajm bo'yicha  $\text{CO}_2 = 20,7\%$ ,  $\text{CO} = 29,3\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 29,3\%$ ,  $\text{H}_2 = 20,7\%$  olingan bo'lsa,  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyaning muvozanat konstantasi nechaga teng bo'ladi?



$$K_{\text{muv}} = [\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2] / [\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}] = (20,7 \cdot 20,7) / (29,3 \cdot 29,3) = 0,50$$

Javob: 0,50

4. (98-1-36). Ammiak sintez qilish uchun tayyorlangan gazlar aralashmasida azot va vodorodning konsentratsiyalari tegishli tartibda 4 va 10 mol/l ni tashkil etgan. Reaksiyada muvozanat qaror topgandan so'ng azotning 50% miqdori reaksiyaga kirishgan bo'lsa, azot, vodorod va ammiakning muvozanat konsentratsiyalarini toping.



2)  $4 \times 0,5 = 2$  mol/l  $\text{N}_2$  sarflangan

3)  $4 - 2 = 2$  mol/l  $\text{N}_2$  ortgan

4)  $\text{N}_2 \longrightarrow 3\text{H}_2$

1 mol — 3 mol

2 mol —  $x = 6$  mol/l  $\text{H}_2$  sarflangan

5)  $10 - 6 = 4$  mol  $\text{H}_2$  ortgan

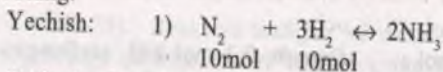
6)  $\text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$

1 mol — 2 mol

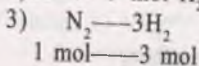
2 mol —  $x = 4$  mol/l  $\text{NH}_3$  hosil bo'lgan

Javob: 2; 4; 4

5. (01-8-20). Normal sharoitda 10 moldan azot va vodorod aralash-tirilgan. Ammiak hosil qilish reaksiyasi muvozanat holatiga kelgandan keyin aralashmada 1 mol vodorod qolgan. Muvozanat konstantasini hisoblang.

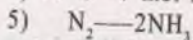


2)  $10 - 1 = 9$  mol  $\text{H}_2$  sarflangan



$x$  mol  $\rightarrow 9$  mol bundan  $x = 3$  mol  $\text{N}_2$  sarflangan

4)  $10 - 3 = 7$  mol  $\text{N}_2$  qolgan.

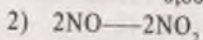
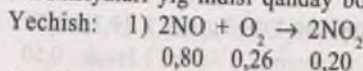


$1\text{mol} \rightarrow 2\text{mol}$

$3\text{mol} \rightarrow x = 6$  mol  $\text{NH}_3$  hosil bo'lgan.

6)  $K_{\text{muv}} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = \frac{6^2}{7 \cdot 1^3} = 5,14$  Javob: 5,14

6. (01-3-11). Quydagi  $\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO}_2$  reaksiyada muvozanat holatida moddalarning konsentratsiyalari (mol/l)  $[\text{O}_2] = 0,26$  va  $[\text{NO}_2] = 0,20$  bo'lsa, shu reaksiyaga kirishgan moddalarning dastlabki konsentratsiyalari yig'indisi qanday bo'ladi?



$2\text{mol} \rightarrow 2\text{mol}$

$x \rightarrow 0,20$  mol bundan  $x = 0,20$  mol  $\text{NO}$  sarflangan

3) boshlang'ich  $[\text{NO}] = 0,80 + 0,20 = 1,0$  mol bo'lgan



$1\text{mol} \rightarrow 2\text{mol}$

$x \rightarrow 0,20$  mol

$x = 0,10$  mol  $\text{O}_2$  sarflangan

5) boshlang'ich  $[\text{O}_2] = 0,26 + 0,10 = 0,36$  mol bo'lgan

6)  $1,0 + 0,36 = 1,36$  mol

Javob: 1,36

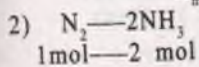
7. (98-7-10). Muvozanat konstantasi  $K_m = 2,64 \cdot 10^{-2}$  bo'lgan reaksiyaning tenglamasi  $\frac{1}{2} \text{N}_2 + \frac{3}{2} \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$  shaklida ifodalanadi. Shunga asosanib  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  reaksiya tenglamasi uchun muvozanat konstantasi  $K_1$  ni hisoblang.

Yechish: 1)  $K_1 = (K_m)^2 = (2,64 \cdot 10^{-2})^2 = 0,000696 = 0,0007 = 7 \cdot 10^{-4}$

8. (98-7-14). Tenglamasi  $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$  bo'lgan reaksiyada muvozanat vujudga kelgan paytda  $[N_2]=0,01$  mol/l,  $[H_2]=2,0$  mol/l,  $[NH_3]=0,4$  mol/l bo'lgan. Reaksiyaning muvozanat konstantasini va dastlabki moddalar bo'lgan azot va vodorod konsentratsiyasini aniqlang.

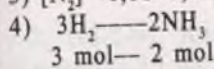
Yechish: 1)  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  uchun

$$K_{\text{muv}} = (0,4)^2 / (0,01 \cdot 2^3) = 0,16 / 0,08 = 2$$



x --- 0,4 mol bundan x = 0,2 mol  $N_2$  sarflangan

3)  $[N_2] = 0,01 + 0,2 = 0,21$  mol/l bo'lgan



x --- 0,4 mol bundan x = 0,6 mol  $H_2$  sarflangan

5)  $[H_2] = 2,0 + 0,6 = 2,6$  mol/l bo'lgan

Javob:  $K_{\text{muv}} = 2,0; = 2,6; = 0,21$

9. (02-11-4). Quyidagi sistemada  $A + B \leftrightarrow C + D$  tenglamadagi tartibda yozilgan moddalar konsentratsiyalari (mol/l) 8; 3; 2; 12 bo'lgan. Muvozanat holatidagi sistemadan C moddadan 2 mol/l chiqarib yuborilgan. A va D larning yangi konsentratsiyalarini toping.

Yechish: 1) Dastlabki holatda  $A + B \leftrightarrow C + D$

$$8 \quad 3 \quad 2 \quad 12$$

bunda  $K_{\text{muv}} = (2 \cdot 12) / (8 \cdot 3) = 24 / 24 = 1$

2) Keyingi holatda  $A + B \leftrightarrow C + D$

$$(8-x) \quad (3-x) \quad x \quad (12+x)$$

bunda  $K_{\text{muv}} = 1 = [x \cdot (12+x)] / [(8-x) \cdot (3-x)]$

3) tenglamani yechamiz:  $(8-x)(3-x) = x(12+x)$

$$24 - 8x - 3x + x^2 = 12x + x^2$$

$$24 - 8x - 3x = 12x$$

$$24 = 12x + 8x + 3x$$

$$24 = 23x \quad \text{bundan} \quad x = 1,04$$

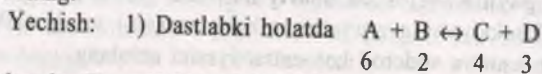
4) Demak,  $C_A = 8 - 1,04 = 6,96$  mol/l

$$C_D = 12 + 1,04 = 13,04 \text{ mol/l}$$

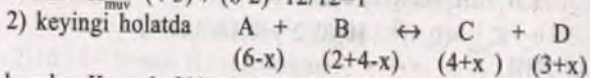
Javob: 6,96; 13,04

10. (02-11-5). Muvozanat holatidagi sistemada  $A + B \leftrightarrow C + D$  tenglamada yozilish tartibida moddalarning konsentratsiyalari (mol/l) 6; 2; 4 va 3 ga teng. Sistemaga B moddadan 4 mol/l miqdorda qo'shilgandan

keyin, B va C larning yangi holatdagi muvozanat konsentratsiyalarini hisoblang.



bunda  $K_{\text{muv}} = (4 \cdot 3) / (6 \cdot 2) = 12/12 = 1$



bunda  $K_{\text{muv}} = 1 = [(4+x) \cdot (3+x)] / [(6-x) \cdot (2+4-x)]$

$(4+x)(3+x) = (6-x)(6-x)$

$12 + 4x + 3x + x^2 = 36 - 6x - 6x + x^2$

$12 + 7x = 36 - 12x$

$24 = 19x$

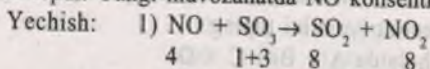
$x = 1,26$

3)  $C_B = 2 - 1,26 = 0,74 \text{ mol/l}$

4)  $C_C = 4 + 1,26 = 5,26 \text{ mol/l}$

Javob: 0,74; 5,26.

11. (02-12-19). Bir litrli idishda  $\text{NO} + \text{SO}_3 \leftrightarrow \text{SO}_2 + \text{NO}_2$  reaksiyasi muvozanat holatida turibdi. Shu vaqtda 4 mol NO, 1 mol  $\text{SO}_3$ , 8 mol  $\text{SO}_2$  va 8 mol  $\text{NO}_2$  bor. Idishga 3 mol  $\text{SO}_3$  qo'shildi va yana muvozanat qaror topdi. Yangi muvozanatda NO konsentratsiyasi necha mol bo'ladi?



$\text{SO}_3$  dan yana qo'shguncha muvozanat konstantasi

$K_{\text{muv}} = 8 \cdot 8 / 4 \cdot 1 = 64/4 = 16$

3)  $\text{SO}_3$  qo'shilgandan keyin  $\text{SO}_3 = 1+3=4$  mol bo'lib qoldi.

Demak, NO va  $\text{SO}_3$  san x moldan sarf bo'ldi,  $\text{SO}_2$  va  $\text{NO}_2$  ga esa x moldan qo'shildi. Shuning uchun endi

$K_{\text{muv}} = [(8+x) \cdot (8+x)] / [(4-x) \cdot (4-x)] = 16$

3) Tenglamani yechamiz:  $16(4-x)(4-x) = (8+x)(8+x)$

$256 - 48x - 48x + 16x^2 = 64 + 16x + x^2$

$256 - 96x + 16x^2 = 64 + 16x + x^2$

$15x^2 - 144x + 192 = 0$

$x_{1,2} = [144 \pm \sqrt{144^2 - 4 \cdot 15 \cdot 192}] / 2 \cdot 15$

bundan  $x_1 = (144 - 96) / 30 = 1,6$

Demak, NO dan 1,6 mol sarf bo'lgan

4)  $C_{\text{NO}} = 4 - 1,6 = 2,4$

Javob: 2,4

## ERITMALAR

(mavzu bo'yicha namunaviy masalalar yechish)

1. (98-5-4). 5 mol suvga bir mol sulfat kislota qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmadagi kislota massa ulushi nechaga teng?

Yechish: 1)  $M_{\text{suv}}=18$   $M_{\text{H}_2\text{SO}_4}=98$

2)  $m_{\text{suv}}=18 \times 5\text{mol}=90$  g

3)  $m_{\text{kislota}}=98 \times 1\text{mol}=98$  g

4)  $m_{\text{eritma}}=90+98=188$  g

5)  $\omega_{\text{k-ta}}=98/108=0,52$

Javob: 0,52

2. (98-5-9). Konsentratsiyasi 2,5 mol bo'lgan sulfat kislota eritmasining 15 ml miqdoridan foydalanib, necha ml 0,5 M eritma tayyorlash mumkin?

Yechish: 1)  $C_1V_1=C_2V_2$  bundan  $V_2=C_1V_1/C_2$

2)  $V_2=(2,5 \times 15) : 0,5=75$  ml

Javob: 75ml

3. (99-7-1). Massasi 114,8 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  kristallgidratni 85,2 g suvda eritishdan hosil bo'lgan eritmadagi rux sulfatning massa ulushini hisoblang.

Yechish: 1)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \text{---} \text{ZnSO}_4$

$287\text{g} \text{---} 161\text{g}$

$114,8 \text{---} x=64,4$  g toza tuz bor

2)  $m_{\text{eritma}}=114,8+85,2=200$  g

3)  $\omega_{\text{tuz}}=64,4/200=0,322$

Javob: 0,322

4. (99-6-81).  $\text{KNO}_3$  ning  $60^\circ\text{C}$  to'yingan eritmasida 52,4% tuz mavjud. Shu temperaturadagi tuzning eruvchanlik koeffitsiyentini aniqlang.

Yechish: 1)  $t=60^\circ\text{C}$   $m_{\text{suv}}=100-52,4$  g tuz =47,6 g

2) 47,6 g suvga --- 52,4 g tuz

100g suvga ---  $x=110$  g tuz

Demak,  $S(60^\circ\text{C})=110$

Javob: 110

5. (98-9-57). Kaliy nitratning  $40^\circ\text{C}$  dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 61 ga teng. Uning to'yingan 250 g eritmasini bug'latish natijasida olingan tuz massasini (g) va shu temperaturadagi eritmasida erigan tuzning massa ulushini toping.

Yechish: 1) 100 g suvda + 61g tuz = 161g eritma



- 2) 161 g eritmada — 61g tuz  
 250 g eritmada —  $x=94,7$ g tuz bor  
 3)  $\omega_{\text{tuz}} = 94,7/250 = 0,39$

Javob: 94,7; 0,39

6. (99-5-24). 5% eritma hosil qilish uchun 200 ml 20% li ( $\rho=1,14$  g/ml) sulfat kislota eritmasiga qancha (ml) suv quyish kerak?

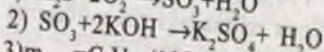
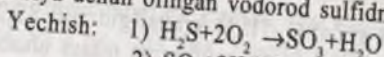
Yechish: 1)  $m_{\text{kislota}} = C \cdot V \cdot \rho / 100 = (20 \cdot 200 \cdot 1,14) / 100 = 45,6$  g  
 2) 5% ————— 45,6g  
 100% —————  $x=912$  g eritma

3)  $m_{\text{eritma}} = \rho \cdot V = 1,14 \cdot 200 = 228$  g

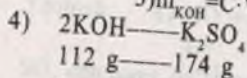
4)  $m_{\text{suv}} = 912 - 228 = 684$  g

Javob: 684

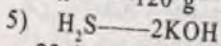
7. (99-5-36). Vodorod sulfidning mo'l miqdordagi kislorodda yonishidan hosil bo'lgan mahsulot kaliy gidroksidning ( $\rho=1,4$  g/sm<sup>3</sup>) 100 ml 40% li eritmasidan o'tkazilganda 120 g o'rta tuz hosil bo'ldi. Reaksiya uchun olingan vodorod sulfidning hajmini (l, n.sh) toping.



3)  $m_{\text{KOH}} = C \cdot V \cdot \rho / 100 = (40 \cdot 100 \cdot 1,4) / 100 = 56$  g



$x \text{ — } 120$  g bundan  $x=77,2$  g KOH sarflanfgan

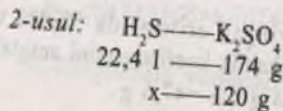


22,4 l — 112g

$x \text{ — } 77,2$ g

bundan  $x=15,4$  l

Javob: 15,4 l



bundan  $x=15,4$  l

8. (98-8-66). Massa ulushi 49,5% bo'lgan asetonning suvli eritmasi ( $\rho=0,99$ ) dagi asetonning hajmiy ulushini aniqlang. Aseton uchun 25°C dagi zichlik 0,786g/ml.

Yechish: 1) 49,5% li eritmani 100 g deb faraz qilamiz.

Bunda  $m_{\text{aseton}} = 100 \cdot 0,495 = 49,5$  g

2)  $V_{\text{eritma}} = m/\rho = 100/0,99 = 101$  ml 3)  $V_{\text{aseton}} = 49,5/0,786 = 62,98$  ml

4)  $\omega_{\text{aseton}} = 62,98/101 = 0,62$

Javob: 0,62

9. (98-8-68). 55,5ml aseton bilan 44,5 ml suv aralashmasi (eritma zichligi  $\rho=0,99\text{g/ml}$ ) dagi asetonning molyar konsentratsiyasini aniqlang. Asetonning zichligi 0,786 g/ml. Eritma hosil bo'lishida hajm o'zgarishini hisobga olmag.

Yechish: 1) Aseton formulasi  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ ,  $M_{\text{aseton}}=58$

2)  $m_{\text{aseton}} = \rho \cdot V = 0,786 \cdot 55,5 = 43,62 \text{ g}$

3)  $V_{\text{eritma}} = 55,5 + 44,5 = 100 \text{ ml}$

4)  $n_{\text{aseton}} = 43,62 : 58 = 0,752 \text{ mol} \approx 0,750 \text{ mol}$

5) 100ml eritmada — 0,750 mol

1000 ml eritmada —  $x = 7,5 \text{ mol}$

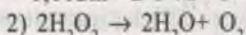
Javob: 7,5M

10. (99-3-42). 150 g vodorod peroksid eritmasiga oz miqdorda katalizator —  $\text{MnO}_2$  qo'shildi, bunda  $40^\circ\text{C}$  va bosim 89 kPa da o'lchangan  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  kislorod ajraldi. Boshlang'ich eritmadagi vodorod peroksidning massa ulushini toping.

Yechish: 1)  $PV=nRT$  dan

$$n_{\text{kislorod}} = PV/RT = (89 \cdot 2) / (8,314 \cdot 313) = 0,0684 \text{ mol}$$

chunki  $2 \cdot 10^{-3} = 0,002 \text{ m}^3 = 2 \text{ l}$  va  $T = 40^\circ\text{C} + 273 = 313 \text{ K}$



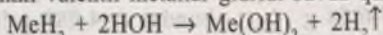
68 g ————— 1mol

$x$  ————— 0,0684 mol bundan  $x = 4,65 \text{ g H}_2\text{O}_2$

3)  $\omega_{\text{peroksid}} = (4,65/150) \times 100 = 3,1\%$  Javob: 3,1

11. (97-12-59). 50 g suvda ikki valentli metall gidridi eritilganda, eritma massasi suv va gidrid massalariga nisbatan 0,4 g ga kamaydi. Hosil bo'lgan moddaning eritmadagi massa ulushi 0,1375 ga teng bo'lsa, reaksiya uchun qanday gidrid olingan?

Yechish: 1) ikki valentli metallar gidridi suvda quyidagicha eriydi:



(Me+2)g                      (Me+34)g      4g

bizda                      (Me+0,2)g                      (Me+3,4)g      0,4g

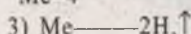
2) Bundan  $0,1375 = (\text{Me}+34) / (0,2+50-0,4)$

$0,1375 \cdot (\text{Me}+49,8) = \text{Me}+3,4$

$0,1375 \cdot \text{Me} + 6,85 = \text{Me}+3,4$

$0,7625 \cdot \text{Me} = 3,45$

$\text{Me} = 4$



4g ————— 0,4g

(Ca) 40 g =  $x$  ————— 4g

Javob: kalsiy gidrid  $\text{CaH}_2$

12. (00-4-53). Massasi 15 g bo'lgan eritma tarkibida  $4,8 \cdot 10^{23}$  ta kislorod atomi bo'lgan eritmaning tarkibidagi natriy nitritning massa ulushini (%) aniqlang.

Yechish: 1)  $n_{\text{kislorod}} = 4,8 \cdot 10^{23} : 6,02 \cdot 10^{23} = 0,797 \approx 0,8 \text{ mol}$

2)  $M_{\text{NaNO}_2} = 69 \quad M_{\text{suvi}} = 18$

bundan:  $69x + 18y = 15 \text{ g}$

$\text{HNO}_2$  da 2 ta atom kislorod bo'lgani uchun  $2x$  deb olamiz.

Suvda 1 ta atom kislorod bo'lgani uchun  $y$  deb olamiz.

Bundan:  $2x + y = 0,8 \text{ mol}$

3) Endi tenglama tuzamiz:  $\{69x + 18y = 15$

$2x + y = 0,8$

$y = 0,8 - 2x$

$69x + 18(0,8 - 2x) = 15$

$69x + 14,4 - 36x = 15$

$33x = 0,6$

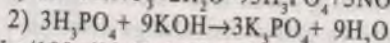
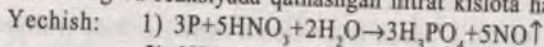
$x = 0,018 \text{ mol NaNO}_2$

4)  $m_{\text{NaNO}_2} = 69 \times 0,018 = 1,242 \text{ g}$

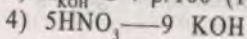
5)  $\omega = (1,242/15) \times 100 = 8,3\%$

Javob: 8,3

13. (01-1-33). Konsentratsiyasi 60% bo'lgan nitrat kislota (zichligi 1,37 g/ml) bilan fosforni oksidlab olingan ortofosfat kislotadan o'rta tuz hosil qilish uchun 10% li kaliy gidroksidning 60 ml eritmasi ( $\rho = 1,09 \text{ g/ml}$ ) sarf bo'lgan. Fosfor oksidlanishida azot (II)-oksid hosil bo'lgan, deb hisoblang va reaksiyada qatnashgan nitrat kislota hajmini toping.



3)  $m_{\text{KOH}} = C \cdot V \cdot \rho / 100 = (10 \cdot 60 \cdot 1,09) / 100 = 6,54 \text{ g}$



$5 \cdot 63 \text{ g} \rightarrow 9 \cdot 56 \text{ g}$

$x \rightarrow 6,54 \text{ g}$

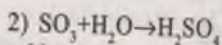
bundan  $x = 4,088 \text{ g HNO}_3$

5)  $V = (m \cdot 100) / (C \cdot \rho) = (4,088 \cdot 100) / (60 \cdot 1,37) = 4,97 \approx 5,0 \text{ ml}$

Javob: 5,0

14. (01-3-108). Hajmi 139 ml bo'lgan 91% li sulfat kislota eritmasi ( $\rho = 1,8 \text{ g/ml}$ ) ga qanday massada (g) oltingugurt (VI)-oksid yuttirilganda, eritmadagi kislota massasi 98% ga yetadi?

Yechish: 1)  $m_{\text{eritma}} = \rho V = 1,8 \cdot 139 \text{ ml} = 250,2 \text{ g}$

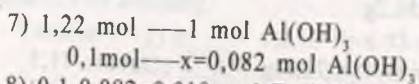


80

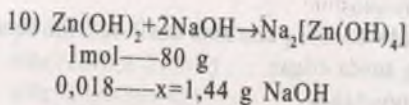
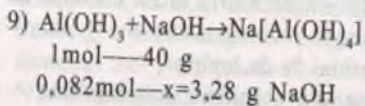
98



- 5)  $n=22/99=0,22$  mol  $Zn(OH)_2$   
 6)  $1+0,22=1,22$  mol aralashma



8)  $0,1-0,082=0,018$  mol  $Zn(OH)_2$



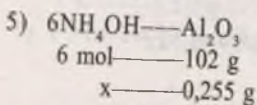
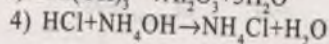
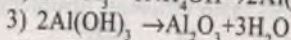
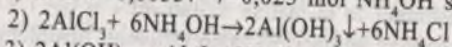
11)  $m_{NaOH}=3,28+1,44=4,72$  g

12)  $V=(4,72 \cdot 100)/(40 \cdot 1,43)=8,25 \approx 8,3$  ml

Javob: 8,3

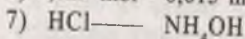
17. (02-3-5). Hajmi 10 ml bo'lgan xlorid kislotasi va alyuminiy xlorid eritmasidan cho'kma hosil bo'lishi tugaguncha ammiakning 7 molyarli eritmasidan 3,57 ml qo'shish kerak bo'lgan. Eritma bug'latildi va cho'kma massasi o'zgarmay qolguncha kuydurildi, qoldiq massasi 255 mg ga teng bo'lgan. Boshlang'ich eritmadagi moddalarning molyar konsentrat-siyalarini hisoblang.

Yechish: 1)  $n=C \cdot V=0,00357 \cdot 7=0,025$  mol  $NH_4OH$  sarflangan.



$x=0,015$  mol  $NH_4OH$  sarflangan

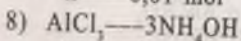
6)  $0,025$  mol -  $0,015$  mol =  $0,01$  mol  $NH_4OH$  (HCl uchun sarflangan)



$1$  mol —  $1$  mol

$x$  —  $0,01$  mol

$x=0,01$  mol HCl bo'lgan



$1$  mol —  $3$  mol

$x$  —  $0,015$  mol

$x=0,005$  mol  $AlCl_3$  bo'lgan

9) 10 ml eritmada—0,005 mol  
1000 ml —x

$$x=0,5 \text{ M AlCl}_3$$

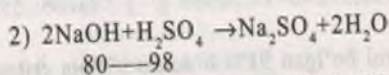
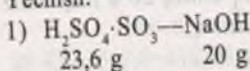
10) 10 ml eritmada —0,01 mol  
1000 ml—x

$$x=1 \text{ M HCl}$$

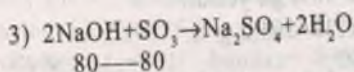
Javob:  $\text{AlCl}_3$  0,5M; HCl 1M

18. (03-2-5). 20 g o'yuvchi natriy eritmasi 23,6 g oleumni neytrallashga sarf bo'ldi. Oleumdagi sulfat anhidridning har bir molekulasiga nechta sulfat kislota molekulasini to'g'ri kelishini toping.

Yechish:



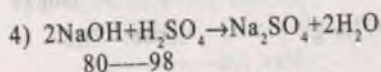
$$x—y \quad y=98x/80=1,225x$$



$$(20-x) - (23,6 - 1,225x)$$

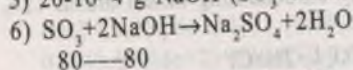
$$80(23,6 - 1,225x) = 80(20-x)$$

Tenglamani yechsak,  $x=16$  g NaOH ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  uchun sarf bo'lgan)



$$16—x=19,6 \text{ g kislota}$$

5)  $20-16=4$  g NaOH ( $\text{SO}_3$  uchun sarf bo'lgan)



$$x—4 \quad x=4 \text{ g SO}_3$$

$$7) n=4/80=0,05 \text{ mol SO}_3$$

$$8) n=19,6/98=0,2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

$$9) \text{Ularning nisbati : } 0,05 : 0,2 = 1 : 4$$

Demak, bitta  $\text{SO}_3$  ga 4 ta  $\text{H}_2\text{SO}_4$  to'g'ri keladi.

Javob: 4

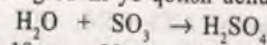
19. (01-3-104). 100%li sulfat kislota erigan sulfat anhidridning 20% li eritmasini hosil qilish uchun 1 kg massadagi 94,6% li sulfat kislota qanday massadagi sulfat anhidridni eritish kerak?

Yechish: 1)  $m_{\text{kislota}} = 1000 \text{ g} \times 0,946 = 946 \text{ g}$

2)  $m_{\text{SO}_3} = 1000 - 946 = 54 \text{ g}$

3) 20% li eritmada  $80 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ——— } 20 \text{ g SO}_3$   
 $946 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ——— } x = 236,5 \text{ g SO}_3$

4) 54 g suvni yo'qotish uchun unda  $\text{SO}_3$  ni eritamiz:



18g — 80g — 98g

54g — x — y

bundan  $x = 240 \text{ g SO}_3$  kerak

$y = 294 \text{ g H}_2\text{SO}_4$  hosil bo'ladi

5) Hosil bo'lgan yangi kislota yana  $\text{SO}_3$  eritib, 20% li qilamiz

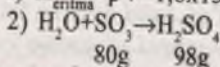
$80 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ——— } 20 \text{ g SO}_3$

$294 \text{ g ——— } x = 73,5 \text{ g SO}_3$  kerak

6) Umumiy  $\text{SO}_3$  massasi  $236,5 + 240 + 73,5 = 550 \text{ g}$  Javob: 550

20. (01-3-108). Hajmi 139 ml bo'lgan 91% li sulfat kislota eritmasi ( $\rho = 1,8 \text{ g/ml}$ ) ga qanday massada (g) oltingugurt (VI)-oksid yuttirilganda, eritmadagi kislota massasi 98% ga yetadi?

Yechish: 1)  $m_{\text{eritma}} = \rho V = 1,8 \times 139 = 205,2 \text{ g}$



80g 98g

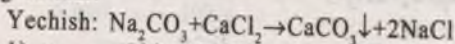
3)  $C_{\text{SO}_3} = (98/80) \times 100 = 122,5\%$

4) 91% — 24,5 g — 250,2 g

122,5% — 98% — 7 g —  $x = 71,5 \text{ g}$

Javob: 71,5

21. (variant-06). Natriy karbonatning 20% li 500 g eritmasiga necha gramm  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  qo'shilsa, natriy karbonatning massa ulushi 12% ga teng bo'ladi?



1)  $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 500 \times 0,2 = 100 \text{ g}$

2) reaksiya uchun  $n$  mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va  $n$  mol  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sarf bo'ladi,  $n$  mol  $\text{CaCO}_3$  cho'kadi, deb faraz qilamiz. Bunda:

$$0,12 = (100 - n106) / (500 + 219n - 100n)$$

$$0,12 = (500 + 119n) = 100 - 106n$$

$$60 + 14,28n = 100 - 106n$$

$$106n + 14,28n = 100 - 60$$

120,28n-40

n=0,333

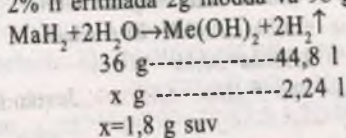
3)  $m_{CaCl_2 \cdot 6H_2O} = 0,333 \times 219 = 73 \text{ g}$

Javob: 73

22. (variant-06). Ikki valentli metall gidridi 420,75 g suvda eritilganda 2,24 l (n.sh.) gaz modda ajralib, 2,0% li eritma hosil bo'ldi. Qaysi metall gidridi ishlatilgan?

Yechish: 1-usul:

1) 2% li eritmada 2g modda va 98 g suv bor.



2)  $420,75 - 1,8 = 418,95 \text{ g suv}$

3)  $418,95 \text{ g} \text{-----} 98\%$

$x \text{-----} 2\%$

$x = 8,55 \text{ g Me(OH)}_2$

4)  $8,55 \text{ g Me(OH)}_2 \text{-----} 2,24 \text{ l H}_2$

$x \text{-----} 44,8 \text{ l}$

$x = 171 \text{ g}$

5)  $M_{\text{Me(OH)}_2} = 171$  bundan  $\text{Me} = 171 - (\text{OH})_2 = 171 - 34 = 137$   
ikki valentli va og'irligi 137 bo'lgan metall bariy.

Javob: Ba, 137

2-usul:

1)  $n = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ mol H}_2$

2) 1 mol  $\text{MeH}_2 \text{-----} 2 \text{ mol H}_2$

$x \text{-----} 0,1 \text{ mol}$

$x = 0,05 \text{ mol MeH}_2$

3)  $0,02 = [0,05(\text{Me} + 34)] / [0,05(\text{Me} + 2) + 420,75 - 0,1]$

$0,02[0,05(\text{Me} + 2) + 420,65] = 0,05\text{Me} + 1,7$

$0,02(0,05\text{Me} + 0,1 + 420,65) = 0,05\text{Me} + 1,7$

$0,001\text{Me} + 8,415 = 0,05\text{Me} + 1,7$

$0,05\text{Me} - 0,001\text{Me} = 8,415 - 1,7$

$0,049\text{Me} = 6,725$

$\text{Me} = 137 \text{ (Ba)}$

Javob: Ba, 137

23. (variant-06). 2,4 g ishqoriy metall oksidi 93,6 g suvda eritilganda hosil bo'lgan birikmaning massa ulushi 4% ni tashkil qilsa, reaksiyaga olingan metallni aniqlang.





$$11) 106 \text{ g} \text{-----} 44 \text{ g}$$

$$21,22 \text{ g} \text{---} x = 8,8 \text{ g CO}_2$$

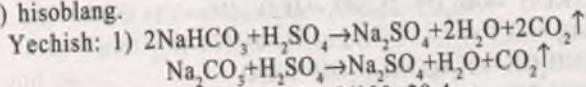
$$12) m_{\text{CO}_2} = 8,8 + 8,8 = 17,6 \text{ g}$$

$$13) m_{\text{eritma}} = 111,58 - 17,6 = 93,98 \text{ g}$$

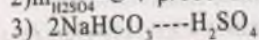
$$14) \omega_{\text{tuz}} = (42,63 / 93,98) \times 100 = 45\%$$

Javob: 45%

25.(variant-06). Natriy gidrokarbonat va natriy karbonatdan iborat 34,9 g aralashmani to'la neytrallash uchun 28% li ( $\rho = 1,2 \text{ g/ml}$ ) sulfat kislotadan 87,5 ml sarflansa, hosil bo'lgan eritmaning massa ulushini (%) hisoblang.



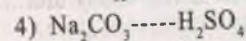
$$2) m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C \cdot V \cdot \rho = 28 \cdot 87,5 \cdot 1,2 / 100 = 29,4 \text{ g}$$



$$168 \text{ g} \text{-----} 98 \text{ g}$$

$$x \text{-----} m$$

$$x = 168m / 98 = 1,71m$$



$$106 \text{ g} \text{-----} 98 \text{ g}$$

$$(34,9 - x) \text{-----} (24,9 - m)$$

tenglama tuzamiz:

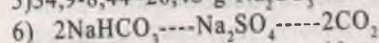
$$106(24,9 - m) = 98(34,9 - x)$$

$$106(24,9 - m) = 98(34,9 - 1,71m)$$

tenglamadan  $m = 4,93 \text{ g}$  kislotani reaksiyaga sarflangan

$$x = 1,71m = 1,71 \times 4,93 = 8,44 \text{ g NaHCO}_3$$

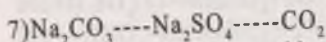
$$5) 34,9 - 8,44 = 26,46 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$



$$168 \text{ g} \text{-----} 142 \text{ g} \text{-----} 88 \text{ g}$$

$$8,44 \text{ g} \text{-----} x \text{-----} y$$

$$x = 7,13 \text{ g tuz} \quad y = 4,42 \text{ g CO}_2$$



$$106 \text{ g} \text{-----} 142 \text{ g} \text{-----} 44 \text{ g}$$

$$26,46 \text{ g} \text{-----} x \text{-----} y$$

$$x = 35,44 \text{ g tuz} \quad y = 10,98 \text{ g CO}_2$$

$$8) m_{\text{tuz}} = 7,13 + 35,44 = 42,57 \text{ g}$$

$$9) m_{\text{CO}_2} = 4,42 + 10,98 = 15,4 \text{ g}$$

$$10) m_{\text{eritma}} = \rho \cdot V = 1,2 \times 87,5 = 105 \text{ g}$$

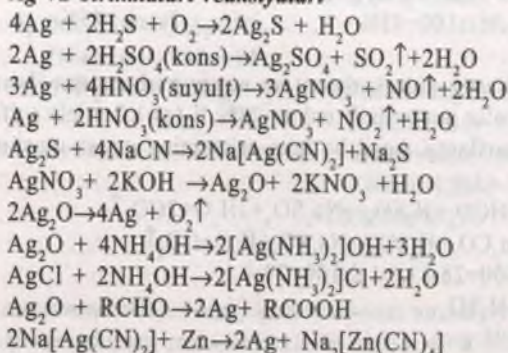
$$11) m_{\text{eritma}} = 105 + 34,9 - 15,4 = 124,5 \text{ g}$$

$$12) \omega_{\text{tuz}} = (42,57 / 124,5) \times 100 = 34\%$$

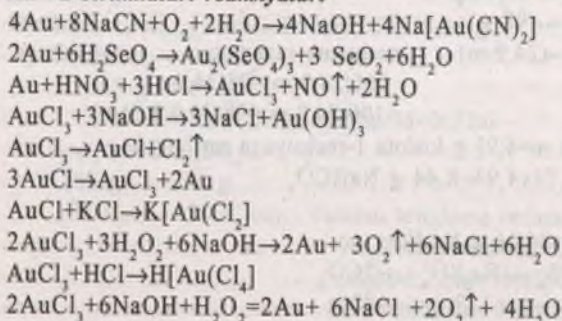
Javob: 34%

## MASALALAR YECHISHDA ISHLATILADIGAN ASOSIY REAKSIYALAR

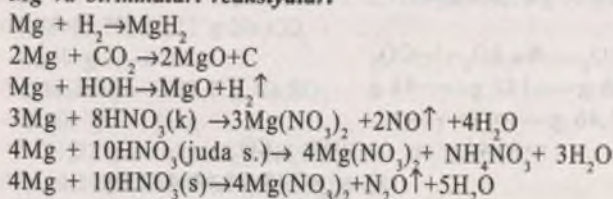
### *Ag va birikmalari reaksiyalari*



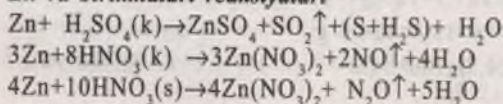
### *Au va birikmalari reaksiyalari*

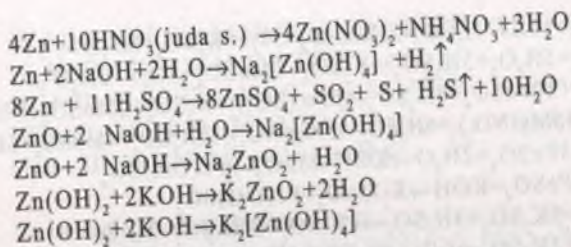


### *Mg va birikmalari reaksiyalari*

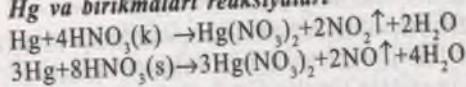


### *Zn va birikmalari reaksiyalari*

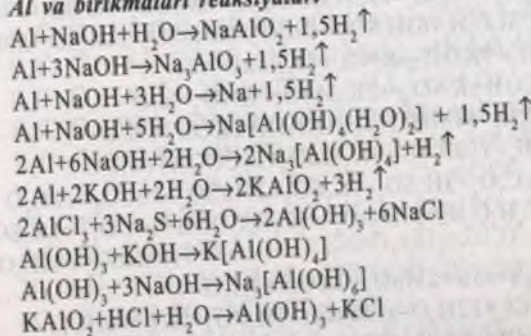




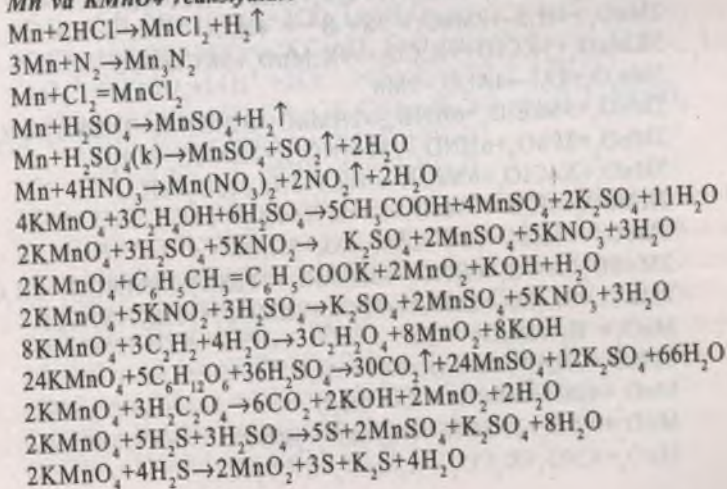
### *Hg va birikmalari reaksiyalari*

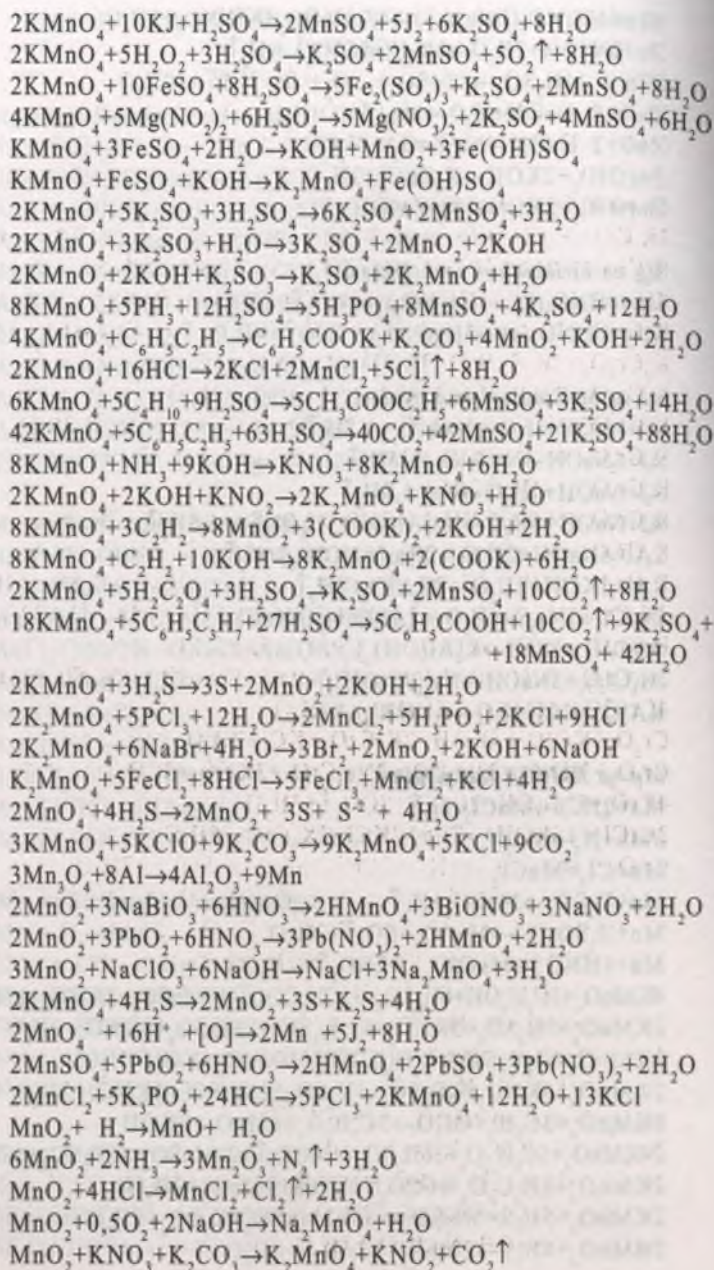


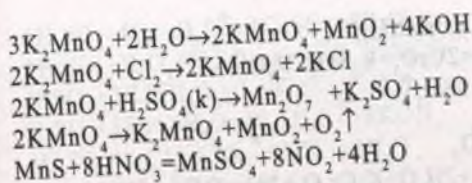
### *Al va birikmalari reaksiyalari*



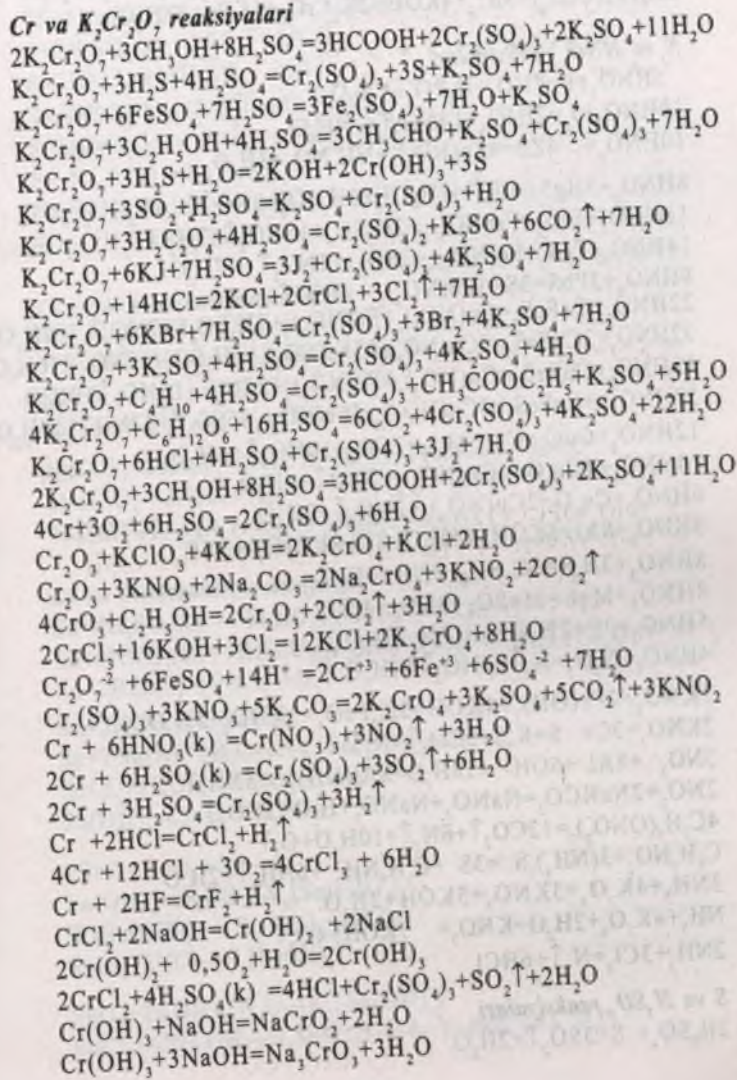
### *Mn va KMnO4 reaksiyalari*

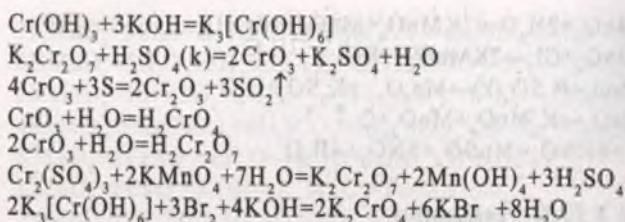




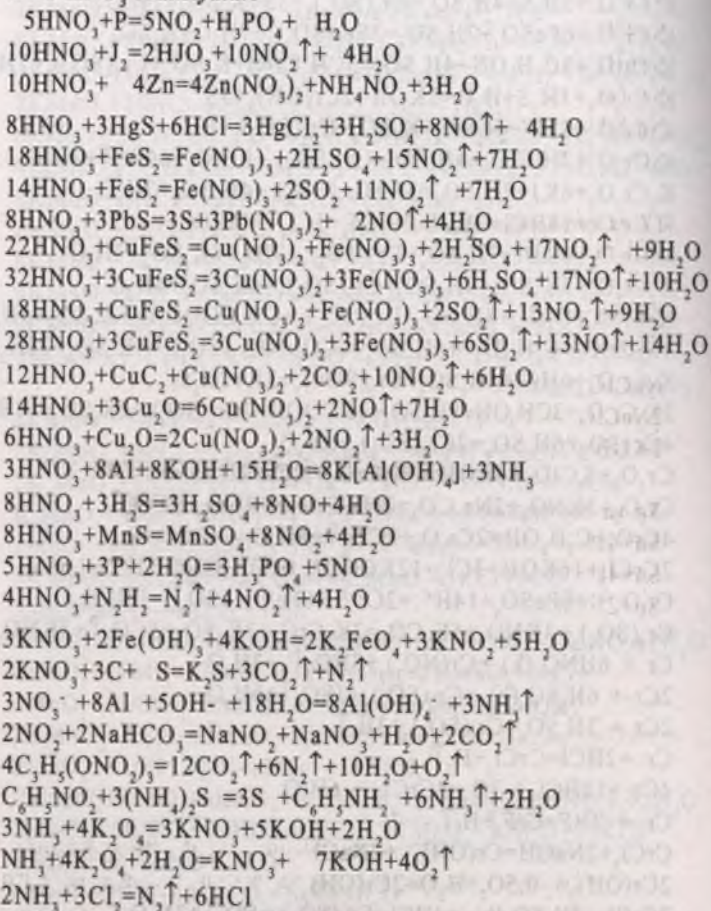


*Cr va K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> reaksiyalari*

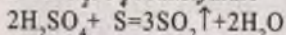


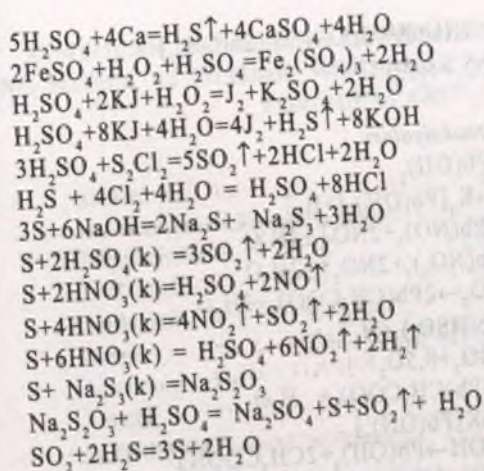


### *N va HNO<sub>3</sub> reaksiyalari*

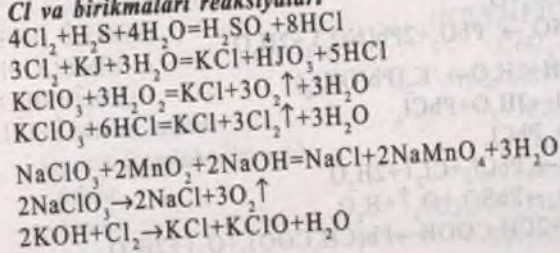


### *S va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reaksiyalari*

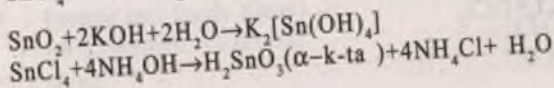
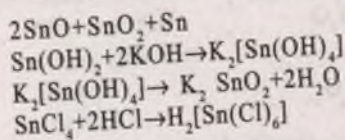
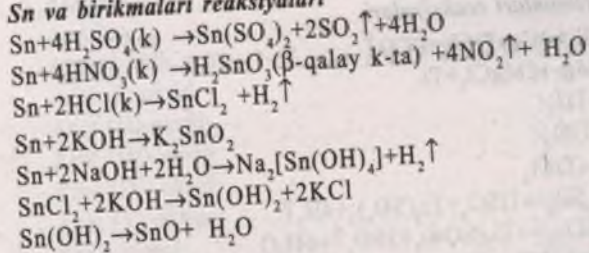




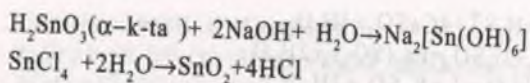
#### *Cl va birikmalari reaksiyalari*



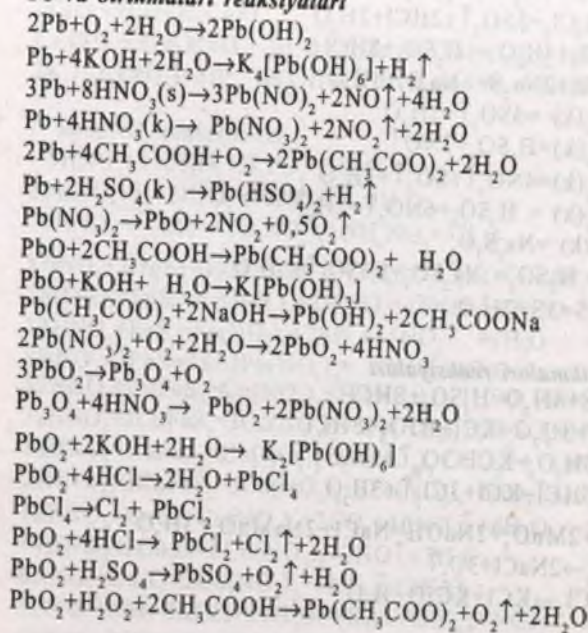
#### *Sn va birikmalari reaksiyalari*



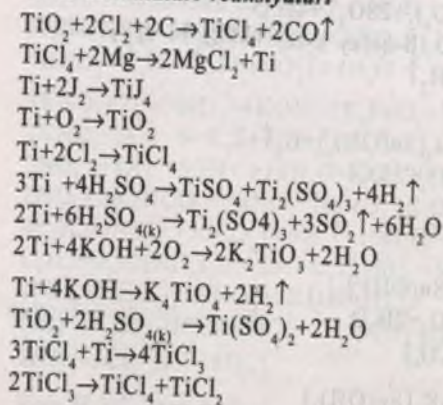




***Pb va birikmalari reaksiyalari***



***Ti va birikmalari reaksiyalari***



**KIMYODAN MASALALAR YECHISHDA ISHLATILADIGAN  
ENG MUHIM ATAMALAR, MODDALAR NOMI VA ULARNING  
FORMULALARI**

A	Alebastr	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$
	Alyuminiyli achchiqtosh	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
	Adipin kislota	$\text{COOH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$
	Akril kislota	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
	Akilonitril	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$
	Alunit	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$
	Alyuminiy karbid	$\text{Al}_4\text{C}_3$
	Ammiak	$\text{NH}_3$
	Ammoniy ioni	$\text{NH}_4^+$
	Ammoniy karbid	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2$
	Ammoniy dixromat	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
	Ammofos	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{HPO}_4$
	Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$
	Antifriz	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
	Arsenat kislota	$\text{H}_3\text{AsO}_4$
	Argentit (kumush yaltirog'i)	$\text{Ag}_2\text{S}$
	Asbest	$\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$
	Aspirin	$\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3$
	Aseton	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$
	Asetat Na	$\text{CH}_3\text{COONa}$
	Asetilen	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
	Atirgul hidli spirt	Feniletil spirt $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$
	Azot (I)-oksid	$\text{N}_2\text{O}$
	Azot (II)-oksid	$\text{NO}$
	Azot (III)-oksid	$\text{N}_2\text{O}_3$
	Azot (IV)-oksid	$\text{NO}_2$
	Azot (V)-oksid	$\text{N}_2\text{O}_5$
B	Bariy xlorid	$\text{BaCl}_2$
	Bariy nitrat	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
	Bariy gidroksid	$\text{Ba}(\text{OH})_2$
	Bakelit	Fenol formaldegid smola
	Benzol	$\text{C}_6\text{H}_6$
	Bertole tuzi (kaliy xlorat)	$\text{KClO}_3$
	Bo'r (marmar, ohaktosh)	$\text{CaCO}_3$
	Butan	$\text{C}_4\text{H}_{10}$

Boksit	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Borat kislota	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Braunit (marganes (III)-oksid)	$\text{Mn}_2\text{O}_3$
Bromid kislota	$\text{HBr}$
Bromat kislota	$\text{HBrO}_3$
V Vanadat kislota	$\text{HVO}_3$
Vodorod sulfid	$\text{H}_2\text{S}$
Vodorod xlorid	$\text{HCl}$
Vodorod peroksid	$\text{H}_2\text{O}_2$
Vinil radikal	$\text{CH}_2=\text{CH}-$
Volframat kislota	$\text{H}_2\text{WO}_4$
Vitamin B <sub>12</sub>	$\text{C}_{63}\text{H}_{90}\text{O}_{14}\text{N}_{14}\text{PCo}$
G Galogenlar	$\text{F, Cl, Br, J, At}$
Gausmanit	$\text{Mn}_3\text{O}_4$ yoki $\text{Mn}_2\text{MnO}_4$
Galenit (qo'rg'oshin yaltirog'i)	$\text{PbS}$
Galmey (rux karbonat)	$\text{ZnCO}_3$
Gematit	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Geptan	$\text{C}_7\text{H}_{16}$
Geksan	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
Geran (yorongul) hidli efir	Difenil efir $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-C}_6\text{H}_5$
Gerbitsid	Begona o'tlarga qarshi vosita
Gemoglobin (qonda)	$(\text{C}_{738}\text{H}_{1166}\text{O}_{208}\text{N}_{203}\text{S}_2\text{Fe})_4$
Germanat kislota	$\text{H}_2\text{GeO}_4$
Gipoxlorit kislota	$\text{HClO}$
Gipofosfit kislota	$\text{H}_3\text{PO}_2$
Gipobromid kislota	$\text{HBrO}$
Gipoyodid kislota	$\text{HJO}$
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Gidroksoniy ioni	$\text{H}_3\text{O}^+$
Gidroksil ioni	$-\text{OH}$
Gidridlar	vodorodli birikmalar $\text{NaH, KH}$
Gidroxinon	para-dioksi benzol $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$
Glitserin	$\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2(\text{OH})$
Glyukoza	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
Glauberit	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$
Glauber tuzi	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Glikogen	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$
Glikokol k-ta yoki oksisirka k-ta	$\text{HO-CH}_2\text{-COOH}$
Glikol	etilenglikol $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$

	Glinozem (alyuminiy oksid)	$Al_2O_3$
D	Divinil	$CH_2=CH-CH=CH_2$
	Dolomit	$MgCO_3 \cdot CaCO_3$
	Dixromat kisloata	$H_2Cr_2O_7$
E	Etilen (Gollandiyalik kimyogarlar yog'i)	$CH_2=CH_2$
I	Is gazi	CO
	Ichimlik soda	$NaHCO_3$
	Izopren	$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$
	Insektitsid (benzol hosilalari)	Hasharotlarga qarshi vosita
	Insulin	$C_{254}H_{377}N_{65}O_{75}S_6$
Y	Yodid kisloata	HJ
	Yodat kisloata	$HJO_3$
	Yodoform	$CHJ_3$
K	Kaliy permanganat	$KMnO_4$
	Kaliy manganat	$K_2MnO_4$
	Kaliy dixromat	$K_2Cr_2O_7$
	Kaliy karbonat (potash)	$K_2CO_3$
	Kaliy xlorid	KCl
	Kaliy xlorat (Bertole tuzi)	$KClO_3$
	Kaliy gipoxlorit	KClO
	Kaliy nitrat (kaliyli selitra)	$KNO_3$
	Karbamid (mochevina)	$CO(NH_2)_2$
	Kalsiy karbid	$CaC_2$
	Kapron	poliamid $(-NH-(CH_2)_5-CO-)n$
	Karbonat angidrid	$CO_2$
	Karbonat kisloata	$H_2CO_3$
	Karborund	SiC
	Karbonil gruppasi	-CO-
	Karboksil gruppasi	-COOH
	Karnallit	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
	Kauchuk (tabiiy) M=15000-500000	$(-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-)n$
	Kaustik soda	NaOH
	Keton gruppasi	-C=O
	Kinovar	HgS
	Korund	$Al_2O_3$ kristallari
	Kolchedan temirli	$FeS_2$
	Kolchedan misli	$CuFeS_2$
	Kolloksilin -dinitrosellyuloza	$[(C_6H_7O_2)(OH)(ONO_2)]n$

Kollodiy	(dinitrosellyuloza+(spirt-efir)- bug'latish
Kumush nitrat	$\text{AgNO}_3$
Kumol (izopropil benzol)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{CH}_3)_2$
Kuprit	$\text{Cu}_2\text{O}$
Kuydirilgan ohak	$\text{CaO}$
Kraxmal	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$
Kristall soda	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Kristobalit	Kubik strukturali $\text{SiO}_2$
Krezol	Oksitoluol $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3(\text{OH})$
Ksilol	dimetilbenzol $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$
Kvarts	Geksagonal strukturali $\text{SiO}_2$
L	Lavsan - poliefir
	$(-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$
	Linol kislota
	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$
	Linolen kislota
	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$
M	Marganes (IV)-oksid (pirolyuzit)
	$\text{MnO}_2$
	Magnezit
	$\text{MgCO}_3$
	Magnetit
	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
	Magniy kuporosi
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	Manganat kislota
	$\text{H}_2\text{MnO}_4$
	Malaxit
	$[\text{Cu}(\text{OH})_2]\text{CO}_3$
	Malon kislota
	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
	Malein kislota
	$\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$
	Marmar (bo'r, ohaktosh)
	$\text{CaCO}_3$
	Metan
	$\text{CH}_4$
	Metil radikal
	$-\text{CH}_3$
	Metafosfat kislota
	$\text{HPO}_3$
	Metafosfit kislota
	$\text{HPO}_2$
	Metakril kislota
	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$
	Metakrilat
	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$
	Metilmetakrilat
	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3$
	Mis kuporosi
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
	Mis yaltirog'i (xalkozin)
	$\text{Cu}_2\text{S}$
	Mochevina (karbamid)
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
N	Natriy peroksid
	$\text{Na}_2\text{O}_2$
	Natriy oksid
	$\text{Na}_2\text{O}$
	Nitrat kislota
	$\text{HNO}_3$
	Nitrit kislota
	$\text{HNO}_2$
	Nikotin kislota
	$\beta$ -piridin karbon kislota
	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}-\text{COOH}$

O	Ortofosfat kislota	$H_3PO_4$
	Ortomanganit kislota	$H_2MnO_4$
	Ortotitan kislota	$H_4TiO_4$
	Ozon	$O_3$
	Oksalat kislota	HOOC-COOH
	Oleum	$H_2S_2O_7$ yoki $H_2SO_4 \cdot SO_3$
	Olein kislota	$C_{18}H_{34}O_2$ yoki $C_{17}H_{33}COOH$
	Oktan	$C_8H_{18}$
	Osh tuzi	NaCl
	Ohaktosh	$CaCO_3$
	Ohakli suv	$Ca(OH)_2$
	Ohak so'ndirilgan	$Ca(OH)_2$
	Ohak so'ndirilmagan	CaO
P	Palmitin kislota	$C_{16}H_{32}O_2$ yoki $C_{15}H_{31}COOH$
	Perxlorat kislota	$HClO_4$
	Peryodat kislota	$HJO_4$
	Permanganat kislota	$HMnO_4$
	Pentan	$C_5H_{12}$
	Pestisid	O'simlik va hayvon mikroorganizmlariga qarshi vosita
	Pirit (temir kolchedani)	$FeS_2$
	Pikrin kislota	$C_6H_3(OH)(NO_2)_3$
	Piperazin	$NH-(CH_2)_4-NH$
	Piperidin	$C_6H_{11}N$
	Piridin	$C_5H_5N$
	Pirogallol	$C_6H_2(OH)_3$
	Pirokatexin	orto-dioksi-benzol $C_6H_4(OH)_2$
	Pirosulfat kislota	$H_2S_2O_7$
	Pirrol	$C_4H_5N$
	Pirrolodin	$C_4H_7N$
	Piron	$C_5H_4O_3$
	Pirofosfat kislota	$H_4P_2O_7$
	Piroksilin (trinitrosellyuloza)- (tutunsiz porox)	$[(C_6H_7O_2)(ONO_2)]_n$
	Piolyuzit (marganes (IV)-oksid)	$MnO_2$
	Plyumbat kislota	$H_4PbO_4$
	Polistirol	$(-CH_2-CH(C_6H_5)-)_n$
	Polietilen	$(-CH_2-CH_2-)_n$
	Potash	$K_2CO_3$
	Presipitat	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$

	Propan	$C_3H_8$
R	Rux aldamasi	ZnS
	Rodanid kislota	HSCN
S	Selitra ammoniyli	$NH_4NO_3$
	Selitra kaliyli	$KNO_3$
	Selitra natriyli	$NaNO_3$
	Selitra (Chili)	$NaNO_3$
	Selenid kislota	$H_2Se$
	Selenat kislota	$H_2SeO_4$
	Sementit	$Fe_3C$
	Seolit (molekulyar elak)	$M_xM_y(Al_x + 2ySi_xO_{2x+4y+22})_nH_2O$
	Sariq qon tuzi	$K_4[Fe(CN)_6]$
	Salitsil kislota	$C_6H_4(OH)COOH$
	siklopropan	$(CH_2)_3$
	Silan	$SiH_4$
	Silikat kislota	$H_2SiO_3$
	Silvinit	$KCl \cdot NaCl$
	Siderit	$FeCO_3$
	Sirka kislota	$CH_3COOH$
	Sirka aldegid	$CH_3COH$
	Sinka	$Na_2Al_6S_2O_{24}$
	Sigler-Natt katalizatori	$TiCl_4 \cdot Al(CH_3)_3$
	Sulfat kislota (kimyo sanoati noni)	$H_2SO_4$
	Sulfit kislota	$H_2SO_3$
	Sulfid kislota	$H_2S$
	Sulfat anhidrid	$SO_3$
	Sulfit anhidrid	$SO_2$
	Sulema	$HgCl_2$
	Superfosfat oddiy	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ tarkibida 5% CaSO <sub>4</sub> bor
	Superfosfat qo'sh	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ + qisman $H_3PO_4$
	Suyak uni	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$
	Soda	$Na_2CO_3$
	So'ndirilmagan ohak	CaO
	Stirol	$CH_2=CH(C_6H_5)$
	Stearin kislota	$C_{18}H_{36}O_2$ yoki $C_{17}H_{35}COOH$
	Sellyuloid	Dinitrosellyuloza+kamfara
	Sut shakari	$C_{12}H_{22}O_{11}$ laktoza

Selenit kislota	$H_2SeO_3$
Silan	$SiH_4$
Siloksan	$(SiH_3)_2O, (Si_2H_5)_2O$
Sianid kislota	$HCN$
T Talk	$3 Mg \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$
Taxir tuz	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Temir kuyindisi	$Fe_3O_4$
Tellurat kislota	$H_2TeO_4$
Temir kuporosi	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
Teflon (tetraftoretillen)	$CF_2=CF_2$
Tereftal kislota	$HOOC-C_6H_4-COOH$
Tetraborat kislota	$H_2B_2O_7$
Titan kislota	$H_2TiO_3$
Tridimit	Geksagonal strukturali $SiO_2$
Trotill	$C_6H_5(CH_3)(NO_2)_3$
Tiosulfit kislota	$H_2S_2O_7$
Tiosulfat kislota	$H_2S_2O_3$
Toluol	$C_6H_5-CH_3$
U Uglerod tetraxlorid	$CCl_4$
F Fosfat kislota	$H_3PO_4$
Fosfit kislota	$H_3PO_3$
Fosforit uni	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3 + Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$
Fruktoza	$C_6H_{12}O_6$
Fosfin	$PH_3$
Formaldegid	$HCOH$
Formalin	$HCOH+H_2O$
Fotogen	kerosin
Fenol (karbol kislota)	$C_6H_5-OH$
Fenil radikali	$-C_6H_5$
Fenoplast	Fenol formaldegid smola
Fenoksisirka kislota	$C_6H_5-O-CH_2-COOH$
Ftal kislota	$HOOC-C_6H_4-COOH$
Ftorid kislota (plavik)	$HF$
Fungitsid	Zamburug'lar tarqatadigan kasalliklarga qarshi vosita
X Xalkozin (mis yaltirog'i)	$Cu_2S$
Xalkopirit (mis kolchedani)	$CuFeS_2$
Xlorid kislota	$HCl$
Xlorat kislota	$HClO_3$



Xlorit kislota	HClO <sub>2</sub>
Xlorli ohak	CaCl <sub>2</sub> · Ca(OCl) <sub>2</sub> yoki CaCl(OCl)
Xloroform	CHCl <sub>3</sub>
Xlorsirka kislota	Cl-CH <sub>2</sub> -COOH
Xromat kislota	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
Xromit k-ta	HCrO <sub>3</sub>
Xlorazid	CIN <sub>3</sub>
Xloral	CCl <sub>3</sub> -CHO
Xlorofill	C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg yoki C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Mg
Xlorpikrin	CCl <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub>
Xrom kaliyli achchiqtosh	KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O
Xrompik	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Ch Choy sodasi (ichimlik soda)	NaHCO <sub>3</sub>
Chumoli kislota	HCOOH
Chumoli aldegid	HCOH
Sh Shisha	Na <sub>2</sub> O · CaO · 6SiO <sub>2</sub>
Shisha (qiyin suyuqlanadigan)	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · CaO · 6SiO <sub>2</sub>
Shisha billur	Na <sub>2</sub> O · PbO · 6SiO <sub>2</sub>
Shoh arog'i (zar suvi)	Au · HNO <sub>3</sub> · 3HCl
Shakar (saxaroza)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
E Etilenglikol (antifriz)	HO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH
Etilen	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>
O' O'yuvchi Na	NaOH
O'yuvchi K	KOH
Q Qizil qon tuzi	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]
Qora porox	KNO <sub>3</sub> CS
Qalay kislota (α-, β-)	H <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>
Qo'rg'oshin yaltirog'i	PbS
Qo'rg'oshin oksid (surik)	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Qo'rg'oshin gidroksikarbonat	2PbCO <sub>3</sub> Pb(OH) <sub>2</sub> belila

## MUNDARIJA

So'z boshi .....	3
<b>I bob. Kimyo fani va uning predmeti .....</b>	<b>4</b>
<b>II bob. Kimyoning asosiy tushunchalari .....</b>	<b>7</b>
II. 1. Modda haqida tushuncha .....	7
II. 2. Atom va molekulyar massa .....	11
II. 3. Kimyoviy formula va kimyoviy tenglamalar .....	15
II. 4. Valentlik .....	17
II. 5. Kimyoviy reaksiyalar va ularning turlari .....	19
<b>III bob. Oddiy moddalar .....</b>	<b>23</b>
<b>IV bob. Murakkab moddalar .....</b>	<b>26</b>
IV. 1. Oksidlar .....	26
IV. 2. Gidroksidlar .....	31
IV. 3. Kislotalar .....	34
IV. 4. Tuzlar .....	37
<b>V bob. Kimyoning asosiy miqdoriy (stexiometrik) qonunlari .....</b>	<b>43</b>
V. 1. Moddalar massasining saqlanish qonuni .....	44
V. 2. Tarkibning doimiylik qonuni .....	46
V. 3. Avagadro qonuni .....	47
V. 4. Ekvivalentlar qonuni .....	50
<b>VI bob. Atom tuzilishi .....</b>	<b>54</b>
VI. 1. Atomning tarkibi .....	54
VI. 2. Izotop va izobaralar .....	56
VI. 3. Yadro reaksiyalari .....	57
VI. 4. Atomning elektron tuzilishi .....	59
VI. 5. Kvant sonlari .....	61
VI. 6. Elektron qavatlarining elektronlar bilan to'lib borishi. Elektron formulalar .....	67
VI. 7. Kimyoviy elementlar davriy jadvalining yaratilish tarixi .....	70
<b>VII bob. D. I. Mendeleevning davriy qonuni va elementlar davriy jadvali... ..</b>	<b>73</b>
VII. 1. Atomlarning xossalari va ularning o'zgarishi .....	77
<b>VIII bob. Kimyoviy bog'lanish va uning asosiy turlari .....</b>	<b>81</b>
VIII. 1. Kimyoviy bog'ning asosiy tavsiflari .....	81
VIII. 2. Kovalent bog'lanish .....	83

VIII. 3. Molekulararo ta'sir turlari .....	88
VIII. 4. Donor-akseptor bog'lanish .....	89
VIII. 5. Vodorod bog'lanish .....	90
VIII. 6. Atom orbitallarining gidridlanishi .....	91
VIII. 7. Ion bog'lanish .....	94
VIII. 8. Metall bog'lanish .....	95
<b>IX bob. Moddalarning agregat holatlari</b> .....	<b>97</b>
IX. 1. Gazsimon holat .....	97
IX. 2. Moddalarning suyuq holati .....	99
IX. 3. Moddalarning qattiq holati .....	100
IX. 4. Suyuq kristallar .....	102
<b>X bob. Kimyoviy jarayonlar energetikasi</b> .....	<b>105</b>
X. 1. Sistema haqida tushuncha .....	105
X. 2. Ichki energiya va entalpiya tushunchalari .....	106
X. 3. Entropiya haqida tushuncha .....	108
X. 4. Izobar-izotermik potensial haqida tushuncha .....	109
X. 5. Termokimyoviy hisoblashlarga doir masalalar .....	110
<b>XI bob. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi</b> .....	<b>112</b>
XI. 1. Kimyoviy reaksiya tezligi .....	113
XI. 2. Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar .....	116
XI. 3. Reaksiyalarning faollanish energiyalari .....	118
XI. 4. Katalizatorning ta'siri. Katalitik reaksiyalar .....	120
XI. 5. Kimyoviy reaksiyaning mexanizmlari bo'yicha turlari .....	123
XI. 6. Kimyoviy reaksiya tezligiga doir masalalar yechish .....	125
XI. 7. Kimyoviy muvozanat .....	128
XI. 8. Kimyoviy muvozanatning siljishi. Le-Shatelye prinsipi .....	131
<b>XII bob. Dispers sistemalar. Eritmalar</b> .....	<b>135</b>
XII. 1. Dispers sistemalar va ularning turlari .....	135
XII. 2. Chin eritmalar .....	138
XII. 3. Eritmalarning hosil bo'lishi .....	139
XII. 4. Moddalarning eruvchanligi .....	142
XII. 5. Eritmalarning konsentratsiyalarini ifodalash usullari .....	145
<b>XIII bob. Elektrolitlar eritmalar</b> .....	<b>153</b>
XIII. 1. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi .....	153
XIII. 2. Dissotsilanish darajasi va dissotsilanish doimiysi .....	155
XIII. 3. Ion almashinish reaksiyalari .....	159

XIII. 4. Kislotalar, gidroksidlar va tuzlarning dissotsilanishi .....	161
XIII. 5. Suvning ion ko'paytmasi. pH haqida tushuncha .....	163
XIII. 6. Indikatorlar haqida tushuncha .....	165
XIII. 7. Tuzlarning gidrolizi .....	167
<b>XIV bob. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari .....</b>	<b>173</b>
XIV. 1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari .....	173
XIV. 2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish ...	175
XIV. 3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari turlari .....	178
<b>XV bob. Elektrokimyoviy jarayonlar .....</b>	<b>181</b>
XV. 1. Oksidlanish potentsiali haqida tushuncha .....	182
XV. 2. Metallarning kuchlanishlar qatori .....	185
XV. 3. Galvanik elementlar .....	186
XV. 4. Elektroliz .....	190
<b>XVI bob. Metallmaslar .....</b>	<b>197</b>
XVI. 1. Metallmaslar to'g'risida ma'lumot .....	197
XVI. 2. Vodorod (H, Z = 1) .....	199
XVI. 3. Kislorod (O, Z = 8) .....	203
XVI. 4. Suv (H <sub>2</sub> O) .....	207
XVI. 5. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari .....	211
XVI. 6. Vodorod peroksid .....	214
XVI. 7. Inert gazlar yoki VIII A gruppacha elementlari .....	216
<b>XVII bob. VA gruppacha elementlari .....</b>	<b>222</b>
XVII. 1. VA gruppacha elementlarining umumiy xossalari .....	222
XVII. 2. Azot .....	223
XVII. 3. Azot kislotalari va ularning tuzlari .....	230
XVII. 4. Fosfor (P, Z = 15) .....	234
XVII. 5. Fosfat kislota tuzlari .....	236
<b>XVIII bob. Mineral o'g'itlar .....</b>	<b>240</b>
XVIII. 1. O'g'itlar klassifikatsiyasi .....	241
XVIII. 2. Azotli o'g'itlar .....	242
XVIII. 3. Fosforli o'g'itlar .....	244
XVIII. 4. Kaliyli o'g'itlar .....	245
<b>XIX bob. VI A gruppacha elementlari .....</b>	<b>246</b>
XIX. 1. VI A gruppacha elementlarining umumiy xossalari .....	246
XIX. 2. Oltinugurt .....	247
XIX. 3. Vodorod sulfid .....	249

XIX. 4. Oltinugurt (IV) birikmalari .....	251
XIX. 5. Oltinugurt (VI) birikmalari .....	252
XIX. 6. Sulfat kislotasi .....	253
<b>XX bob. VII A gruppacha elementlari .....</b>	<b>256</b>
XX. 1. VII A gruppacha elementlarining umumiy xossalari .....	257
XX. 2. Fluor va uning birikmalari .....	258
XX. 3. Xlor va uning birikmalari .....	260
<b>XXI bob. Metallar .....</b>	<b>270</b>
XXI. 1. Metallarning umumiy xossalari .....	270
XXI. 2. Qotishmalar .....	273
XXI. 3. Metallarni olish. Metallurgiya haqida tushuncha .....	275
XXI. 4. Metallar korroziyasi .....	277
XXI. 5. Korroziyadan himoyalash usullari .....	281
XXI. 6. Lantanoidlar va ularning birikmalari .....	282
XXI. 7. Aktinoidlar va ularning birikmalari .....	285
<b>XXII bob. I A gruppacha elementlari .....</b>	<b>288</b>
XXII. 1. Umumiy xossalari .....	288
XXII. 2. Litiy (Li) .....	289
XXII. 3. Natriy va kaliy .....	291
<b>XXIII bob. II A gruppacha elementlari .....</b>	<b>296</b>
XXIII. 1. Umumiy xossalari .....	296
XXIII. 2. Berilliy va uning birikmalari (Z=4) .....	297
XXIII. Magniy va kalsiy .....	298
<b>XXIV bob. III A gruppacha elementlari .....</b>	<b>302</b>
XXIV. 1. Umumiy xossalari .....	302
XXIV. 2. Bor va uning birikmalari .....	303
XXIV. 3. Alyuminiy .....	307
<b>XXV bob. Ayrim qo'shimcha gruppacha metallari .....</b>	<b>312</b>
XXV. 1. Xrom va uning birikmalari .....	312
XXV. 2. Temir va uning birikmalari .....	317
XXV. 3. Cho'yan ishlab chiqarish .....	323
XXV. 4. Po'lat ishlab chiqarish .....	325
<b>XXVI bob. IV A gruppacha elementlari .....</b>	<b>327</b>
XXVI. 1. Umumiy xossalari .....	327
XXVI. 2. Uglerod .....	328
XXVI. 3. Karbidlar .....	330

XXVI. 4. Uglorodning kislorodli birikmalari .....	333
XXVI. 5. Kremniy .....	338
XXVI. 6. Kremniy kislotalari .....	341
XXVI. 7. Germaniy, qalay, qo'rg'oshin .....	344
<b>XXVII bob. Kompleks birikmalar</b> .....	<b>346</b>
XXVII. 1. Kompleks birikmalar haqida tushuncha .....	346
XXVII. 2. Kompleks birikmalar nomenklaturasi .....	350
XXVII. 3. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishini tushuntiruvchi nazariyalar .....	351
XXVII. 4. Kompleks birikmalarning barqarorligi .....	354
<b>XXVIII bob. Organik kimyo</b> .....	<b>356</b>
XXVIII. 1. Organik moddalarning tuzilish nazariyasi .....	357
XXVIII. 2. Organik moddalarning turlari .....	363
XXVIII. 3. Organik moddalar ishtirokida boradigan reaksiyalar .....	365
<b>XXIX bob. Uglevodorodlar</b> .....	<b>368</b>
XXIX. 1. To'yingan uglevodorodlar .....	369
XXIX. 2. Siklo (yopiq halqali) alkanlar .....	381
XXIX. 3. To'yinmagan uglevodorodlar .....	386
XXIX. 4. Atsetilen va uning gomologik qatori .....	400
XXIX. 5. Diyen uglevodorodlar .....	407
XXIX. 6. Tabiiy va sintetik kauchuklar .....	412
XXIX. 7. Aromatik uglevodorodlar .....	416
<b>XXX bob. Uglevodorodlarning tabiiy manbalari</b> .....	<b>425</b>
XXX. 1. Neft va neftni qayta ishlash .....	425
XXX. 2. Tabiiy gaz va uni qayta ishlash .....	429
XXX. 3. Toshko'mirni qayta ishlash .....	429
<b>XXXI bob. Kislorodli organik birikmalar. Spirtlar</b> .....	<b>430</b>
XXXI. 1. Bir atomli to'yingan spirtlar .....	430
XXXI. 2. Ikki atomli spirtlar (diollar yoki glikollar) .....	436
XXXI. 3. Uch atomli spirtlar (triollar). Glitserin .....	439
XXXI. 4. Fenollar .....	442
XXXI. 5. Aldegidlar .....	448
XXXI. 6. Ketonlar .....	454
XXXI. 7. Karbon kislotalar .....	461
XXXI. 8. Murakkab efirlar .....	485
XXXI. 9. Yog'lar va moylar .....	490

XXXI. 10. Sovunlar .....	493
<b>XXXII bob. Uglevodlar .....</b>	<b>495</b>
XXXII. 1. Glyukoza .....	497
XXXII. 2. Disaxaridlar, Saxaroza .....	503
XXXII. 3. Kraxmal .....	505
XXXII. 4. Sellyuloza .....	508
<b>XXXIII bob. Azotli organik moddalar .....</b>	<b>512</b>
XXXIII. 1. Nitrobirikmalar .....	512
XXXIII. 2. Aminlar .....	515
XXXIII. 3. Aromatik aminlar .....	520
XXXIII. 4. Amidlar .....	523
XXXIII. 5. Aminokislotalar .....	527
XXXIII. 6. Oqsillar .....	537
<b>XXXIV bob. Geterotsiklik birikmalar .....</b>	<b>548</b>
XXXIV. 1. Azotli geterotsiklik birikmalar .....	549
XXXIV. 2. Nuklein kislotalar .....	554
<b>XXXV bob. Yuqori molekulyar birikmalar. Polimerlar .....</b>	<b>559</b>
XXXV. 1. Polimerlanish reaksiyasi va uning mexanizmi .....	562
XXXV. 2. Sopolimerlanish reaksiyalari .....	570
XXXV. 3. Polikondensatlanish reaksiyalari .....	571
XXXV. 4. Yuqori molekulyar birikmalar klassifikatsiyasi .....	572
XXXV. 5. Tibbiyotda qo'llaniluvchi polimer moddalar .....	579
<b>MAVZULAR BO'YICHA NAMUNAVIY MASALALAR.....</b>	<b>585</b>
Umumiy kimyo. Kimyoning asosiy tushunchalari mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish.....	585
Mol - modda miqdori. Avogadro qonuni mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish .....	593
Atom tuzilishi. Yadro reaksiyalari mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish .....	604
Kimyoviy reaksiyalar tezligi mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish.....	608
Kimyoviy muvozanat mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish.....	612
Eritmalar mavzusi bo'yicha namunaviy masalalar yechish.....	617
Masalalar yechishda ishlatiladigan asosiy reaksiyalar.....	628
Kimyodan masalalar yechishda atamalar, moddalar nomi, formulalari .....	635
<b>Mundarija.....</b>	<b>643</b>

**ABDULXAYEVA  
MAXSUDA  
MUXAMADJONOVNA**

**KIMYO**

**Tuzuvchi:**

Abdulxayeva Maxsuda Muxamadjonovna

**Mas'ul muharrirlar:**

Qo'chqorov Xusan  
Matyakubov Ergashboy

**Musahhih:**

Lolaxon Qo'ziboeva

**Kompyuterda sahifalovchi:**

Zukurov Qobil

**Dizayner:**

Voxidov Feruzbek

**Litsenziya raqami AI № 170, 23.12.2009**

Bosishga 17.12.2018 yilda ruxsat etildi. Bichimi 84/108. 1/16.

Bosma tobog'i 40,63 Shartli bosma tobog'i 43,63

Garnitura "Times New Roman" qog'oz-ofset bosma.

Adadi 2 000 nusxa. Buyurtma raqami 7.

Bahosi kelishilgan narxda.

**"BOOK MEDIA PLUS"** xususiy korxonasida tayyorlandi.

Manzil: Toshkent, Chilonzor tumani, Cho'pon ota ko'chasi, 6-uy.

**"ADAD-PLYUS"** MChJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent, "Bunyodkor" shoh ko'chasi 28-uy. 100097





**“ZEHN-SHANS”**

**Nodavlat ta’lim muassasasi**

**Abituriyentlarni oliy o’quv yurtlariga barcha  
fanlar bo’yicha tayyorlash**

**Mashg’ulotlar o’zbek va rus tillaruda olib  
boriladi**

**Manzil: Toshkent shahri, Yunusobod tumani,  
2-kvartal, 14A-uy (mo’ljal Asakabank)**

**telefon: +99890-942-38-00  
+99890-176-85-21**

8/4 =



ISBN 978-9943-3819-9-5



9 789943 381995