

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**  
**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

**F.F.HOSHIMOV, A.S.ARISLANOV, N.N.TURSUNOV**

# **KIMYO**

Quyidagi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan:

“5320800 - Matbaa va qadoqlash jarayonlari texnologiyasi”

“5310900 - Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti”

“5320900 – Yengil sanoat buyumlari konstruksiyasini ishlash texnologiyasi”

“5320300 - Texnologik mashinalar va jihozlar”

“5321500 - Texnologiyalar va jihozlar”

“5321200 – Tabiiy tolani dastlabki ishlash texnologiyasi”

“5311000 – Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish”

**NAMANGAN**

**2020 yil**

F.F.Hoshimov, A.S.Arislanov, N.N.Tursunov. Kimyo. O'quv qo'llanma, НамМТИ, Наманган, 2020 yil - 355 bet.

O'quv qo'llanmada Kimyo fanining mazmun-mohiyati, asosiy tushunchalari, umumiy qonuniyatlar, asosiy anorganik va organik birikmalar sinflari, ularning nomlanishi, olinishi, xossalari, qo'llanishi, atom tuzilishi nazariyasi, kimyoviy bog'lar haqida ta'limot, metallar va metallmaslar xamda ularning birikmalari, olinishi va xossalari, eritmalar va elektrokimyoviy jarayonlar nazariyasi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, kimyoviy kinetika, elektroliz, galvanik elementlar va kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanish hodisalari, kimyoviy energiya manbaalari, organik birikmalar tuzilish nazariyasi, izomeriya turlari, nomenklaturasi, reaksiya qobiliyati va xossalari talabalar uchun sodda va tushunarli holda ifodalangan.

O'quv qo'llanma "5320800-Matbaa va qadoqlash jarayonlari texnologiyasi", "5310900-Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti", "5320900-Yengil sanoat buyumlari konstruksiyasini ishlash texnologiyasi", "5320300-Texnologik mashinalar va jihozlar", "5321500-Texnologiyalar va jihozlar", "5321200-Tabiiy tolani dastlabki ishlash texnologiyasi", "5311000-Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish" ta'lim yo'nalishlari bakalavrlari uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

к.ф.д., профессор О.К.Эргашев

т.ф.д., профессор И.Т.Шамшидинов

© F.F.Hoshimov, A.S.Arislanov, N.N.Tursunov

© Namangan muhandislik-texnologiya institute

## MUNDARIJA

<b>I-BOB. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI, MODDALAR VA ULARNING TUZILISHI</b>	.....	6
1.1. Kimyo fanining obyekti, predmeti va mazmuni	.....	6
1.2. Atom va modda tuzilishi. Davriy qonun. Kimyoviy bog`lanish	.....	28
1.3. Kimyoda miqdoriy munosabatlar	.....	71
1.4. Atom tuzilishi asosida noorganik moddalarning sinflari	.....	82
<b>II-BOB. KIMYOVIY KINETIKA, ERITMALAR, ELEKTRO-KIMYOVIY JARAYONLAR, METALLAR VA METALLMASLAR</b>	.....	105
2.1. Kimyoviy termodinamika va kinetika asoslari	.....	105
2.2. Eritmalar va ularda boradigan jarayonlar	.....	122
2.3. Elektrokimyoviy jarayonlar	.....	147
2.4. Metallar va ularning birikmalari	.....	177
2.5. Metallmaslar va ularning birikmalari	.....	192
<b>III-BOB. ORGANIK KIMYO. UGLEVODORODLAR</b>	.....	245
3.1. Organik kimyoning nazariy masalalari	.....	245
3.2. To`yingan uglevodorodlar	.....	262
3.3. To`yinmagan uglevodorodlar	.....	285
3.4. Aromatik uglevodorodlar	.....	299
<b>IV-BOB. FUNKSIONAL GURUHLI ORGANIK BIRIKMALAR</b>	.....	308
4.1. Spirtlar va fenollar	.....	308
4.2. Aldegidlar va ketonlar	.....	319
4.3. Karbon kislotalar va ularning hosilalari	.....	323
4.4. Aralash funksiyali birikmalar. Uglevodlar	.....	337
4.5. Aminobirikmalar. Aminokislotalar. Oqsillar	.....	343
Foydalanilgan adabiyotlar	.....	352

## SO`Z BOSHI

O'zbekiston Respublikasi Kimyo sanoati rivojlangan mamlakatlar qatoridan o'rin olgan mamlakatlardan biridir. Kimyo fani juda qiziqarli fan hisoblanib jamiyat hayotida muhim o'rin tutadi. Bu fanda yuzaga keladigan kashfiyotlar jamiyatda juda katta o'zgarishlarni yuzaga keltirgan. Kimyo sohasida ishlayotgan olimlar ilmiy yangiliklarni, nazariyalarni va olingan tajriba natijalarini birbirlariga yetkazib turadilar. Buning uchun kimyogarlarning orasida ma'lum fan sohasida ilmiy -amaliy anjumanlar o'tkaziladi. Turli tuman kimyo faniga ixtisoslashgan jurnallarda ilmiy maqolalar, risolalar, ma'ruzalar, monografiyalar kimyoning turli sohalari bo'yicha chop etiladi. Turli mamlakatlardagi kimyogar olimlar orasida o'zaro ilmiy aloqalar o'rnatiladi, munozaralar, muzokaralar va ilmiy yozishmalar amalga oshiriladi.

Dunyoda oziq-ovqat, to'qimachilik, teri ishlab chiqarish, kimyoviy o'g'itlar, sintetik yuvish vositalari, metallurgiya, neft va gazni qayta ishlash sanoatlarining barchasi kimyoviy sanoat bilan chambarchas bog'liqligini hisobga olsak, kimyoviy moddalar ishlab chiqarish va ularni sanoat miqyosida turli sohalarga yetkazib berish qanchalik muhimligini his etish mumkin. Kimyo fanini o'qitishdan maqsad, tabiatning mazmun-mohiyati, kimyoviy elementlar va ular birikmalarining tuzilishi, olinishi va xossalari haqida, kimyoviy elementlar davriy sistemasi va davriy qonunga asoslangan holda, nazariy kimyoning asosiy tushunchalari haqida hozirgi zamon ma'lumotlaridan foydalanib bilim berish va talabalarda mantiqiy va amaliy ko'nikmalar hosil qilishdan iborat.

Fanni o'zlashtirgan bakalavr Kimyoning to'qimachilik va yengil sanoatdagi ahamiyati, asosiy qonunlari, boshqa fanlar bilan bog'liqligi, elementlar, moddalar va sistemalarning zamonaviy talqini, noorganik moddalarning sinflarini; kimyoviy bog'lanish va ularning turlarini, kovalent bog'lar nazariyasi, kimyoviy reaksiyalar tezligi, kimyoviy muvozanatni, fizik-kimyoviy jarayonlarning energetikasi, termokimyoy, elektrolit va noelektrolit eritmalarning xossalari, tuzlarning gidrolizi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini, galvanik elementlar va elektroliz

jarayonlarini, organik kimyo tushunchasi, organik birikmalarni zamonaviy nomenklatura asosida nomlashni, sinflanishi, organik birikmalarning tuzilishi, ularning xossalari va reaksiya qobiliyati, organik birikmalarni sintez qilishning zamonaviy usullari haqida keng tasavvurga ega bo'ladi, kimyoviy birikmalarning to'qimachilik, yengil sanoatda va boshqa sohalarda qo'llanishini biladi va ulardan foydalana oladi. O'zbekistonda Kimyo fani yangiliklarini bayon etish uchun **“O'zbekiston kimyo jurnali”, “Tabiiy birikmalar kimyosi”, ”O'zbekiston fanlar akademiyasi ma'ruzalari”, ”Farmatsevtika jurnali” ,“Kimyo va texnologiya”** kabi ilmiy jurnallar chop etiladi. Ayni paytda kimyo sohasida fundamental ilmiy tekshiruv ishlari qator institutlarda, jumladan **O'zbekiston milliy universiteti Kimyo fakulteti, O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, O'simlik moddalari kimyosi instituti, Bioorganik kimyo instituti, Polimerlar fizikasi va kimyosi instituti** va boshqalarda olib borilmoqda.

Ushbu o'quv qo'llanma talabalarning Kimyo fanidan bilim olishlari uchun soda va ravon tilde, illyustrasiyalarga boy qilib yozildi. Bu albatta talabalarda katta qiziqish yug'otadi va Kimyo fanidan yaxshi bilim olishlariga ko'mak beradi. O'quv qo'llanmani yozishda qator adabiyotlardan tashqari IT texnologiyalariga asoslangan xolda dasturlardan va turli internet manbaalaridan foydalanildi.

O'quv qo'llanmaning I va III BOBlari - F.Hoshimov tomonidan, II-BOB - F.F.Hoshimov, A.S.Arislanov, N.N.Tursunovlar xamkorligida, IV-BOB - F.F.Hoshimov, N.N.Tursunovlar xamkorligida yozilgan.

## I-BOB. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI, MODDALAR VA ULARNING TUZILISHI.

### 1.1. Kimyo fanining obyekti, predmeti va mazmuni.

Kimyo fani moddalarni va ular asosidagi o'zgarishlarni chuqur o'rganadi. Kimyoning mustaqil fan sifatida o'rganilayotganiga 200 yildan ortiq vaqt o'tdi. *Chymeia* — so'zi quyish, tindirish ma'nosini beradi. Bu so'z qadimgi sharq tabib-farmatsevtlari, alkimyogarlari tomonidan o'simliklar asosida dori moddalarini tayyorlash jarayonlarida tilga olingan. Boshqacha fikrlarga ko'ra, alkimyo so'zining ildizi «khem» yoki «chemi» balki «chima» — «qora tuproq» yoki «qora yurt» ma'nosini anglatgan. Qadimgi Misrda kimyogarlari oltin oladigan ustalar deb yuritilgan. Ularni rudalardan turli metallar oladigan sehrgarlar deb ataganlar. Qadimda kimyogarlari o'z faoliyatlarini yer boyliklarini o'rganishga (lotincha *humus*— yer) bag'ishlaganlar. Shuning uchun ham kimyo yer to'g'risidagi san'at deb qaralgan. Kimyogar esa yerdan turli metallar oladigan san'atkor deb hisoblangan.

Insonlar juda qadimdan oltin, kumush, mis, temir kabi metallarni ajratib olishni bilganlar. Ular tomonidan musallas, sirka, dori-darmon olish, teri oshlash, matolarni bo'yash, bo'yoqlar tayyorlash, shisha pishirish, kulolchilik hunarlari kimyoviy elementlar o'zgarishi va kimyoviy jarayonlar asosida shakllangan. Ammo nazariy kimyo avval grek faylasuflari asarlarida, keyinchalik arab kimyogarlari sarlarida paydo bo'la boshladi. Arab olimlari va kimyogarlari amaliy kimyoni keng rivojlantirdilar. Ulardan Jobir ibn Xayyon, Muhammad Zakariyo ar-Roziy, o'zbek olimlaridan Abu Rayxon Beruniy, Muhammad al-Xorazmiy, Abu Ali ibn Sino butun dunyoga tanilgan olimlar hisoblanadi. Ular turli minerallar, kimyoviy moddalar, o'simliklar asosidagi turli ajratmalar va hayvonlar mahsulotini ajrata bilishgan va o'z asarlarida haydash, ajratish, kristallash va boshqa olinishini usullarini bayon etganlar.



**1-rasm. Muhammad Zakariyo ar-Roziy, Abu Rayxon Beruniy, Abu Ali ibn Sino**

Hozirda moddalar juda ko'p bo'lib, hozirgi paytda olimlarga o'n to'rt mln. organik va yuz mingdan ortiq anorganik moddalar ma'lum.

Kimyoning eng muhim vazifasi - oldindan belgilangan xossali moddalar olish va shu asosda sanoat ishlab chiqarishni jadallashtirish, kimyoviy o'zgarishlarning chiqindisiz texnologiyasini yaratishdir. Fanning yana bir muhim vazifasi kimyoviy o'zgarishlarda ajrab chiqadigan energiyadan foydalanishdir. Shuni alohida ta'kidlab o'tish lozimki, moddalarda bo'ladigin har qanday kimyoviy o'zgarishlar energiya o'zgarishi bilan sodir bo'ladi.

Kimyo fanining asosiy maqsadi - tabiatdagi mavjud kimyoviy moddalar tarkibini o'rganish, ularni jamiyatga foydali yoki foydasiz bo'lgan tomonlarini tekshirish, yana bizga begona, hozirga qadar olinmagan moddarni yangi xossalari haqida ma'lumotlar to'plashdan iborat.

Tabiatdagi barcha narsalar: suv, havo, quyosh, yulduzlar, sayyoralar va boshqalar har xil moddalardan iborat bo'lib, bu moddalarning hammasi materiya`ning turli ko'rinishlaridir.

Materiya dualistik tabiatga ega xisoblanib – modda va maydondan tashkil topgan. Ular doimo bir-biriga aylanib turadi.

Borliqda maydon moddadan ko'p! Materiya doimo harakatda bo'ladi. Harakat materiya'ning mavjudlik formasidir. Materiya bizning ongimizdan tashqarida mavjuddir. Materiyaning o'zgarishi, murakkablanishi, takomillashishi natijasida noorganik moddalardan organik moddalar, tirik jismlar kelib chiqqan va fikr yuritish, anglash qobilyatiga ega bo'lgan mavjudotlar vujudga kelgan. Mavjudotlardagi ong miya'ning mahsulidir. Materiyaning ma'lum sharoitda o'zgarmas fizik xossalarga ega bo'lgan ayrim bo'lagi modda deb ataladi.

Suv, qand, temir, ammiak va boshqalar shunday moddalardandir. Moddalarda ham turli o'zgarishlar bo'ladi. Ba'zan moddalarda shunday o'zgarish bo'ladiki, buning oqibatida u boshqa moddalarga aylanadi va bunday o'zgarish kimyoviy jarayon deyiladi. Bizga ma'lum bo'lgan barcha moddalar birinchi navbatda quyidagi 4 ta guruhga bo'linadi:

1. Elementar zarrachalar (elektron, proton, neytron).
2. Oddiy moddalar (Ge, O<sub>2</sub>, Cu, Al).
3. Murakkab moddalar (H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl ...).
4. Aralashmalar (havo, tuproq va suv).

Jismlar turli moddalardan tuzilgan bo'ladi. Moddalar o'z xossalari jihatidan bir-biridan farq qiladi, moddalarning xossalarini esa amaliy tajribalar, sezgi organlarimiz va tafakkurimiz yordami bilangina bila olamiz. Moddalarning ichki bog'lanishlarini ham mantiqiy fikr yuritish va tajriba o'tkazish yo'li bilan bilamiz.

Turli moddalarni shu moddalarga xos xususiyatlar bilan ta'riflaymiz. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki Kimyo fani moddalarning tarkibini, xossalarini va boshqa moddalarga aylanishini tekshiradi.

Hozirgi davrda hayotni Kimyosiz tasavvur etib bo'lmaydi. Kimyo sanoati hozirgi vaqtda keng ko'lamda rivojlanmoqda, natijada uning yordamida kerakli bo'lgan kimyoviy har xil mahsulotlar olishga muyassar bo'linyapti, jumladan: plastmassa, sun'iy tola va yoqilg'i, bo'yoqlar, dorilar va boshqa qo'shimcha qiymatli moddalar ishlab chiqarilayapti.

Xozirgi davrda jamiyat oldidagi eng muhim vazifalardan biri atrof-muhitni va odamlarning salomatligini ishlab chiqarish faoliyati sababli paydo bo'ladigan zararli ta'sirlardan muhofaza qilish bo'lib qoldi. Shuning uchun, atrof-muhitni muhofaza qilish to'g'risidagi muhim ahamiyatga ega bo'lgan qonunlar qabul qilindi. O'zbekistonning bir nechta shaharlarida kimyoviy zavodlar mavjud bo'lib, mamlakatimiz uchun o'ta kerakli bo'lgan azotli, kaliyli va fosforli o'g'itlar, murakkab mikro va makroo'g'itlar, plastmassalar, yoqilg'ilar, qurilish materiallari, o'simliklarni himoya qilish vositalari, maishiy kimyo vositalari va boshqa maxsulotlar ishlab chiqarmoqda.

Kimyo fani yutuqlari tufayli O'zbekistonning iqtisodiy boyligi, xom-ashyosi hisoblangan paxta, neft, gaz, o'simlik va boshqa mahsulotlardan ko'p miqdorda turli xil moddalar olishga muvaffaq bo'lindi.

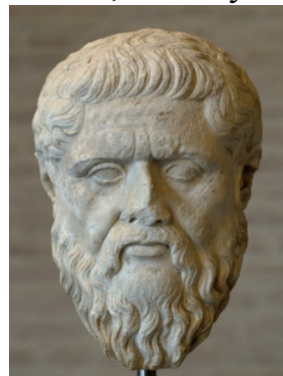
Hozirgi vaqtda Kimyo fani bir qancha turlarga bo'linadi. Jumladan; Noorganik kimyo, Organik kimyo, Bioorganik kimyo, Fizik kimyo, Kolloid kimyo, Analitik kimyo, Polimerlar kimyosi, Tabiiy Birikmalar kimyosi, Kvant kimyosi, Tibbiyot kimyosi, Oziq-ovqat kimyosi, Farmasevtik kimyo, Radiokimyo, Yadro kimyosi, Nanokimyo, Geokimyo, Astrokimyo, Mexanokimyo, Supramolekulyar kimyo, Qattiq jism kimyosi, Kimyoviy texnologiya va boshqa bo'limlariga ajraladi. Ular ichida nomutaxassis texnologiya yo'nalishlari talabalari uchun Kimyo fani predmeti bo'lib, u fan sifatida Kimyo to'g'risidagi dastlabki tushunchalarni, uning umumiy qonuniyatlari haqida ma'lumot va bilimlarni beradi.

Shuningdek, kimyoviy elementlar atomlarining tuzilishi, ularni kimyoviy va fizikaviy xossalari to'g'risida atroflicha to'xtalib o'tadi. Kimyo fani boshqa tabiiy fanlar bilan bevosita bog'langan. Chunki Kimyo fani orqali barcha jarayonlar borishining kimyoviy qonuniyatlari tushuniladi.

Biz ongimizdan tashqarida mavjud bo'lgan materiya'ni, borliqni o'rganamiz, aqlimiz, tajribamiz bilan ixtiyorimizda bo'lgan fan va texnika vositalari, turli asboblarni yordamida tabiat qonunlarini kashf etamiz va tabiat sirlarini o'rganamiz. Inson qadim zamonlardan beri kimyoviy ishlab chiqarish

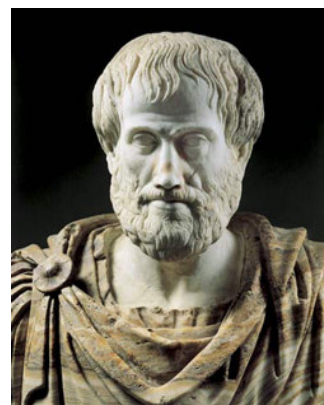
bilan shug'ullangan. Kimyoviy ishlab chiqarish Hindistonda, Xitoyda, ayniqsa, qadimgi dunyoning madaniy markazi bo'lgan Yaqin Sharq va Misrda taraqqiy etgan.

Eramizdan uch asr ilgari yashagan faylasuf Aflotunning shogirdi Arastu (384-322 yillar) moddalar bitta asosiy materiyadan tuzilgan to'rtta xossa - sovuqlik, issiqlik, namlik, quruqlikning asosiy materiyaga har xil nisbatda birikishidan to'rtta element - havo, suv tuproq va olov paydo bo'ladi degan fikrni ilgari surdi.



**2-rasm. Платон**

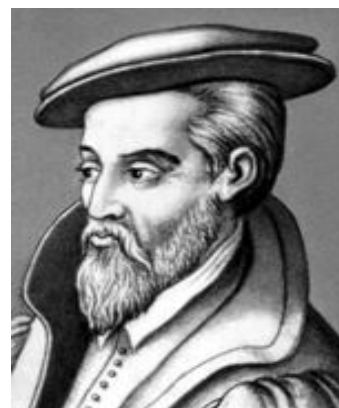
Arastu ta'limotiga ko'ra, asosiy materiyaga namlik va sovuqlik qo'shilsa - suv, issiqlik va namlik qo'shilsa - havo, issiqlik va quruqlik qo'shilsa - olov, namlik va quruqlik qo'shilsa - tuproq hosil bo'ladi. Bu elementlarni bir-biriga aylantirish mumkin. Boshqa davlatlarda ham turli kimyoviy ishlab chiqarishlar qadimdan mustaqil ravishda taraqqiy etib keldi va qisman Vizantiya orqali Sharq bilan aloqada bo'lgan. Metallurgiya sanoatining taraqqiyoti ham fan oldiga yangidan-yangi vazifani qo'ydi.



**3-rasm. Аристотел**

Bu sohaning mashhur mutaxassisi Agrikola metallar va metallurgiya haqidagi o'sha davrga qadar bo'lgan barcha ma'lumotlarni to'plab ko'pgina kashfiyotlar qilishga erishdi.

XVII asrda yashagan irland olimi Robert Boyle (1627-1691) Arastuchilikni rad etdi. Murakkab moddalar parchalanganda hosil bo'lgan eng oddiy moddalarni *element* deb atadi va elementning haqiqiy ma'nosini birinchi bo'lib fanga kiritdi. Robert Boyle kimyoviy



**4-rasm. Агрикола**

tajribalarga, ya'ni analiz va sintez masalalariga katta ahamiyat berdi, kimyoviy jarayonlarni kuzatish orqali kimyo qonuniyatlarini topish mumkin degan fikrni ilgari surdi.

XVIII asrning boshlarida nemis olimi Shtal yonish, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini izohlash uchun Flogiston nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra - "metall yondiriganda yoki qizdirilganda undan Flogiston ajralib chiqadi, metalning o'zi zangga aylanadi, Flogiston yengillik beradi, shu sababli metaldan Flogiston ajralib chiqqanda metall zangi og'irlashadi".



**5-rasm. Robert Boyle**

Kimyo fani har doimo muhim ahamiyatga ega bo'lib keldi. U kun sayin yangi kashfiyotlar bilan boyib bormoqda. Kimyo sanoati sintetik kauchuk, plastmassa, sun'iy tola, sun'iy yoqilg'i, bo'yoqlar, dorilar va shunga o'xshash moddalar ishlab chiqaradi. Qishloq xo'jaligida mineral o'g'itlar va o'simliklarni zararkunandalardan, turli kasalliklardan himoya qiluvchi kimyoviy vositalar keng qo'lamda ishlatilmoqda. Kimyoviy usullar yordamida mamlakatimiz sanoatining asosi bo'lgan metallar



**6-rasm. G.E.Shtall**

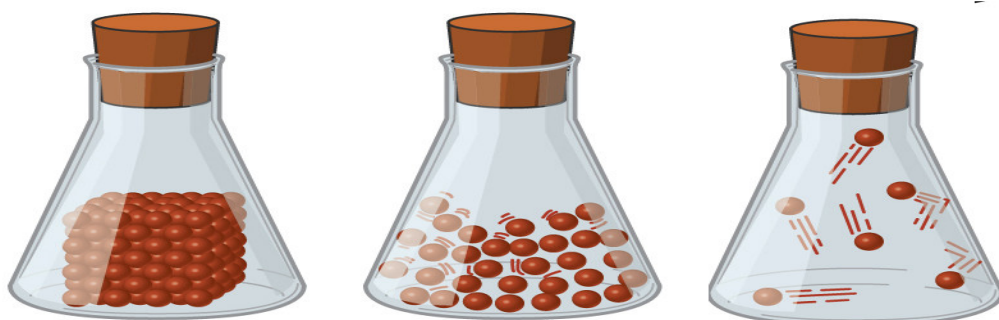
olinadi, ularni korroziyadan ximoya qilinadi, asosiy kimyo sanoatining mahsulotlari kislotalar, ishqorlar, tuzlar ishlab chiqariladi. Kimyoning imkoniyatlari keng qamrovlidir. Faqat neftning o'zidan 20 mingdan ortiq, toshko'mirdan esa bundan ham ko'p organik moddalar olish mumkin. Turli-tuman xalq iste'mol mollarini keng ko'lamda ishlab chiqarish uchun ham Kimyoning ahamiyati benihoya kattadir. Hozirning o'zida Kimyo sanoati 50 mingdan ortiq nomda turli mahsulot ishlab chiqarmoqda. Kimyo tabiat va jamiyat rivojlanishining umumiy qonunlarini tushuntirib berdi.

Demak, tabiatni kimyosiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Jamiki jonsiz va jonli mavjudotning tarkibi kimyoviy moddalardan tashkil topgan. Kimyo fanini o'rganmay turib turli xil ishlab chiqarish korxonalarining ish faoliyatini anglab yetmaymiz. Birgina nafas olishimiz ham kimyoviy jarayon.

Tabiatda hamma jismlar moddalardan tashkil topgan. Har bir modda aniq fizikaviy va kimyoviy xossalarga ega.

**Moddaning fizikaviy xossasiga** – agregat holati, zichligi, eruvchanligi, suyuqlanish temperaturasi ( $t_c$ ), qaynash temperaturasi ( $t_q$ ), rangi, ta'mi, hidi va boshqalar kiradi.

Odatdagi sharoitda moddalar uch xil agregat holatda mavjud bo'ladi: qattiq, suyuq, gaz(gazsimon). Masalan: osh tuzi ( $\text{NaCl}$ ), ko'mir ( $\text{C}$ ), mis ( $\text{Cu}$ ), shakar ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) – qattiq; suv ( $\text{H}_2\text{O}$ ), spirt ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), benzol ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), nitrat kislota ( $\text{HNO}_3$ ) – suyuq; havo ( $\text{O}_2, \text{N}_2$ ), karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), vodorod xlorid ( $\text{HCl}$ ) – gaz moddalardir. Sharoit o'zgarganda (masalan, temperatura yoki bosim...) moddaning asosiy agregat holati o'zgaradi. Suyuq suv  $100^\circ\text{C}$  da (qaynash temperaturasi) bug` holiga o'tadi (gaz holati),  $0^\circ\text{C}$  da (suyuqlanish temperaturasi) muzga aylanadi (qattiq holati). Moddaning agregat holatini o'zgarishi – bu fizikaviy hodisalarga misoldir.



7-rasm. Moddalarning qattiq, suyuq va gaz agregat holatlari

Moddaning shakli yoki agregat holatining o'zgarishi natijasida yangi moddalar hosil bo'lmaydigan hodisalarga **fizikaviy hodisalar** deyiladi.

Moddaning o'zgarishi natijasida yangi moddalar hosil bo'ladigan hodisalarga **kimyoviy hodisalar** deyiladi.

**Moddaning kimyoviy xossasi** - bu ayni moddaning boshqa moddaga aylanish qobiliyatidir.

**Oddiy modda**-kimyoviy elementning erkin holda mavjud bo'la oladigan turi. Bunday modda faqat bir elementdan tuzilgan bo'lib, ularning soni 400 dan ortiq.

**Murakkab moddalar yoki kimyoviy birikmalar** - o'zaro mahlum nisbatlarda birikkan ikki yoki bir necha elementdan iborat.

Moddaning kimyoviy jihatdan bo'linmaydigan eng kichik zarrachasi - **atom** deb ataladi.

**Kimyoviy element** – bu yadrosining musbat zaryadi bir xil bo'lgan atomlarning muayyan turidir.

Yadrosi aniq protonlar va neytronlar soniga ega atom **nuklid** deyiladi. Yadrodagi protonlar va neytronlarning umumiy soni **massa soni** deb yuritiladi. Element yadrosidagi neytronlar va protonlar sonidan farq qilishi mumkin. Masalan, vodorod izotoplari protiy ( ${}^1_1H$ )da bitta proton, bitta elektron bo'lib, neytron yo'q. Deyteriy ( ${}^2_1D$ ) izotopida bittadan proton, elektron hamda neytron mavjud. Tritiy ( ${}^3_1T$ ) izotopida esa bitta proton, ikkita neytron hamda bitta elektron mavjuddir. Bu atomlarning barchasi bitta kimyoviy element vodorod elementini bildiradi.

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

Ko'pchilik kimyoviy elementlar tuzilishi va xossalari turlicha bo'lgan bir necha oddiy moddalar hosil qiladi. Bu hodisa **allotropiya**, hosil bo'ladigan moddalar esa – **allotropik shakl o'zgarishlar yoki modifikatsiyalar** deyiladi. Masalan, kislorod elementi ikkita allotropik modifikatsiya – kislorod ( $O_2$ ) bilan ozon ( $O_3$ )ni, uglerod elementi – to'rtta: olmos, grafit, karbin hamda fullerin kabi allotropik modifikatsiyalarni hosil qiladi. Allotropiya hodisasining ikkita sababi bor: 1)

molekuladagi atomlar soni-ning turlichaligi (masalan, kislorod O<sub>2</sub> va ozon O<sub>3</sub>); 2) turli xil kristall shakllarning hosil bo'lishi (masalan, olmos, grafit va karbin).

**Massaning atom birligi** qiymat jihatidan 1 a.m.b. =  $m(^{12}\text{C})/12 = 1,66067 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,66067 \cdot 10^{-24} \text{ g}$  ga teng. Atomning uglerod birliklarida ifodalangan massasi **atom massasi** deyiladi. 1 ta uglerod atomining massasi  $1,993 \cdot 10^{-23} \text{ g}$  ga teng. **“Uglerod birligi”** deb, uglerod atomining massasi 12 bo'lgan izotopi massasining 1/12 qismiga teng bo'lgan massa miqdoriga aytiladi.

Bu tushunchaga asosan:

$$\text{Nisb. atom massa } (A) = \frac{\text{El-t atoining massasi}}{^{12}\text{C atom massasi } 1/12 \text{ qismi}}$$

“Uglerod birligi” bo'yicha vodorod (H) atomining massasi 1,0078 u.b. ga teng bo'lib, bu qiymatning mahnosi 1 ta H atomining massasi uglerod atomi massasi-ning 1/12 qismiga nisbatan 1,0078 marta katta demakdir.

$$A_r(\text{H}) = \frac{1,674 \cdot 10^{-24}}{1,993 \cdot 10^{-23} \cdot 1/12} = 1,0078 \quad A_r(\text{O}) = \frac{2,667 \cdot 10^{-23}}{1,993 \cdot 10^{-23} \cdot 1/12} = 15,9994$$

Har qanday elementning **nisbiy atom massasi** deb, son jihatdan uning atom massasiga teng bo'lib, uglerod birliklarida ifodalangan og'irligiga aytiladi. 1 dona atomning haqiqiy massasini aniqlash uchun nisbiy atom massani C massaning atom birligiga ko'paytirish kerak. Ya'ni,  $m_0 = A_r \cdot \text{m.a.b}$

Moddaniing **nisbiy molekulyar massasi** deb, son jihatdan har qanday modda molekulasining massasiga teng bo'lib, uglerod birliklarida ifodalangan og'irligiga aytiladi. Molekulyar massa ham  $^{12}\text{C}$  – atomining 1/12 qismiga nisbatan o'lchanganligi uchun “nisbiy molekulyar massa” deyiladi va  $M_r$  – holda belgilanadi. Masalan,  $M_r(\text{O}_2) = 32$  u.b. yoki 32 g/mol,  $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  u.b. yoki 98 g/mol va hokazo.

**Mol** deb, moddaniing  $^{12}\text{C}$  izotopining  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta C – atomlari soniga teng zarracha (molekula, atom, ion) saqlagan miqdoriga aytiladi. Masalan, nitrat kislotaning molekulyar og'irligi 63 u.b. ga teng. Kislotaning 1 moli 63 grammga

teng bo'ladi. Massa kilo-grammlarda (grammlarda), modda miqdori esa – mollarda ifodalanadi. Moddaning massasi ( $m$ , g), moddaning miqdori ( $n$ , mol) va molyar massa ( $Mr$ , g/mol) orasida oddiy nisbatlar bor:

$$m = n \cdot Mr \quad n = \frac{m}{Mr} \quad Mr = \frac{m}{n}$$

Shu formulalardan modda muayyan miqdorining massasini hisoblab topish, yoki moddaning ma'lum massasidagi mollar sonini aniqlash yoxud moddaning massasini oson topish mumkin.

Bir moddaning boshqa moddaga aylanishiga kimyoviy reaksiyalar yoki kimyoviy hodisalar deyiladi. Kimyoviy reaksiya natijasida hamma vaqt yangi moddalar hosil bo'ladi.

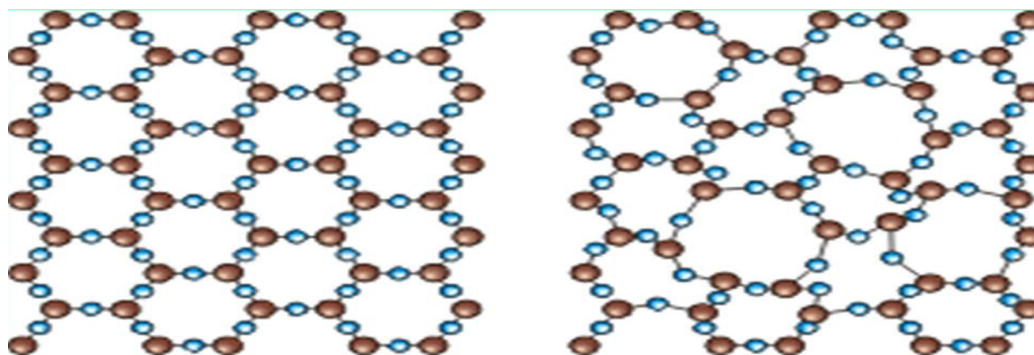
Kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalarga **reagentlar**, kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalarga **reaksiya mahsulotlari** deyiladi. Masalan, vodorod yodid salgina qizdirilganda ( $t^0$ ) vodorod va yodga aylanadi:



**Moddalarning qattiq holati.** Atomlar, molekulalar va ionlar moddalarning eng oddiy va sodda tuzilishga ega bo'lgan to'plamlaridir. Odatdagi sharoitda bunday zarrachalar alohida holatda mavjud emas. Kimyoviy jarayonlarda moddaning qattiq, suyuq va gazlardan iborat tashkiliy tuzilmalari, ya'ni agregat holatlari ishtirok etadi. Ana shu tashkiliy tuzilmalar tarkibida atomlar, molekulalar va ionlardan iborat bo'ladi.

Tabiati jihatidan bu agregat holatlar modda tarkibidagi elektronlarga u yoki bu jihatdan bog'liqdir. Moddalarning turli agregat holatda bo'lishi ularning tarkibidagi zarrachalarning turli ta'sirlanishi tufayli yuzaga keladi. Moddaning agregat holatlaridagi o'zgarishlarda uning steoxeometrik tarkibi o'zgarmaydi, lekin modda tarkibida strukturaviy o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Moddalarning qattiq holati **amorf** yoki **kristall** ko`rinishda bo`lishi mumkin.



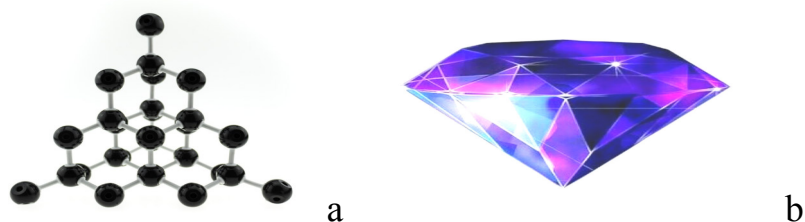
**8-rasm. Moddalarning kristall va amorf tuzulishi**

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

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

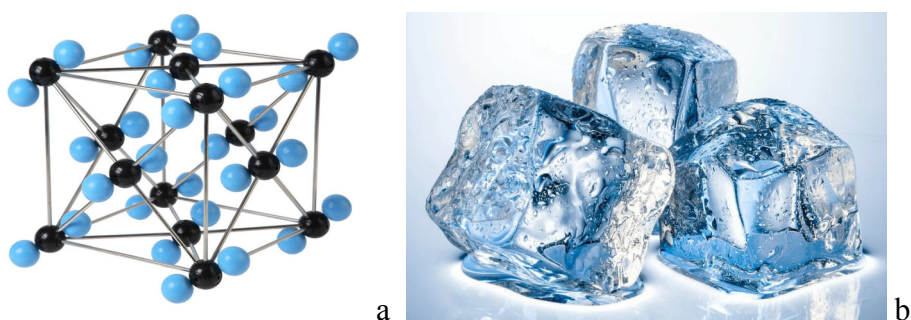
Kristall panjara tugunlarida qanday zarrachalar turganligiga qarab kristallarning 4 xil turi ma`lum: atom, molekular, ionli va metall kristall panjara turlari uchraydi.

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



**9-rasm. Atom kristall panjara (a) va olmos (b)**

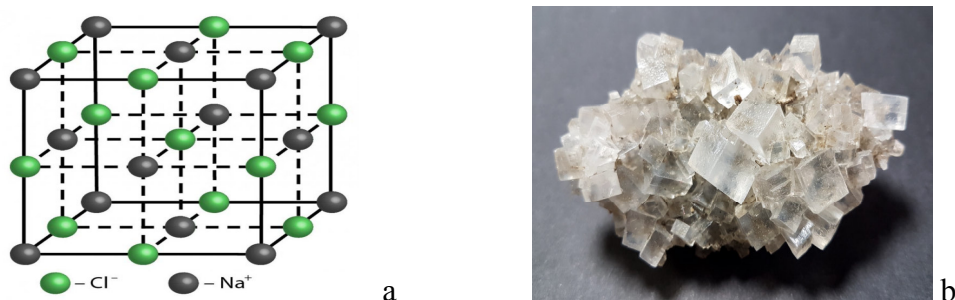
**Molekular kristall panjarali moddalar** tugunlari alohida qutbsiz yoki qutbli kovalent bog`lanishli molekulalardan tashkil topgan. Odatda bunday kristall panjarali moddalar past haroratda qattiq holatga o`tadi. Ularga deyarli barcha organik moddalar, ko`pgina noorganik moddalar ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , nodir gazlar, oq fosfor, oltingugurt va kislorod allotropik shakl ozgarishlari va boshqalar) kiradi. Molekulyar kristallar shakli turlicha bo`ladi. Masalan, vodorod va geliy kristallari geksagonal holatda joylashgan. Argon va yodning kristallari bo`lsa hajmi markazlashgan kub panjaraga ega. Molekular kristall panjarali moddalar qatoriga sublimatsiyalanadigan qattiq moddalar yod,  $\text{CO}_2$ , naftalinni ham kiritish mumkin. Bunday birikmalar past haroratda qaynaydi yoki suyuqlanadi. Ularning kimyoviy bog`lanish energiyasi yuqori, bog` barqaror bo`ladi. Bunday tuzilishga ega moddalar suvda kam yoki yomon eriydi. Lekin organik erituvchilarda yaxshi erish xossasiga ega bo`ladi.



**10-rasm. Molekulyar kristall panjara (a) va muz (b)**

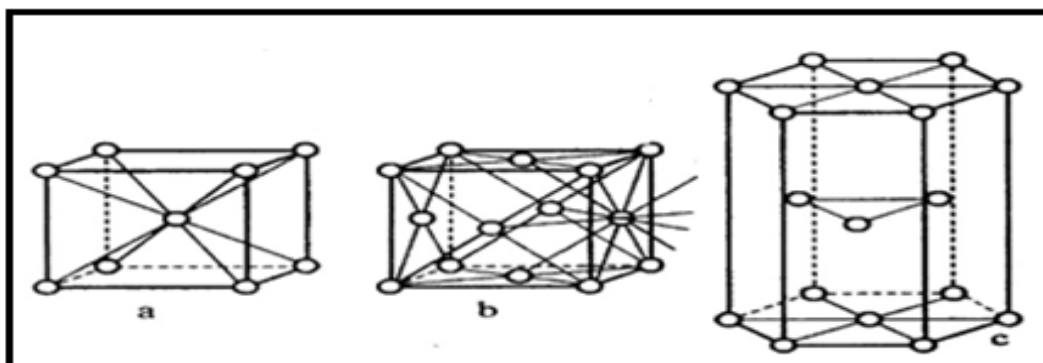
**Ionli kristall panjarali moddalar** qatoriga kristall tugunlari kation va aniondan tashkil topgan moddalarni olish mumkin. Bu holatda har bir ionni teskari ishorali ionlar o`rab oladi. Masalan, osh tuzi ionli kristall panjara hosil qiladi. Har bir natriy ioni atrofida teskari ishorali 6 ta xlor ioni joylashgan. Osh tuzi kristallari

hosil bo`lishida tugunlarda molekular mavjud emas. Osh tuzi kristallari o`zaro bir butun katta kristall hosil qilib polimer tuzilishga ega. Ionli kristall panjarali moddalar qatoriga tuzlar, oksidlar, ishqorlar, metall va metalmaslardan tuzilgan moddalar kirishi mumkin. Odatda bunday moddalar qattiq holatda, yuqori haroratda suyuqlanadi, suvda oson eriydi. Eritmalari va suyuqlanmalari elektr tokini yaxshi o`tkazib, dissotsilanish darajasi yuqori bo`ladi.



**11-rasm. Ion kristall panjara (a) va NaCl tabiiy ko`rinishi (b)**

**Metall kristall panjara hosil qiladigan moddalar** qatoriga barcha metallar kiradi. Odatda simobdan tashqari barcha metallar qattiq moddalardir. Metallarda kimyoviy bog`lanishning alohida turi mavjudligi sababli kristall panjara tugunlarida metall ionlari joylashgan. Metall ionlari umumiy “daydi” elektronlar bilan bog`langan. Metallarning yuqori elektr va issiqlik o`tkazuvchanligi, qattiqligi, bolg`alanishi, sim va pardalar hosil qilishi, metalldagi “daydi” elektronlarga va metall bog`lanishning o`ziga xos taraflariga bog`liqdir.

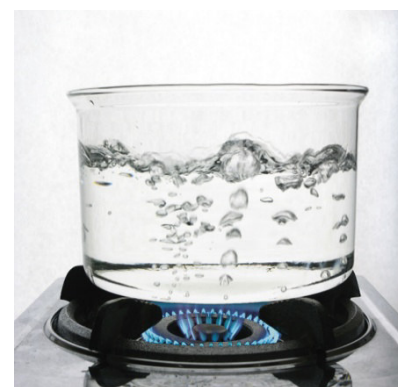


**12- rasm. Metallar kristall panjaralarining asosiy turlari**

Metallarning strukturalari bir necha xil holatda bo`lishi mumkin. Hajmi markazlashgan kub panjaralar (6-rasm.a) litiy, natriy, kaliy, xrom, molibden,

volfram, vanadiyda metallarning strukturasi kuzatiladi. Bu metallar uchun koordinatsion son 8 ga teng. Magniy, berilliy, rux, titan, kobalt, ruteniy, osmiy kabi metallar uchun geksagonal panjara (6-rasm.c) taaluqlidir. Bundan tashqari ba'zi metallarda yoqlari markazlashgan kub panjara (6-rasm.b.) ham uchraydi. Bunday metallar jumlasiga aluminiy, mis, kumush, oltin, temir, kobalt va nikel, palladiy, platina kiradi.

**Suyuqliklar tuzilishi.** Suyuqliklar uchun eng muhim xossalardan biri ularning oqishi va suyuqlik solingan idish shaklini olishi hisoblanadi. Gazlardan farq qilib, suyuqlik bosimini o'zgarishi suyuqlik hajmini o'zgartirmaydi. Suyuqliklar uchun "siqiluvchanlik" xos emas. Suyuqliklar "oqish" xossasiga ega. Har qanday suyuqlik gazsimon holatga o'tkazilishi mumkin. Har bir suyuqlik tarkibi va tuzilishiga mos ravishda ma'lum qaynash haroratiga ega bo'ladi. Masalan, suv 101,325 kPa bosimda 100 °C qaynaydi (13-rasm). Harorat pasayishi bilan suyuqliklar qattiq holatga o'tadi. Suv 0°C da muzlaydi.

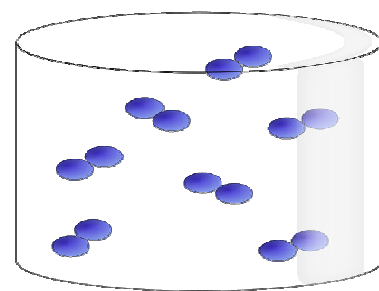


**13-rasm. 100 °C da suv qaynash jarayoni**

Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tishida sarflangan harorat, suyuqlanish harorati deyiladi. Suyuqliklardagi zarrachalarning joylanishidagi tartib qattiq moddalarning joylashishidagi tartibga o'xshash bo'ladi. Masalan, suvning strukturasi muznikiga o'xshaydi. Har bir suv molekulasini to'rtta boshqa molekula o'rab turadi.

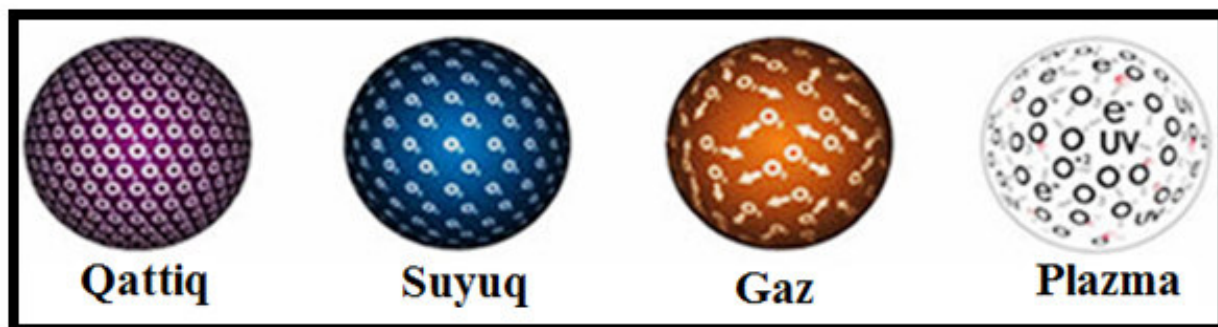
Suyuqlik tuzilishi o'zgaruvchan bo'lib, ayni qattiq moddaning tuzilishi bo'lsa o'zgarmaydi. Suyuqliklar agregat holati va xossalari bo'yicha gazlar va qattiq moddalar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Shuning uchun ham ular ma'lum hajmga ega bo'lgani holda shaklga ega emas. Suyuq holdagi moddalarning tuzilishi, diffuziyasi, qovushoqligi, to'yingan bug' bosimi, nur sindirish ko'rsatkichi, zichligi, optik zichligi kabi kattaliklar moddaning kimyoviy tarkibi va suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'siriga bog'liqdir.

**Moddalarning gaz va boshqa holatlari.** Moddalarning gazsimon holatida molekulari yoki atomlari erkin harakatlana oladi. Bunday holatda gazlar ma'lum shaklga ega emas. Gazlar qaysi idishga solinsa o'sha idishni to'ldiradi (8-rasm).



**14-rasm. Gazlar idish hajmini egallaydi**

Har bir gazning holati uning harorati, bosimi va hajmi bilan tavsiflanadi. Gazsimon holatda molekularning kinetik energiyasi yuqori, ular siyrak va betartib joylashgan. Gazlarning molekulari orasidagi masofa bosim ta'siri ostida o'zgartirilishi mumkin. Shuning uchun ham, bosim ostida haroratni pasaytirib gazlarni suyultirish mumkin bo'ladi. Bu usul bilan texnikada havo tarkibidagi gazlarni rektifikatsiyalab tarkibiy qismlarga ajratiladi. Gazlarning eng muhim xususiyatlaridan biri ularning diffuziyalanishidir. Chunki ikkita gaz qo'shilsa ular bir-biriga o'z-o'zidan aralashib ketadi.



**15-rasm. Moddalarning agregat xolatlari**

Agar moddani qizdirish orqali harorati ming, yuzming, hatto million  $^{\circ}\text{C}$  ga oshirilsa modda ionlashgan gaz - plazma holatiga o'tadi. Moddaning plazma holati tartibsiz harakatlanayotgan atomlar, ionlar va atom yadrolarining aralashmasidir. 10 000 - 100 000  $^{\circ}\text{C}$  dagi haroratda "**sovuq plazma**" hosil bo'ladi. Agar plazma harorati 1 000 000  $^{\circ}\text{C}$  ga yetkazilsa u "**issiq plazma**" deyiladi. Yerdagi plazma holati yashin chaqnaganda, elektr yoyida, argon, neon lampalarida, gaz g'orelkasi olovida hosil bo'ladi. Plazma holatida yulduzlar, quyosh va galaktikadagi osmon jismlarida uchraydi.

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

**Noorganik moddalar.** Noorganik moddalar ikkiga bo'linadi: oddiy moddalar va murakkab moddalar. Tarkibi faqat bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar **oddiy moddalar** deyiladi. Oddiy moddalarga misol sifatida davriy jadvaldagi barcha elementlarni olish mumkin. Masalan: K, Na, Al, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, S<sub>8</sub>, P<sub>4</sub>, C (grafit, olmos) va boshqalar. Oddiy moddalar tarkibiga ko'ra bir atomli (He, Ne, Ar, Xe, Kr), ko'p atomli (H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, S<sub>8</sub>) bo'lishi mumkin.

Oddiy moddalar ikkita guruhga bo'linadi: metallar va metallmaslar. Metall va metallmaslarni ajratish uchun 5 – element B dan 85-element At ga qarab diagonal o'tkazish kerak. Diagonalning pastida va diagonal ustidagi qo'shimcha guruhchalarda metallar joylashgan. Metallar odatdagi sharoitda (simobdan tashqari) qattiq moddalardir. Ular metall kristal panjaraga ega.

Metallmaslar odatdagi holatda gazsimon (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> va inert gazlar), suyuq (Br<sub>2</sub>) va qattiq holda (qolgan barcha metallmaslar) uchraydi. Metallmaslar qattiq holda molekular yoki atom kristall panjaralar hosil qiladi.

Bir elementning bir necha oddiy modda hosil qilish xossasi **allotropiya** deyiladi. Allotropiya hodisasining sababi oddiy modda molekulasining tarkibidagi atomlar sonining turlicha bo'lishi yoki moddaning kristall tuzilishining turlicha ekanligidir.

Masalan: O<sub>2</sub> va O<sub>3</sub> allotropik shakl o'zgarishlarga kiradi. Ular bir-biridan atomlar soni va molekula tuzilishi bilan farqlanadi. Uglerod bir necha xil allotropik shakl o'zgarishlarga ega. Uglerod olmos holatida (sp<sup>3</sup> giridlangan) fazoviy tuzilishli zanjir (tetraedrik) hosil qilgan. Uglerod grafit holatida qavat-qavat

joylashgan. Har bir uglerod atomi qo`shni uchta atom bilan bog`langan. Uglerod karbin holatida oddiy yoki qo`sh bog`lar yordamida bog`langan.

Tarkibi turli xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar **murakkab moddalar** deyiladi. Masalan, KOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va boshqalar. Barcha murakkab moddalar asosan to`rt sinfga bo`linadi: oksidlar, kislotalar, asoslar va tuzlar.

**Organik moddalar.** Organik kimyo uglerod birikmalari kimyosidir. Qadim davrlardan oq, inson jamoalari yuritgan xo`jaliklarda nafaqat mineral, balki o`simlik va hayvonlardan olinadigan moddalardan ham foydalanib kelishgan. Bu moddalar oziq-ovqat, kiyim-kechak va insoniyatning rivojlanib borishi jarayonida dori- darmon, bo`yoq, pardozi-andoz vositalari va shu kabi mahsulotlarni tayyorlash uchun ishlatilib kelingan. Insoniyatga o`simlik va hayvon mahsulotlari bo`lgan: qand, yog`-moy, efir-moylari, bo`yovchi va kayfiyatni ko`taruvchi moddalar qadim davrlardan ma`lum.

Barcha sanab o`tilgan moddalar, faqat o`simlik va hayvon hayotiy faoliyati yoki ularni qayta ishlash mahsulotlari bo`lib, shuning asosida «organik moddalar» tushunchasi paydo bo`lgan va ularni o`rganuvchi bo`lim organik kimyo deb atala boshlagan. Olimlar orasida uzoq vaqtlar organizmlar hayotiy faoliyatidan ajratib olingan moddalarning tuzilishini aniqlash va sintez qilish imkoni yo`qligi, organik moddalar alohida «hayotiy kuch» orqali vujudga keladi degan vitalistik ta`limot (*vitalis -hayotiy kuch*) shakllanib qoldi.

Hozirgi vaqtda organik kimyoni uglerod birikmalari kimyosi deb atash va organik moddalar sifatida uglerodning boshqa elementlar bilan birikmalarini tushunish qabul qilingan. Uglerodning ba`zi birikmalariga (oksidlari, karbidlari, karbonat kislota va uning tuzlari) tipik noorganik moddalar xususiyatlari xos bo`lgani uchun ular “Noorganik kimyo” kursida ko`rib chiqiladi. Organik moddalar soni millionlar bilan hisoblanadi. Organik moddalar o`simlik va hayvonlar organizmini tashkil qiluvchi asosiy material hisoblanadi. Organik moddalar noorganik moddalarga nisbatan beqarorroq, ular qizdirilganda oson o`zgaradi, ko`pchiligi yonuvchan. Ularning tarkibiga albatta uglerod va vodorod

kirganligi uchun yonish jarayonida karbonat angidrid va suv hosil bo'ladi. Organik moddalar orasidagi kimyoviy reaksiyalar noorganik moddalarga nisbatan sekinroq boradi (1-jadval).

Hozirgi vaqtda o'simlik va hayvon organizmlarida uchrovchi ko'plab moddalar (vitamin, gormon, bo'yoqlar), hamda tirik tabiatda uchramaydigan moddalar (sun'iy va sintetik tolalar, sintetik kauchuk, plastmassalar, qishloq xo'jaligi zarakunandalariga qarshi kurashh vositalari, antibiotiklar, dori-darmonlar va b.q.) sintez qilingan.

**1-jadval**

**Organik va noorganik moddalarning xossalardagi farqi**

<b>Ta'sir</b>	<b>Organik moddalar</b>	<b>Noorganik moddalar</b>
Qizdirilganda	Parchalanadi. Parchalanadi yoki Ko'mirga aylanadi.	O'zgarmaydi
Yondirilganda	CO <sub>2</sub> va suv hosil qiladi	Yonmaydi. Ayrimlari yonib turli xil moddalar hosil qiladi
Tarkibi	Albatta C kiradi	Turli xildagi atomlar kiradi
Tuzilishi	Bog` zanjiriga ko'ra to'yingan, to'yinmagan turlarga bo'linadi	Sof va birikma holatida mavjud bo'ladi.

**Molekulyar tuzulishdagi moddalar.** Molekula o'zaro bog'langan atomlar guruhidan iborat bo'lib, molekulyar tuzulishdagi moddalar bir xil molekulalardan tashkil topadi va shuning uchun, bunday moddalar o'zgarimas tarkibli bo'ladi, daltonidlar deb ham ataladi (dastlab J.Dalton ta'riflagan).

Odatda moddalar gazsimon holatda molekulyar tuzulishida bo'ladi (inert gazlar bundan mustasno). Moddalar suyuq yoki qattiq holatda bo'lganda modda zarralari orasidagi masofa nisbatan yaqinroq va ularni o'zaro ta'sirlashish kuchlari katta bo'ladi. Shu kuchlar, ularni bir-biriga bog'lab moddani suyuq yoki qattiq holatda bo'lishini ta'minlaydi.

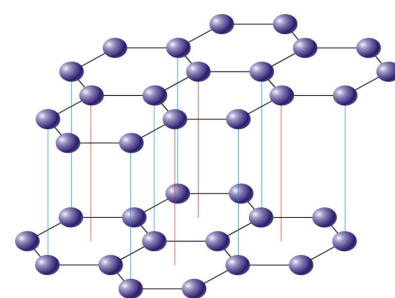
Gazsimon holatdan tashqari, 9-rasmda qattiq holatda kristall tugunlarida molekula tutuvchi moddalar ham molekulyar tuzilishdagi moddalar mavjudligi ko'rsatilgan (muz, «quruq muz»-CO<sub>2</sub>, yod, naftalin). Tugunlardagi molekular atomlar yoki ionlarga qaraganda kuchsiz bog'langan bo'lib, bu ularning uchuvchanligi va uncha yuqori bo'lmagan suyuqlanish haroratiga ega ekanliklarini izohlaydi.



**16-rasm. Molekulyar tuzilishli moddalar:** a-quruq muz, b- yod kristali, c- naftalin donachalari

**Nomolekulyar tuzilishdagi moddalar.** Nomolekulyar tuzilishdagi moddalarga, asosan, qattiq moddalar kirib, ular kristall tuzilishga ega. Ularda kristall tugunlarida molekula emas, balki atom yoki ion bo'ladi. Kristall tugunlarida atomlar joylashsa, ular yuqori suyuqlanish harorati va yuqori qattiqlikka ega bo'ladi (grafit). Kristall tugunlarida ionlar joylashsa, ular yuqori suyuqlanish haroratiga ega bo'ladi, uchuvchan bo'lmaydi (osh tuzi).

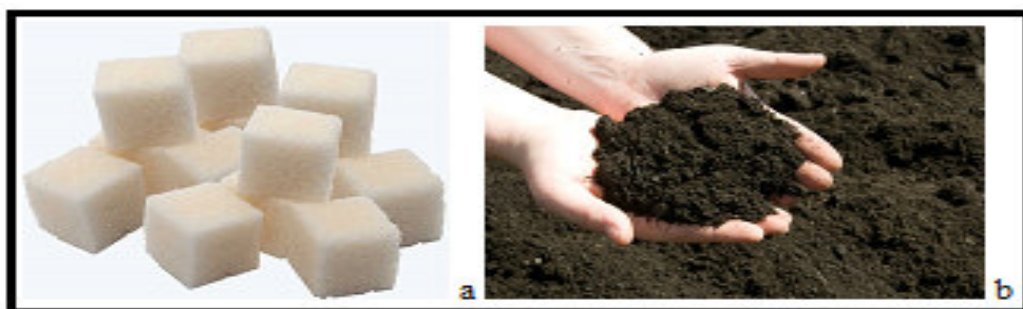
**Sof modda va aralashmalar.** Barcha moddalar toza yoki ikki va undan ortiq moddalardan tarkib topgan aralashmalarga bo'linadi. Aralashmalarni toza moddalarga ajratish mumkin, bunda tindirish, filtrlash, haydash, magnit bilan ta'sir etish, sublimatlash, xromatografiya qilish, zonali suyuqlantirish kabi bir qancha maxsus usullardan foydalaniladi.



**17-rasm. Grafit kristall panjarasi**

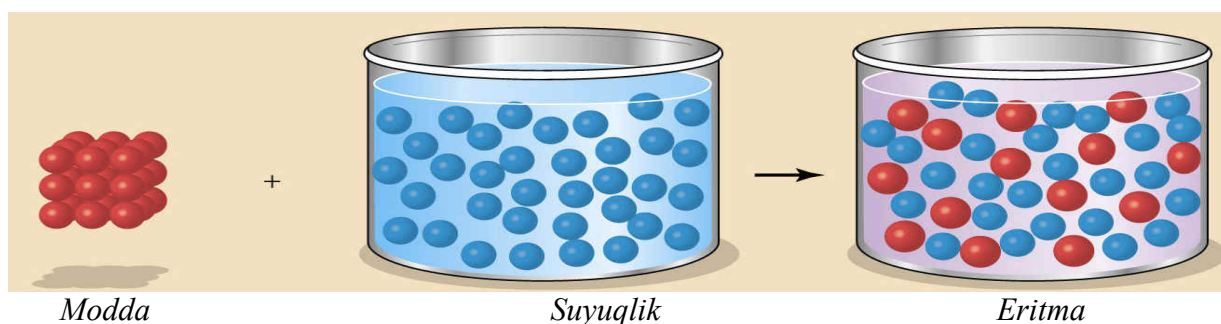
Yuqorida aytib o'tganimizdek sof modda butun hajmi bo'yicha bir xil tarkib va xossaga ega bo'ladi. Bunday modda gomogen (bir xil) deb aytiladi. Osh tuzi yoki shakarni suvda eritsak, tiniq eritma hosil bo'ladi, bu aralashma ham butun hajmi bo'yicha bir xil tarkibiy qism va xossaga ega, lekin sof moddadan farqi

tarkibiy qism miqdori o'zgarishiga qarab, xossalari ham o'zgarishidadir (bir stakan suvda 1 choy qoshiq tuz eritilsa  $-2^{\circ}\text{C}$  da, 1 osh qoshiq tuz eritilsa,  $-4^{\circ}\text{C}$  da muzlaydi). Bunday aralashmalarni gomogen aralashma deyiladi. Tuproq suvda eritilganda, loyqa hosil qiladi, bunday bir xil bo'lmagan aralashmani geterogen (har-xil) deb ataladi va ularni osongina gomogen tarkibiy qismlarga ajratish mumkin.



**18-rasm. Sof modda - shakar (a), aralashma - tuproq (b)**

**Eritmalar.** Eritmalar nisbiy miqdorlari keng oraliqda o'zgarishi mumkin bo'lgan 2 va undan ortiq komponent (tarkibiy qism) lardan tashkil topgan qattiq yoki suyuq gomogen sistemalardir.



**19-rasm. Eritmaning hosil bo'lishi**

Har qanday eritma erigan modda va erituvchidan iborat bo'lib, undagi molekula yoki ionlar baravar tarqalgan bo'ladi. Eritmada erituvchi bilan erigan moddalarni bir-biridan farqlash zarur. Odatda, erituvchi sifatida sof holda ham, eritmada ham agregat holati o'zgarmagan modda olinadi. Masalan, biror tuzning suvdagi eritmasidagi erituvchi modda suvdur. Agar 2 modda bir-birida eriguncha suyuq agregat holatda bo'lsa, eritmada miqdori ko'proq komponent erituvchi

sifatida qabul qilinadi. Suv bilan spirt eritmasida bu moddalarning qaysi biri eritmada mo'loroq bo'lsa, shuni erituvchi deb olinadi.

Eritmalar eritmada erigan modda miqdoriga ko'ra to'yingan va to'yinmagan turlariga bo'linadi. Amaliyotda ko'proq to'yinmagan eritmalardan foydalaniladi. Ularda erigan modda konsentratsiyasi to'yingan eritmalardagiga qaraganda kamroq bo'ladi. Eritmada erigan modda miqdori eritma konsentratsiyasini belgilaydi. Erigan modda miqdori ko'p bo'lgan eritma konsentrlangan eritma, kam erigan (konsentratsiyasi nisbatan kam bo'lgan) eritma suyultirilgan eritma deyiladi. Eritma tarkibining bir xilligi ularni kimyoviy moddalarga yaqinlashtiradi. Ba'zi moddalar erituvchilarda eriganida issiqlik ajralishi yoki yutilishi, ular orasida kimyoviy ta'sir mavjudligiga dalil bo'ladi. Eritma tarkibining o'zgarib turishi ularning kimyoviy birikmalardan farq qilishini ko'rsatadi. Eritma tarkibidagi alohida komponentlarning xossalarini aniqlash mumkin, kimyoviy birikmalarda esa buni aniqlab bo'lmaydi. Eritma tarkibining o'zgarib turishi ularni mexanik aralashmalarga yaqinlashtirsa, tarkiblarining gomogenligi sababli ulardan farqlanadi. Shu bois ham eritmani mexanik aralashmalar bilan kimyoviy birikmalar oralig'idagi tizim deb qabul qilinadi.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Tarixiy yondashuv va kimyonining zamonaviy rivoji haqida nimalarni bilasiz ?
2. Flogiston nazariyasini birinchi bo'lib kim yaratgan va u qanday ta'riflanadi?
3. VII asrda qaysi olim barcha moddalar suvdan hosil bo'lgan, degan fikrni bildirgan ?
4. Metall bog'lanish tabiati orqali metallarning umumiy xossalarini qanday tushuntirish mumkin?
5. Osh tuzi kristallarida  $\text{Cl}^-$  anionlari oktaedr bo'shliqlarida kationlarning hajmi markazlashgan kristal panjara hosil qiladi.  $\text{CsCl}$  da bo'lsa  $\text{Cs}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari kub kristall panjara uchlarida joylashgan.  $\text{NaCl}$  va  $\text{CsCl}$  koordinatsion sonlari qanday farq qiladi?
6. Ionli kristall panjarali moddalar metallarga nisbatan mo'rt ligi sababi nimada ?

7. Molekular kristall panjara hosil qiladigan moddalarning umumiy xossalarini sanab bering?
8. Osh tuzi, natriy, fosfor(V) xlorid, grafit va muzning kristall panjaralari turini ko'rsating?
9. Korborund (SiC) va bor nitridi (BN) tuzilishidagi farq nimada? Korborundning qattiqligi va bor nitridini grafitga o'xshashligini sababini ko'rsating.
10. NaCl, MgCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub> va SiCl<sub>4</sub> dagi kimyoviy bog'ning turlariga asoslanib, ularning suyuqlanish haroratidagi farqini tushuntirib berng.
11. Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, va Li<sup>+</sup> larning ionlanish potentsiali har xilligiga asoslanib, shu ionlarning xloridlari: NaCl, CaCl<sub>2</sub>, LiCl dan qaysi birining ionlanish darajasi yuqoriligini ko'rsating.
12. Nima uchun qattiq CO<sub>2</sub> va qattiq SiO<sub>2</sub> o'xshash empirik formulaga ega bo'lgan holda, fizik xossalari keskin farq qiladi.
13. Suyuq havo xona sharoitida qizdirilmasa ham qaynaydi, lekin nima sababdan qaynashi uchun suvni 100°C gacha qizdirish kerak?
14. Suyuq moddalarga tegishli bo'lgan xossalarni sanab chiqing, bu xossalarda qaysi birlari faqat suyuqliklarga tegishli?
15. Nima uchun gazlar sirt tarangligiga ega bo'lmaydi. Gazlarning bu xossasini molekulalararo kuchlarning hosil bo'lishi asosida tushuntiring?
16. Gazlarning bosimi, gazlarning harorati, suyuqliklarga nisbatan hajminig katta bo'lish sabablarini gazlarning kinetik nazariyasi asosida tushuntiring.

## 1.2. Atom va modda tuzilishi. Davriy qonun. Kimyoviy bog`lanish.

Ingliz olimi Rezerford atomning musbat qismi borligini 1911 yilda kashf etdi va uni atom yadrosi deb atadi.

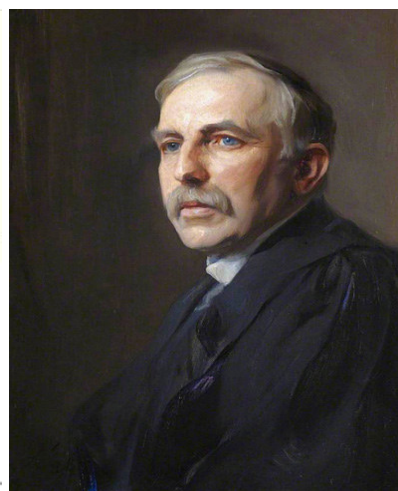
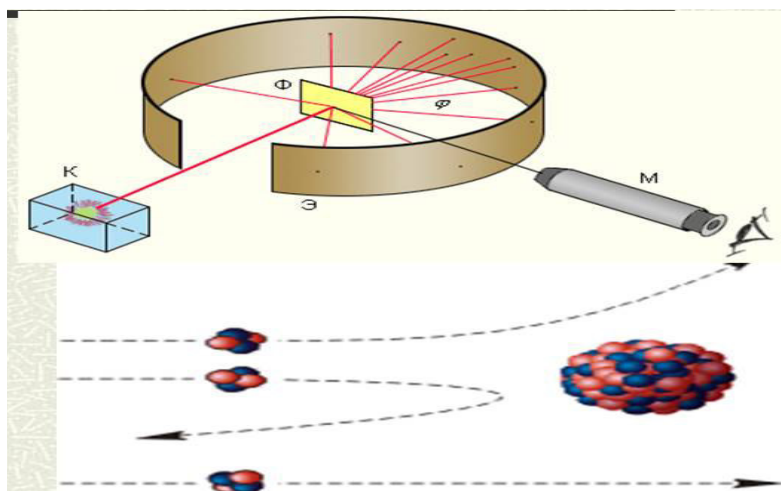
Rezerfordning shogirdi Chadvik mis, oltin va platina plastinkalarga alfa-zarrachalarni yo`naltirganda, ularning ko`pchiligi plastinkadan o`tib ketdi, zarrachalarning juda oz qismi o`z yo`nalishidan ma`lum burchakka og`di, lekin ba`zi zarrachalar, dastlabki yo`lining qarama-qarshi tomoniga qaytdi. Bu hodisa alfa zarrachalarining yoyilishi deb ataldi.

Alfa zarrachalarning o`z harakatini bunday o`zgartirishga sabab, ular o`z yo`lida yetarlicha katta massali va musbat zaryadli tarkibiy qismga duch kelganlar. Bu tarkibiy qism



20-rasm. J.Chadvik - musbat zaryadli yadrodir. Tajriba natijalariga asoslanib Rezerford “Atom tuzilishining planetar nazariyasi”ni yaratdi.

Unga ko`ra, har qanday element atomi markazida juda kichik o`rinni egalovchi yadro joylashgan, uning atrofida elektronlar o`z orbitallari bo`ylab aylanib turadi, xuddi sayyoralar quyosh atrofida harakat qilgani kabi.



21-rasm. E.Rezerford tajribasi

Atomning qariyb hamma massasi yadroda bo`lib, u musbat zaryadga ega. Yadro materialining solishtirma massasi nihoyatda katta, chunki yadroning hajmi

juda kichikdir. Agar yadrolarni bir joyga zich yig'ish mumkin bo'lsa edi, 1 sm<sup>3</sup> yadrolarining massasi 116 000 000 tonna kelar edi.

Keyinchalik olib borilgan tadqiqotlar, atom yadrosining musbat zaryadi o'sha elementning davriy sistemasidagi tartib nomeriga teng ekanligini ko'rsatdi. Atom elektroneytral bo'lib, elektronlarning umumiy soni yadroning musbat zaryadiga tengdir.

Rezerford nazariyasiga muvofiq elektronlar yadro atrofida doimo aylanib turadi (14-rasm). Musbat yadro bilan elektronlarning tortilish kuchi elektronlarning markazdan qochish kuchi bilan muvozanatda bo'ladi:

$$\frac{mV^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

Bu yerda m - elektron massasi, V - tezligi, e - zaryadi, r- yadro bilan elektron orasidagi masofa.

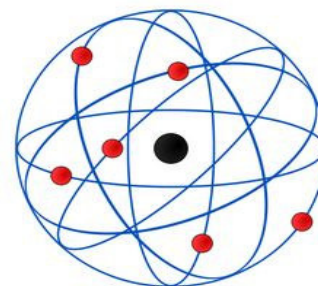
Lekin Rezerford nazariyasida ayrim kamchiliklar bor edi:

1) klassik elektrodinamikaga muvofiq elektr zaryadiga ega biror jism harakat qilsa, u o'zidan elektromagnit nurlar chiqarish kerak va natijada uning energiyasi kamayishi kerak;

2) elementlarning atom spektrlari uzluksiz bo'lishi kerak edi, lekin amalda barcha elementlarning spektrlari ayrim - ayrim chiziqlardan iborat.

Bu kamchiliklarni Rezerford nazariyasi izoxlab bera olmadi.

**Ionlanish energiyasi va potentsiali. Elektronga moyillik.** Atomlarning o'lchamlari, ionlanish energiyasi, elektronga moyilligi, elektromanfiyligi, oksidlanish darajasi kabi xossalari atomning elektron konfiguratsiyasiga bog'liq. Element tartib nomerining ortishi bilan bu xossalarning o'zgarishida davriylik kuzatiladi. Atomlarning eng muhim davriy xossalari bilan tanishaylik. Elektronlarning harakati to'liqsimon xarakterda bo'lganligi sababli atomlarning qat'iy belgilangan chegarasi bo'lmaydi. Hisoblashlarda effektiv yoki shartli radiuslaridan foydalaniladi.



**22-rasm. Rezerford atom modeli**

Davrlarda atom radiusi, chapdan o`ngga tomon kamayib boradi. Bu, yadro zaryadi ortganda elektronlarning tortilish kuchi ko`payishi bilan tushuntiriladi. Guruhchalarda yuqoridan pastga tomon atom radiusi kattalashib boradi. Bu holda qo`shimcha elektron qavat paydo bo`lishi hisobiga atomning hajmi va demak, uning radiusi kattalashadi.

**Atomning ionlanish energiyasi** — element atomidan elektronni ajratish uchun zarur bo`lgan energiyadir; bunda tegishli kation hosil bo`ladi. Bu energiya odatda elektronvoltlarda ifodalanadi. Bitta davr elementlari uchun ionlanish energiyasi chapdan o`ngga tomon ortib boradi, chunki yadroning zaryadi ortadi. Guruhchada yuqoridan pastga tushilganda elektronning yadrodan uzoqligi ortganligi sababli ionlanish energiyasi kamayadi.

Ionlanish energiyasi elementlarning kimyoviy xossalarini belgilaydi. Uning kattaligi elektronning yadro bilan bog`lanish mustaxkamligini xarakterlaydi va elementning metal hususiyatlik o`lchami bo`lib xizmat qiladi. Masalan, ionlanish energiyasi kamroq bo`lgan ishqoriy metallar, yaqqol ifodalangan metallik xossalarini namoyon qiladi. Nodir gazlarning kimyoviy inertligi ularning ionlanish energiyasi yuqoriligi bilan bog`liq.

Atomlar elektronlar beribgina qolmay, ularni biriktirib olishi ham mumkin. Bunda tegishli anion hosil bo`ladi. Atomga bitta elektron birikkanida ajralib chiqadigan energiya **elektronga moyillik** deyiladi. Odatda elektronga moyillik ionlanish energiyasi singari elektronvoltlarda ifodalanadi. Ayrim elementlarning elektronga moyillik qiymati noma'lum, ularni o`lchash ancha qiyin. Elektronga eng moyil elementlar VII-guruh elementlari galogenlardir.

**1. Bosh kvant soni (n).** Energetik darajalar. Atomdagi elektron uning yadro bilan bog`lanish energiyasi bilan belgilanadigan ma'lum bir kvant holatida bo`ladi. Bosh kvant soni 1 dan to  $\infty$  bo`lgan butun sonlar qiymatiga teng bo`ladi:

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

Elektronlarning bir kvant holatidan ikkinchisiga o`tishi uning energiyasini diskret o`zgarishi bilan davom etadi. Atomning eng kichik energiya qiymatiga ega bo`lgan kvant holati uning asosiy holati deb ataladi. Bunday holatdagi elektron

yadro bilan barqaror bogʻlangan boʻladi. Boshqa kvant holatlar qoʻzgʻalgan holat deb atalib, ulardagi elektronlar katta energiya qiymatiga ega boʻlishi natijasida yadro bilan nisbatan beqaror birikadi. Asosiy holatdagi atom uzoq vaqt oʻzgarmagan holda mavjud boʻla oladi. Qoʻzgʻalgan holda esa juda oz vaqt ( $10^{-8} \sim 10^{-10}$  s) boʻladi. Elektron asosiy holatdan qoʻzgʻalgan holatga oʻtganda energiya yutadi va aksincha, qoʻzgʻalgan holatdan asosiy holatga oʻtganda energiya chiqaradi. Bunday energiya oʻzgarishlari elektronning bir qoʻzgʻalgan holatdan ikkinchisiga oʻtganda ham sodir boʻladi. Masalan, vodorod atomidagi elektronning  $E_2$  qoʻzgʻalgan holatidan  $E_3$  holatiga oʻtganda 1,89 eV energiya ajralib chiqadi.

Elektronning bir holatdan ikkinchisiga oʻtishi elektron bulutning oʻlcham oʻzgarishlari bilan boradi: energiya kamayishi elektron bulut oʻlchamining ortishi, energiyaning ortishi esa elektron bulutining siqilishi bilan davom etadi. Masalan, vodorod atomidagi elektron boʻlishi ehtimolligi katta boʻlgan radius qiymati  $n = 1$  uchun 0,53A,  $n = 2$  uchun 2,12A,  $n = 3$  uchun 4,77A° boʻladi.

**2. Orbital kvant soni (l).** Orbital shakllari. Orbitallarning (va demak elektron bulutlarining) shakllarini ifodalash uchun orbital kvant soni kiritilgan. Uning qiymat koʻrsatkichlari boʻsh kvant soniga bogʻliq boʻlib ( $l=n-1$ ), lotin harflari bilan belgilanadi:

Bosh kvant soni: <b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Orbital kvant soni <b>l</b>	<b>0</b>	<b>0, 1</b>	<b>0, 1, 2</b>	<b>0, 1, 2, 3</b>
l ning harfiy belgisi:	<b>s</b>	<b>s p</b>	<b>s p d</b>	<b>s p d f</b>
Orbitalning belgilanishi:	<b>1s</b>	<b>2s 2p</b>	<b>3s 3p 3d</b>	<b>4s 4p 4d 4f</b>

Demak, birinchi energetik darajadagi elektronlar uchun ( $n=1$ ) faqat bitta orbital shakl (s), ikkinchi energetik daraja uchun ( $n=2$ ) ikkita orbital shakl (s, p), uchinchi daraja uchun ( $n=3$ ) uchta orbital shakl (s, p, d) va h. k. boʻlishi mumkin. Kvant mexanik hisoblar asosida s - orbitallar shar shaklida, p - orbitallar gantel shaklida, d- va f-orbitallar esa nisbatan murakkab shakllarga ega ekanligi aniqlangan.

**3. Magnit kvant soni ( $m_l$ ).** Orbitallarning fazoviy orientatsiyasi. Orbitallarning (elektron bulutlarining) fazoviy joylashuvini magnit kvant soni xarakterlaydi va u orbital kvant soniga bog'liq bo'ladi:  $m_l = -l, 0, +l$  va  $l$  qiymatiga to'g'ri keladigan orbitallar sonini ko'rsatadi. O'z navbatida  $l$  qiymatiga to'g'ri keladigan orbitallar soni  $(2l+1)$  ga teng bo'ladi.

Orbital kvant soni ( $l$ )	Magnit kvant soni ( $m_l$ )	$2l+1$	Kvant yacheykalar soni:
0	0	1	)1s
1	-1,0,+1	3	)))2p
2	-2,-1,0,+1,+2	5	))))3d
3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	7	))))))4f

**4. Spin kvant soni ( $m_s$ )** boshqa kvant sonlari bilan bog'liq bo'lmaydi. Soddashtirilgan holda spin kvant soni elektronning o'z o'qi atrofida aylanma harakatini belgilaydigan kattalik bo'lib, u  $m_s=+1/2$  yoki  $m_s=-1/2$  qiymatlariga ega bo'lishi mumkin. Elektron qavatlarining tuzilishi V.Pauli va Eng kichik energiya prinsiplari, Hund va Klechkovski qoidalari asosida tushuntiriladi.

**Pauli prinsipi:** *Bitta atom tarkibida to'rtta kvant soni bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas.*

Demak  $n, l, m_l, m_s$  larning bir xil qiymatlariga faqat bitta elektron ega bo'lishi mumkin, ikkinchisi albatta shu kvant sonlardan eng kamida bittasining qiymati bilan farqlanishi shart. Bundan tashqari bu prinsip asosida bitta orbitalda  $m_s$  qiymatlari  $+1/2$  va  $-1/2$  bo'lgan ikkita elektron joylasha



**23-rasm. V.Pauli**

olishi mumkin  $\left[ \uparrow \downarrow \right]$  degan xulosa kelib chiqadi.

Energetik darajadagi orbitallar soni  $n^2$  ga teng bo'lganligi sababli uning elektron sig'imi  $2n^2$  qiymatdagi elektronlar soniga teng bo'ladi.

**Hund qoidasi:** *Energetik qavatchadagi elektronlarning joylashish tartibi spin kvant sonlarining yig'indisi maksimal qiymatga ega bo'lgan holat bo'yicha bo'lishi kerak.*

Demak, elektronlar orbitallarni to'ldirishda toq joylashuvga intiladi. Agar bitta orbitaldagi qarshi spinli ikki elektron o'zaro juftlashib ikki elektronli bulut hosil qilsa ularning spin yig'indilari nolga teng bo'ladi. Masalan,  $p^3$  holati uchun ikki xil ko'rinishdagi elektron taqsimlanishini yozish mumkin:

**1 tur taqsimlanishi:**  $[\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow ]$ ; spint kvant sonlarining yig'indisi

$$\sum m_s = \left(+\frac{1}{2}\right)\left(-\frac{1}{2}\right)\left(+\frac{1}{2}\right) = +\frac{1}{2}$$

**2 tur taqsimlanishi:**  $[\uparrow \uparrow \uparrow ]$ ; spint kvant

sonlarining yig'indisi  $\sum m_s = \left(+\frac{1}{2}\right)\left(+\frac{1}{2}\right)\left(+\frac{1}{2}\right) = +\frac{3}{2}$



Ikkinchi holda elektron taqsimlanishidagi  $m_s$  qiymat yig'indisi katta bo'lganligi sababli elektronlar kvant yacheykalarida parallel spint kvant sonlari bo'yicha toq joylashadi.

**24-rasm. F.Hund**

**Eng kam energiya prinsipi:** *Barqarorlikning maksimal qiymatiga energiyaning minimal qiymati mos keladi.*

Atomdagi elektronlarning yadro bilan bog'lanishining eng katta qiymatlari elektron sistemaning eng yuqori barqarorligiga ega bo'lgan holatlaridagina kuzatiladi. Demak, elektronlar tomonidan energetik qavat va qavatchalarning to'ldirilishi energiyasi kichik bo'lganidan energiyasi yuqori bo'lganlari sari ma'lum tartibda amalga oshadi.

**Klechkovskiy 1-qoidasi:** *Ko'p elektronli atomlardagi kvant qavatchalarining elektronlar bilan egallanish tartibi  $(n+1)$  qiymatlari bo'yicha amalga oshadi. Avval  $(n+1)$  qiymati kichik bo'lgan qavatchalar to'ladi.*

**Klechkovskiy 2-qoidasi:** *Agar ikki kvant qavatchaning  $(n+l)$  qiymatlari bir xil bo'lsa, dastavval  $n$  qiymat ko'rsatkichi kichik bo'lgani elektronlar tomonidan to'ldiriladi.*

Masalan, 4s ning energiya qiymati 3d ning energiya qiymatiga qaraganda kichik bo'ladi.

**4s kvant qavatchasi uchun  $n+l = 4 + 0 = 4$ ;**

**3d kvant qavatchasi uchun esa  $n+l = 3 + 2 = 5$ .**



**25-rasm.V.Klechkovskiy**

Shu sababli elektronlar avval 4s, undan so'ng 3d qavatlarini to'ldiradi. O'z navbatida 3d ( $n+l=3+2=5$ ), 4p ( $n+l=4+1=5$ ) va 5s ( $n+l=5+0=5$ ) qavatchalaridagi bosh va orbital kvant sonlarining yig'indilari o'zaro teng bo'ladi. Bu holda ularni to'ldirish, yuqorida aytilgandek,  $n$  qiymatlari bo'yicha quyidagi tartibda bo'ladi: **3d - 4p - 5s**.

Umuman olganda, ko'p elektronli atomlar orbitallarini ularning energiya qiymatlarining ortib borishini hamda eng kam energiya prinsipi va Klechkovskiy qoidasini hisobga olgan holda quyidagi tartibda joylashtirish mumkin:

$$1s(1+0=1) < 2s(2+0=2) < 2p(2+1=3) < 3s(3+0=3) < 3p(3+1=4) < 4s(4+0) < 3d(3+2=5) < 4p(4+1=5) < 5s(5+0=5) < 4d(4+2=6) < 5p(5+1=6) < 6s(6+0=6) < 5d(5+2=7) \text{ va } h.k.$$

**Kvant qavatchalarining barqarorlanish holatlari.** Ba'zi elementlar s, p, d, f orbitallar va ulardagi elektronlar sonining o'zgarishiga qarab, barqarorligini (energiyasini) o'zgartirishi mumkin. Bu hollar elektronlarning orbitallararo qayta taqsimlanishi hisobiga sodir bo'ladi. Elektronlarning qayta taqsimlanishi hisobiga yuqorida keltirilgan orbitallardan biri teng yarmiga yoki to'liqligicha elektronlar bilan egallansa, buning natijasida kelib chiqadigan orbital holatining barqarorligi, dastlabki holatdan yuqori bo'ladi. Elektronlarning bitta atom orbitallari orasida qayta taqsimlanishi "elektronning qulashi" deb ataladi. Masalan, mis atomi uchun  $3s^9 4s^2$  holati kuzatilishi kerak edi. Ammo bu holda 3d orbital to'lmaganligi uchun orbitallar beqaror bo'ladi va natijada 4s orbitaldagi bitta elektron 3d orbitalga

qulaydi. Buning natijasida kvant qavatchalarining barqarorligi ortadi ( $3d^9 + e = 3d^{10}$ ):

**Atomlar elektron qobiqlarining tuzilishi.** Alohida olingan elektron pog'onaning tuzilishini ko'rib chiqamiz. Bosh kvant sonining  $n=2$  qiymatidan boshlab, energetik pog'onalar yadroga bog'lanish energiyasi bilan bir-biridan farq qiladigan pog'onachalarga bo'linadi.

## 2 - jadval

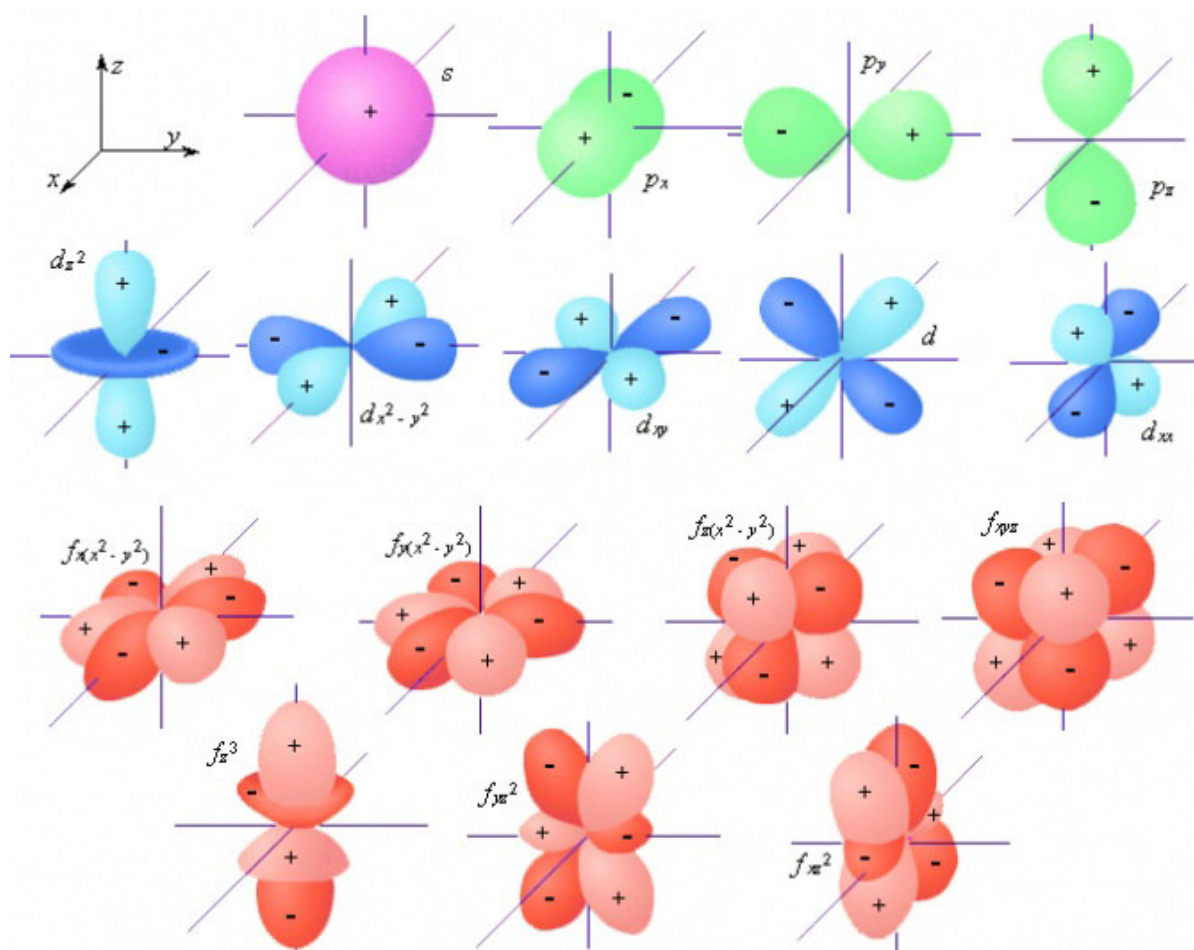
### Elektronlarning pog'ona, pog'onacha va orbitallarda taqsimlanishi

Energetik pog'ona, n	Pog'onachalar soni, n ga teng	Orbitalla r	Orbitallar soni		Elektronlarning maksimal soni	
			Pog'onachadagi	$n^2$ ga teng pog'onadagi	Pog'onachada	Pog'onada
K (n=1)	1	1s	1	1	2	2
L (n=2)	2	2s	1	4	2	8
		2p	3		6	
M (n = 3)	3	3s	1	9	2	18
		3p	3		6	
		3d	5		10	
N (n = 4)	4	4s	1	16	2	32
		4p	3		6	
		4d	5		10	
		4f	7		14	

Pog'onachalar soni bosh kvant sonining qiymatiga teng, lekin to'rt dan oshmaydi: 1- pog'onada - bitta pog'onacha, 2- pog'onada - ikkita, 3- pog'onada - uchta, 4- pog'onada - to'rtta pog'onacha bo'ladi. Pog'onachalar o'z navbatida orbitallardan to'zilgan. Pog'onachalarni lotincha harflar bilan belgilash qabul qilingan: s - har qaysi energetik pog'onaning yadroga eng yaqin birinchi pog'onachasi, u bitta s orbitaldan tarkib topgan; p - ikkinchi pog'onacha, uchta p-orbitaldan tarkib topgan; d - uchinchi pog'onacha, u beshta d-orbitaldan tarkib

topgan; f - to'rtinchi pog'onacha, unda yettita f-orbital bo'ladi. Shunday qilib, n ning har qaysi qiymati uchun p orbitallar bo'ladi. Agar orbitalda bitta elektron bo'lsa, u juftlashmagan, agar ikkita bo'lsa juftlashgan elektronlar deyiladi. Pauli prinsipi  $N = 2n^2$  formulani izohlaydi. Bosh kvant soni, orbitallarning turi va soni hamda pog'ona va pog'onachalardagi elektronlarning maksimal soni 2-jadvalda ko'rsatilgan.

2-jadvaldan atomdagi elektronlarni xarakterlash uchun elektron pog'onaning nomerini va orbitallarning turlarini bilish kerak, degan xulosa chiqadi. Turli xil orbitallarning (bulutlarning) shaklini bilish muhim bo'lib, bu molekullarning tuzilishini o'rganishda zarurdir.



**26-rasm. Elektron bulutlar shakli**

Nazariy ma'lumotlarga ko'ra, s-orbital sferik simmetriyaga ega, ya'ni shar shaklida bo'ladi. Bunga vodorod atomining orbitali 1s misol bo'la oladi. Bunday orbital s-orbital deyiladi. s-orbitalni egallagan elektron s-elektron deyiladi.

Ikkinchi energetik pog'onada ( $n = 2$ ) 4 ta orbital bo'lib, ulardan bittasi sferik simmetriyaga ega. U 2s-orbital deyiladi. Ravshanki, 2s-elektronning energiyasi kattaroq, shuning uchun u 1s elektronga qaraganda yadrodan uzoqroq masofada bo'ladi. Umuman,  $n$  ning har qaysi qiymati uchun bitta sferik simmetrik orbital mavjud.

p-orbital gantel yoki hajmiy sakkizlik shaklida bo'ladi. Uchala orbital atomda bir-biriga perpendikulyar joylashgan. Ular fazoviy koordinatalar o'qlari bo'ylab yo'nalgan, shu sababli ularni ko'pincha  $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$  - orbitallar deb belgilanadi. Bunday belgilash p-orbitallar fazoda qanday yo'nalganligini ko'rsatadi. Agar p-orbital x o'qi bo'ylab joylashgan bo'lsa, u holda ravshanki,  $p_x$  elektronning x o'qi yaqinida bo'lish ehtimolligi eng ko'p. Xuddi shu narsani  $p_y$  va  $p_z$  orbitallar haqida ham aytish mumkin.

Shuni takidlab o'tish kerakki,  $n = 2$  dan boshlab har bir energetik pog'ona (qavat) da uchta p-orbital bo'ladi,  $p$  ning qiymati ortib borishi bilan elektronlar yadrodan ancha uzoq masofada joylashgan p-orbitallarni egallaydi, lekin x, y z o'qlari bo'ylab yo'nalishi doimo saqlanib qoladi. d orbitallar (ular beshta) va f-orbitallar (ular yettita) p-orbitallarga qaraganda yanada murakkabroq shaklga ega.

**Elektron formulalar.** Atomda elektronlarning energetik pog'ona va pog'onachalar bo'yicha taqsimlanishi elektron formulalar ko'rinishida ifodalanadi. Quyida ular qanday tuzilishi bilan tanishib chiqamiz. Elementning tartib nomeri ortib borishi bilan, uning elektronlari orbital va pog'onalarni energiyasi ortib borish tartibida to'ldiradi: pog'onalar - birinchidan yettinchiga qarab, pog'onachalar esa s - p - d - f tartibda to'lib boradi. Energiyaning ortib borish tartibi tajribada aniqlangan. U energiya shkalasi deyiladi. Bu shkalaga muvofiq, davriy sistema elementlari atomlarining ketma-ket elektronlar bilan to'lib borish qatori tuzilgan. Bu qatorda davrlar vertikal chiziqchalar bilan ajratilib, tepasiga arab raqamlari yozilgan va quyidagi ko'rinishga ega:

## Elektronlarning energetik pog'ona va pog'onachalar bo'yicha taqsimlanishi

1	2	3	4	5	6	7
1s	2s2p	3s3p	4s3d4p	5s4d5p	6s4f5d6p	7s5f6d7p

Eng kam energiyali orbital - bu 1s orbitaldir. **Birinchi davr elementlaridan** vodorod (H) atomida bu orbitalni vodorodning yagona elektroni egallagan. Shuning uchun vodorod atomining elektron formulasi (yoki elektron konfiguratsiyasi)  $1s^1$  ko'rinishda bo'ladi. Bunda formula oldidagi son - pog'ona nomeri, harf bilan pog'onacha (orbital turi), o'ng tomonda yuqoridagi indeks bilan pog'onachadagi elektron soni ko'rsatilgan.

## 4- jadval

## Elementlar elektron formulalari

1 davr	4 davr	5 davr	6 davr	7 davr
H $1s^1$	K [Ar] $4s^1$	Rb [Kr] $5s^1$	Cs [Xe] $6s^1$	Fr [Rn] $7s^1$
He $1s^2$	Ca [Ar] $4s^2$	Sr [Kr] $5s^2$	Ba [Xe] $6s^2$	Ra [Rn] $7s^2$
<b>2 davr</b>	Sc [Ar] $4s^2 3d^1$	Y [Kr] $4d^1 5s^2$	La [Xe] $5d^1 6s^2$	Ac [Rn] $6d^1 7s^2$
Li [He] $2s^1$	Ti [Ar] $4s^2 3d^2$	Zr [Kr] $4d^2 5s^2$	Ce [Xe] $5d^1 6s^2$	Th [Rn] $6d^2 7s^2$
Be [He] $2s^2$	V [Ar] $4s^2 3d^3$	Nb [Kr] $4d^4 5s^1$	Pr [Xe] $4f^3 6s^2$	Pa [Rn] $5f^2 6d^1 7s^2$
B [He] $2s^2 2p^1$	Cr [Ar] $4s^1 3d^5$	Mo [Kr] $4d^5 5s^1$	Nd [Xe] $4f^4 6s^2$	U [Rn] $5f^3 6d^1 7s^2$
C [He] $2s^2 2p^2$	Mn [Ar] $4s^2 3d^5$	Tc [Kr] $4d^5 5s^2$	Pm [Xe] $4f^5 6s^2$	Np [Rn] $5f^5 7s^2$
N [He] $2s^2 2p^3$	Fe [Ar] $4s^2 3d^6$	Ru [Kr] $4d^7 5s^1$	Sm [Xe] $4f^6 6s^2$	Pu [Rn] $5f^6 7s^2$
O [He] $2s^2 2p^4$	Co [Ar] $4s^2 3d^7$	Rh [Kr] $4d^8 5s^1$	Eu [Xe] $4f^7 6s^2$	Am [Rn] $5f^7 7s^2$
F [He] $2s^2 2p^5$	Ni [Ar] $4s^2 3d^8$	Pd [Kr] $4d^{10} 5s^0$	Gd [Xe] $4f^7 5d^1 6s^2$	Cm [Rn] $5f^7 6d^1 7s^2$
Ne [He] $2s^2 2p^6$	Cu [Ar] $4s^1 3d^{10}$	Ag [Kr] $4d^{10} 5s^1$	Tb [Xe] $4f^9 6s^2$	Bk [Rn] $5f^9 7s^2$
<b>3 davr</b>	Zn [Ar] $4s^2 3d^{10}$	Cd [Kr] $4d^{10} 5s^2$	Dy [Xe] $4f^{10} 6s^2$	Cf [Rn] $5f^{10} 7s^2$
Na [Ne] $3s^1$	Ga [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^1$	In [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^1$	Ho [Xe] $4f^{11} 6s^2$	Es [Rn] $5f^{11} 7s^2$
Mg [Ne] $3s^2$	Ge [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^2$	Sn [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^2$	Er [Xe] $4f^{12} 6s^2$	Fm [Rn] $5f^{12} 7s^2$
Al [Ne] $3s^2 3p^1$	As [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^3$	Sb [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^3$	Tm [Xe] $4f^{13} 6s^2$	Md [Rn] $5f^{13} 7s^2$
Si [Ne] $3s^2 3p^2$	Se [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^4$	Te [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^4$	Yb [Xe] $4f^{14} 6s^2$	No [Rn] $5f^{14} 7s^2$
P [Ne] $3s^2 3p^3$	Br [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^5$	I [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^5$	Lu [Xe] $4f^{14} 5d^1 6s^2$	Lr [Rn] $5f^{14} 6d^1 7s^2$
S [Ne] $3s^2 3p^4$	Kr [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^6$	Xe [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^6$	Hf [Xe] $4f^{14} 5d^2 6s^2$	Rf [Rn] $5f^{14} 6d^2 7s^2$
Cl [Ne] $3s^2 3p^5$			Ta [Xe] $4f^{14} 5d^3 6s^2$	Db [Rn] $5f^{14} 6d^3 7s^2$
Ar [Ne] $3s^2 3p^6$			W [Xe] $4f^{14} 5d^4 6s^2$	Sg [Rn] $5f^{14} 6d^4 7s^2$
			Re [Xe] $4f^{14} 5d^5 6s^2$	Bh [Rn] $5f^{14} 6d^5 7s^2$
			Os [Xe] $4f^{14} 5d^6 6s^2$	Hs [Rn] $5f^{14} 6d^6 7s^2$
			Ir [Xe] $4f^{14} 5d^7 6s^2$	Mt [Rn] $5f^{14} 6d^7 7s^2$
			Pt [Xe] $4f^{14} 5d^9 6s^1$	
			Au [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$	
			Hg [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2$	
			Tl [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$	
			Pb [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$	
			Bi [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$	
			Po [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$	
			At [Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^5$	
			Rn [Xe] $s^2 5d^{10} 4p^6$	

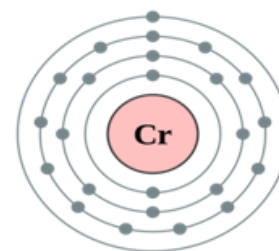
Bitta orbitalda ikkita elektron bo'lishi mumkinligi sababli geliy (He) atomining ikkala elektroni 1s-orbitalda joylashadi. Binobarin, geliyning elektron formulasi -  $1s^2$ . Geliyning elektron qobig'i tugallangan va ancha barqarordir. U nodir gaz.

**Ikkinchi davr elementlarida** 2-pog'ona ( $p = 2$ ) to'lib boradi, bunda avval s-pog'onachaning orbitali, so'ngra p-pog'onachaning uchta orbitali to'ladi, Li atomida uchinchi elektron 2s-orbitalni egallaydi, Li ning elektron formulasi  $1s^2 2s^1$  bo'lib 2s elektron atom yadrosi bilan 1s-elektronga qaraganda kuchsizroq bog'langan, shuning uchun litiy atomi uni oson yo'qotib,  $Li^+$  ionini hosil qilishi mumkin. Be atomida to'rtinchi elektron ham 2s-orbitalda joylashadi:  $1s^2 2s^2$ . Be atomida ikkita 2s-elektron boshqa elektronlarga nisbatan osonroq ajralib,  $Be^{2+}$  ionini hosil qiladi. 2s-orbital to'lganligi sababli bor (B) atomidagi beshinchi elektron 2p-orbitalni egallaydi. B atomining elektron formulasi:  $1s^2 2s^2 2p^1$ . Keyin C, N, O, F atomlarida 2p-orbitallar to'lib boradi va Ne atomida batamom to'ladi. C ning elektron formulasi:  $C 1s^2 2s^2 2p^2$ .

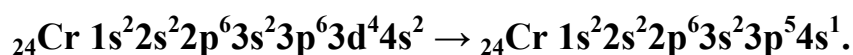
**Uchinchi davr elementlaridan** boshlab, atomlarda 3s, 3p va 3d pog'onachalardan tarkib topgan uchinchi pog'ona elektronlar bilan to'la boshlaydi. Masalan,  $Na 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ;  $Cl 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

Ba'zan atomlarda elektronlarning taqsimlanishini ifodalaydigan formulalarda har qaysi energetik pog'onada faqat elektronlarning soni ko'rsatiladi. Bu holda ular quyidagicha yoziladi:  $_{11}Na - 2, 8, 1$ ;  $_{17}Cl - 2, 8, 7$ ;

Elektron formulalar yozganda "elektron sakrashi"ni hisobga olish kerak. Masalan, xrom atomining tashqi pog'onasida ikkita elektron emas, balki bitta elektron bo'lib, ikkinchi elektron oxiridan ikkinchi pog'onaning d-pog'onachasiga "sakrab" o'tadi. Bunday holda xrom atomida elektronlarning taqsimlanishi quyidagicha bo'ladi:



**27-rasm. Xrom atomida elektronlar taqsimlanishi**



"Sakrash" Nb, Mo va boshqa elementlarda ham kuzatiladi. Pd da elektronlar pog'onalar bo'ylab 2, 8, 18, 18, 0 tartibda joylashadi (bu yerda beshinchi energetik pog'ona umuman bo'lmaydi, ikkala elektron qo'shni pog'onaga "sakrab" o'tgan).

### **Elementlar davriy jadvali**

Lotar Meyer, Nyulend, Odling, Debereyner, Shankartua va boshqa olimlarning izlanishlarini umumiyashtirib 1869 yilda D.I.Mendeleev tomonidan davriy qonun va elementlar davriy jadvali e'lon qilindi. Davriy sistema elementlarning bitta birlik asosida klassifikatsiyalash bilan chegaralanmaydi. U har bir elementning xossasini jadvalda joylashgan o'rniga qarab tushuntiradi.

Bu faqat oddiy moddalarning fizik xossalariga emas, balki butun kompleks kimyoviy xossalariga ham taalluqlidir: har bir elementni boshqa elementlar bilan o'zaro ta'sirini, hosil bo'lishini, tarkibi va xossalarini, elementlarning kislota – asos, oksidlanish – qaytarilish xossalarini va boshqalarni bilish imkonini beradi.

Davriy qonundan foydalanib Mendeleev hali noma'lum bo'lgan, elementlarni xossalarini bashorat qildi. Ma'lumki, haqiqiy ilmiy nazariyaning yoki tabiiy qonunning kuchi, uning asosida olingan dalillarni tushuntirishgina emas, balki yangi dalillarni ko'ra bilish yoki bashorat qilishdadir.

1850 yilda Yohan Debereyner (Johann Dobereiner) triadalar qoidasini e'lon qildi va ko'pchilik elementlarning to'g'riroq massalarini ko'rsatib berdi.

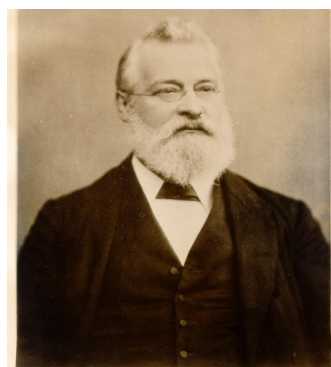
Li 7	} → $\frac{7+39}{2} = 23$	Li 3	} → $\frac{3+19}{2} = 11$	<table border="1"> <tr><td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>He</td></tr> <tr><td>Li</td><td>Be</td><td>B</td><td>C</td><td>N</td><td>O</td><td>F</td><td>Ne</td></tr> <tr><td>Na</td><td>Mg</td><td>Al</td><td>Si</td><td>P</td><td>S</td><td>Cl</td><td>Ar</td></tr> <tr><td>K</td><td>Ca</td><td>Ga</td><td>Ge</td><td>As</td><td>Se</td><td>Br</td><td>Kr</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>Sr</td><td>In</td><td>Sn</td><td>Sb</td><td>Te</td><td>I</td><td>Xe</td></tr> <tr><td>Cs</td><td>Ba</td><td>Tl</td><td>Pb</td><td>Bi</td><td>Po</td><td>At</td><td>Rn</td></tr> </table>	H						He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
H									He																																										
Li		Be			B	C	N	O	F	Ne																																									
Na	Mg	Al	Si		P	S	Cl	Ar																																											
K	Ca	Ga	Ge		As	Se	Br	Kr																																											
Rb	Sr	In	Sn		Sb	Te	I	Xe																																											
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																												
Na 23		Na 11																																																	
K 39		K 19																																																	
Ca 40	} → $\frac{40+137}{2} = 88.5$	Ca 20	} → $\frac{20+56}{2} = 38$																																																
Sr 87				Sr 38																																															
Ba 137				Ba 56																																															
P 31	} → $\frac{31+122}{2} = 76.5$	P 15	} → $\frac{15+51}{2} = 33$																																																
As 75				As 33																																															
Sb 122				Sb 51																																															
S 32	} → $\frac{32+128}{2} = 80$	S 16	} → $\frac{16+52}{2} = 34$																																																
Se 78				Se 34																																															
Te 128				Te 52																																															
Cl 35.5	} → $\frac{35.5+127}{2} = 81.25$	Cl 17	} → $\frac{17+53}{2} = 35$																																																
Br 80				Br 35																																															
I 127				I 53																																															

### 28-rasm. Debereyner triadalar qoidasiga misollar

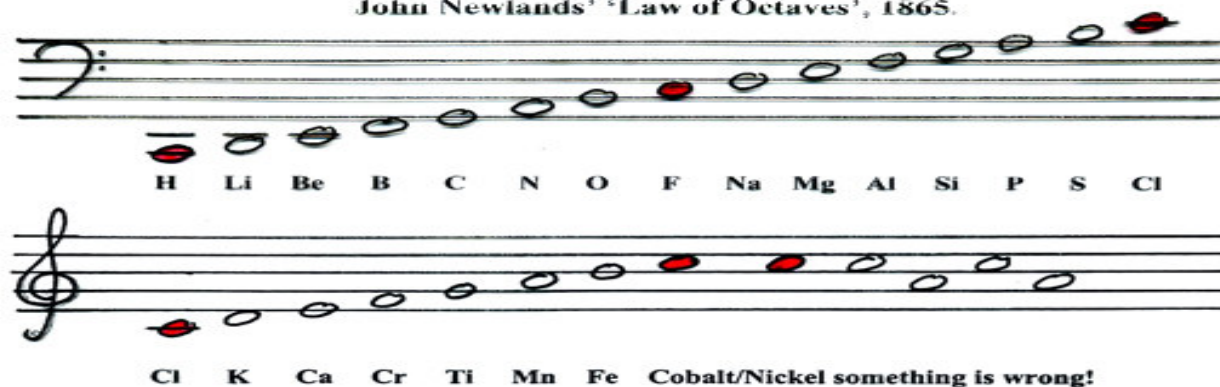
XIX asr o'rtalariga kelib 60 dan ortiq kimyoviy elementlar o'rganilgan (ayrim manbalarda 63 ta yoki 64 ta kimyoviy elementlar ma'lum bo'lgani ko'rsatiladi) bo'lib, bu elementlarning atom massalari, valentliklari, suyuqlanish ( $t^0$ ) va qaynash ( $t^0$ ) haroratlari, zichliklari hamda eng muhim birikmalari to'g'risidagi ma'lumotlar ma'lum bo'lgan. Elementlar to'g'risidagi ma'lumotlarni to'planishi, kimyoviy elementlarni sistemalashtirishni taqoza qildi. Bu sistemalashni bajarish uchun ko'pgina kimyogar olimlar urindilar (Debereyner, Dyuma, Beyer de Shankartua, Nyulend, Odling, Loter Meyer va h.k.lar).

1864 yilda J.Nyulend (Newlands) "Oktavalar qoidasi"ga asoslangan Elementlar sistemasini e'lon qildi. Bunda elementlar gorizontallarga joylashtirilgan. Ba'zi elementlar 1 o'ringa 2 tadan joylashtirgan.

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



John Newlands' 'Law of Octaves', 1865.



## 29-rasm. J.Nyulendning “Oktavalar qoidasi”ga asoslangan Elementlar jadvali

Inert gazlar kashf etilmaganligi sababli 7 guruhdan so'ng 8 guruh sifatida yana avvalgi xossalari elementlar musiqiy notalar kabi qaytirilgan: **A-B-C-D-E-F-G-A**

1868 yilda Lotar Meyer (Lothar Meyer) tomonidan 53 element tutgan navbatdagi Elementlar sistemasi tuzildi, afsuski uning vafotidan so'nggina bu ish 1895 yilda chop etildi.

MEYER'S TABLE OF 1868.

1	2	3	4	5	6	7	8
Cr=52.6	Mn=55.1 49.2 Ru=104.3 92.8=2.46.4 Pt=197.1	Al=27.3 2 $\frac{1}{2}$ I=14.8 Fe=56.0 48.9 Rh=103.4 92.8=2.46.4 Ir=197.1	Al=27.3 Co=58.7 47.8 Pd=106.0 93=2.465 Os=199.	Ni=58.7	Cu=63.5 44.4 Ag=107.9 88.8=2.44.4 Au=196.7	Zn=65.0 46.9 Cd=111.9 88.3=2.44.5 Hg=200.2	C=12.00 16.5 Si=28.5 2 $\frac{1}{2}$ I=44.5 2 $\frac{1}{2}$ I=44.5 Sn=117.6 89.4=2.41.7 Pb=207.0
9	10	11	12	13	14	15	
N=14.4 16.96 P=31.0 44.0 As=75.0 45.6 Sb=120.6 87.4=2.43.7 Bi=208.0	O=16.00 16.07 S=32.07 46.7 Se=78.8 49.5 Te=128.3	F=19.0 16.46 Cl=35.46 44.5 Br=79.9 46.8 I=126.8	Li=7.03 16.02 Na=23.05 16.08 K=39.13 46.3 Rb=85.4 47.6 Cs=133.0 71=2.35.5 Te=204.0	Be=9.3 14.7 Mg=24.0 16.0 Ca=40.0 47.6 Sr=87.6 49.5 Ba=137.1	Ti=48 42.0 Zr=90.0 47.6 Ta=137.6	Mo.=92.0 45.0 Vd=137.0 47.0 W=184.0	

-rasm. L.Meyer Elementlar sistemasi 1-varianti

1869 yilda D. Mendelejev Elementlar sistemasining 1-variantini e'lon qildi.

**Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente.** Von D. Mendelejeff. — Ordnet man Elemente nach zunehmenden Atomgewichten in verticale Reihen so, dass die Horizontalreihen analoge Elemente enthalten, wieder nach zunehmendem Atomgewicht geordnet, so erhält man folgende Zusammenstellung, aus der sich einige allgemeinere Folgerungen ableiten lassen.

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

30-rasm. D. Mendelejev Elementlar sistemasining 1-varianti

D.I.Mendelejevdan bir oz keyin, 1870 yilda J.L.Meyer o'zinig Elementlar Davriy sistemasini 2-variantini e'lon qildi.

## Julius Lothar Meyer (1830-1895)

Table from *Annalen der Chemie, Supplementband 7*, 354 (1870).

Periodic table according to Lothar Meyer, 1870

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	B=11,0	Al=27,3	--	--	--	?In=113,4	Tl=202,7	
	C=11,97	Si=28	--	--	--	Sn=117,8	--	Pb=206,4
	N=14,01	P=30,9	Ti=48	--	Zr=89,7	Sb=122,1	--	Bi=207,5
	O=15,96	31,98	V=51,2	As=74,9	Nb=93,7	Te=128,7	Ta=182,2	--
--	F=19,1	Cl=35,38	Cr=52,4	Se=78	Mo=95,6	J=126,5	W=183,5	--
			Mn=54,8	Br=79,75	Ru=103,5		Os=198,6 ?	
			Fe=55,9		Rh=104,1		Ir=196,7	
			Co=Ni=58,6		Pd=106,2		Pt=196,7	
Li=7,01	Na=22,99	K=39,04	Cu=63,3	Rb=85,2	Ag=107,66	Cs=132,7	Au=196,2	--
?Be=9,3	Mg=23,9	Ca=39,9	Zn=64,9	Sr=87,0	Cd=111,6	Ba=136,8	Hg=199,8	--

### 31-rasm. L.Meyer Elementlar sistemasi 2-varianti

1871 yil Mendeleev Elementlar sistemasining 2-variantini e'lon qildi. Bu variant vertikal guruhlar asosida yasalgan edi. Ayrim elementlar uchun guruhlarda joylar tashlab ketildi.

Tabelle II.

Reihen	Gruppe I. — R <sup>0</sup>	Gruppe II. — R <sup>0</sup>	Gruppe III. — R <sup>0</sup>	Gruppe IV. RH <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	Gruppe V. RH <sup>3</sup> R <sup>0</sup> O <sup>3</sup>	Gruppe VI. RH <sup>2</sup> RO <sup>3</sup>	Gruppe VII. RH R <sup>0</sup> O <sup>2</sup>	Gruppe VIII. — RO <sup>4</sup>
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	--=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	--=68	--=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	--=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Ce=133	Ba=137	?Di=138	?Co=140				
9	(—)							
10			?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184		Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208			
12				Th=231		U=240		

### 32-rasm. D. Mendeleev Elementlar sistemasi 2-varianti



<u>Predictions</u>		<u>Determinations</u>	
<u>Eka<sup>*)</sup> - aluminium</u>		<u>Gallium</u>	
		(discovered in 1875 by Lecoq de Boisbaudran)	
at. w.	68		69.9
sp. w.	6.0		5.96
at. vol.	11.5		11.7
<u>Ekaboron</u>		<u>Scandium</u>	
		(discovered in 1879 by Nilson)	
at. w.	44		43.79
oxide	$Eb_2O_3$ sp. w. 3.5		$Sc_2O_3$ sp. w. 3.864
sulphate	$Eb_2(SO_4)_3$		$Sc_2(SO_4)_3$
bisulphate	not isomorphous with alum		small narrow columns
<u>Ekasilicon</u>		<u>Germanium</u>	
		(discovered in 1886 by Winkler)	
at. w.	72		72.3
sp. w.	5.5		5.469
at. vol.	13		13.2
oxide	$EsO_2$		$GeO_2$
sp. w. oxide	4.7		4.703
chloride	$EsCl_4$		$GeCl_4$
boil. pnt. chloride	< 100°		86°
density chloride	1.9		1.887
fluoride	$EsF_4$		$GeF_4 \cdot 3H_2O$
not gaseous			white solid mass
ethyl compound	$EsAe_4$		$Ge(C_2H_5O)_4$
boil. pnt. ethyl compound	160°		160°
sp. w. ethyl compound	0.96		a little < 1

\*) Eka = Prefix being the Sanskrit numeral one

### 34-rasm. Kashf etilishi kutilgan elementlarga Mendeleev sharxi

Davriy qonunni kashf etishga eng yaqinlashgan olim nemis kimyogari Lotar Meyer bo'ldi.

**Davriy sistemaning tuzilishi.** Elementlar xossalari davriy ravishda o'zgarishiga asoslanib elementlar sistemasi bir necha davrga bo'linadi. 1-, 2- va 3 - davrlar faqat bir qatordan tuzilganligi uchun kichik, 4-, 5-, 6 - davrlarni katta, 7- davrni esa tugallanmagan davr deb atadi. Birinchi davrda 2 ta, ikkinchi va uchinchi davrlarda 8 tadan elementlar joylashgan. To'rtinchi va beshinchi davrlarda 18 tadan, oltinchi davrda 32 ta element joylashgan, yettinchi davr esa hali tugallanmagan. Har qaysi davr (birinchi davrdan boshqa) tipik metallardan (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) boshlanib, nodir gazlar (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) bilan tugallanadi.

**The Periodic Table of the Elements**

**Iron (Fe) Callout:**  
 atomic mass: 55.845  
 atomic number: 26  
 electronegativity: 1.83  
 chemical symbol: Fe  
 name: Iron  
 electron configuration:  $[Ar] 3d^6 4s^2$

**Legend:**  
 alkali metals (orange)  
 alkaline metals (yellow)  
 other metals (light green)  
 transition metals (green)  
 lanthanoids (light blue)  
 actinoids (dark blue)  
 metalloids (light purple)  
 nonmetals (purple)  
 halogens (dark purple)  
 noble gases (pink)  
 unknown elements (grey)

**Notes:**  
 + as of 2011, elements 113, 115, 117 and 119 have no official name designated by the IUPAC.  
 + 1 element + 64.000000.  
 + all elements are expected to have an oxidation state of 0.

### 35-rasm. Elementlarning zamonaviy davriy sistemasi

Litiydan ftorga va natriydan xlorga qarab elementlarning metallik xossalari kamayib, metallmaslik xossalari esa ortib boradi. Inert gazlar esa davrlardagi tipik metallmaslar bilan tipik metallarni ajratuvchi chegaradir. Birinchi davrdagi faqat bitta vodoridni, geliy keyingi davrdagi tipik elementlardan ajratib turadi. Demak, vodorod ham metall, ham metalmaslik xossalarga ega.

Katta davrlarda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga qaraganda sust o'zgaradi. Shu sababli katta davrlar juft va toq qatorlarga bo'lingan, chunki katta davrlarda elementlarning xossalari qo'shaloq-davriy o'zgaradi. Katta davrlarning juft qator elementlari faqat metallar bo'lib, ularda metallik xossalari chapdan o'ngga o'tgan sayin sustlashadi, lekin toq qatorlarda esa, metallik xossalar yanada zaiflashib, metallmaslik xossalari ortib boradi. Ikki qatorli to'rtinchi va beshinchi davrlarda ikkinchi va uchinchi davrlardan farq qilib, oraliq o'nlik elementlarni o'z ichiga oladi, ya'ni to'rtinchi davrdagi ikkinchi element Ca dan keyin 10 ta element (Sc-Zn dekadasi) joylashgan bo'lib, keyin davrning 6 ta elementi (Ga - Kr) joylashgan. Beshinchi davr elementlari ham, shu xilda joylashgan. Oltinchi davrdagi ikkinchi elementdan (Ba) keyin oraliq dekada elementlari (La-Hg) joylashishi kerak edi. Lekin La elementi katagiga 14 element (Ce-Lu), so'ngra

qolgan asosiy olti element (Tl-Rn) joylashgan. Bu xolni tugallanmagan yettinchi davr elementlarida ham ko'ramiz. Chunonchi, yettinchi davrdagi Ra elementidan keyin oraliq elementlarni Ac boshlab berib, u turgan katakka yana 14 element joylashtirilgan. Bung sababi, bu elementlarning xossalari zaryadlari ortib borishi bilan juda sust o'zgarishidir. Elementlarning davrlar boyicha bunday taqsimlanishi natijasida vertikal yo'nalishda bir-biriga o'xshash elementlar oilasi vujudga keldi. Bu elementlar oilasi guruhlar deb ataladi. Har qaysi guruh ikki guruhchaga bo'linadi. Tipik elementlardan tashkil topgan elementlarni asosiy guruhcha deb ataladi. Katta davrlarda joylashgan oraliq dekada elementlarini esa qo'shimcha guruhcha deb ataladi.

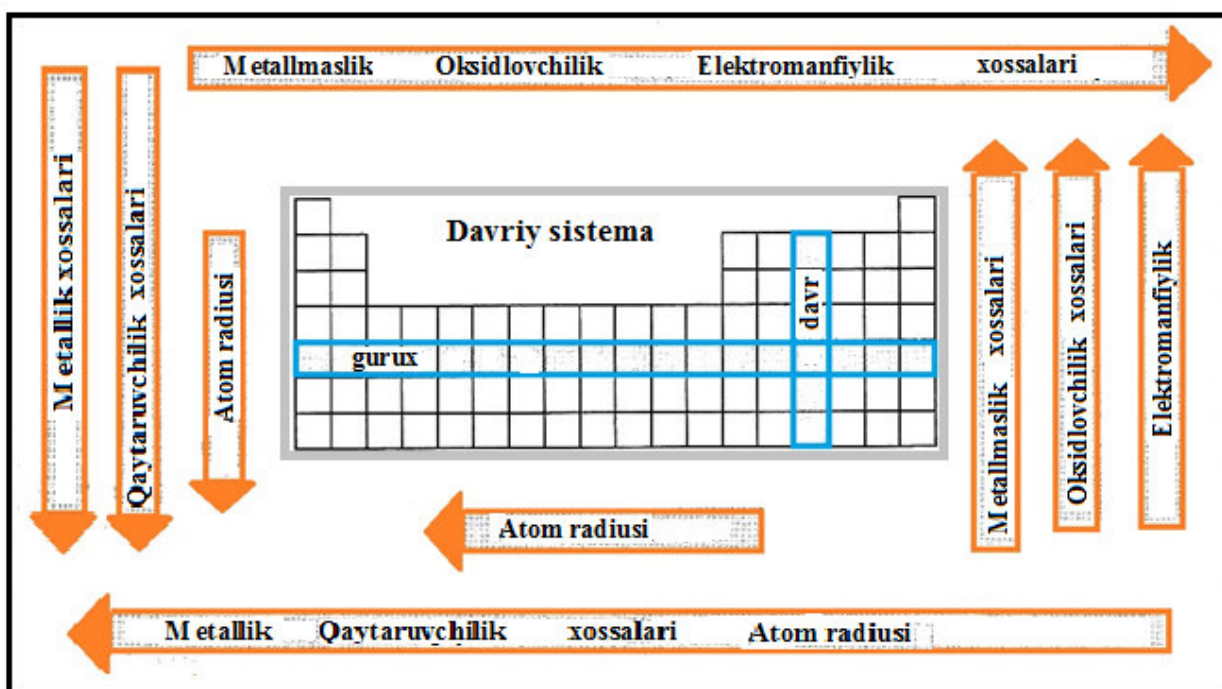
Asosiy guruhcha elementlari kimyoviy hossalari jihatidan qo'shimcha guruhcha elementlaridan farq qiladi. Bu farq guruhdan guruhga o'tgan sari o'zgarib turadi, ya'ni birinchi guruhda asosiy guruhcha bilan qo'shimcha guruhcha elementlari xossalarining farqi, ancha sezilarlidir. Gurux nomeri ortib borishi bilan bu farq kamayadi. Lekin yettinchi guruhga borib farq juda kattalashadi. Masalan: birinchi guruxning qo'shimcha guruxcha elementlari Cu, Ag, Au passiv elementlar bo'lib, faol bo'lgan litiy guruhchasi elementlaridan kimyoviy xossalari jihatidan keskin farq qiladi, uchinchi guruhda esa, ya'ni asosiy guruhcha bo'lgan bor guruhchasi (B, Al, Ga, In, Tl) bilan qo'shimcha guruhcha bo'lgan skandiy guruxchasi bilan galogenlarning ta'sirlashish xossalari orasida keskin farq bor. Lantanoidlar va aktinoidlar o'z xossalari bilan bir-birlariga yaqin bo'lganligi uchun ular ikkilamchi qo'shimcha guruhga joylashtirilgan.

Har qaysi guruh nomeri o'sha guruhga kiruvchi elementlarning kislorodga nisbatan eng yuqori valentligini ko'rsatadi. Lekin mis guruxchasida, VII va VIII guruh elementlarida bu qoidadan chetga chiqish kuzatiladi. Masalan, mis bir va ikki valentlik, oltin uch valentlik, VIII guruhning qo'shimcha guruhcha elementlaridan, faqat osmiy va iridiy 8 valentlik namoyon qiladi, VII guruxda faqat ftor bir valentlikni namoyon qiladi. Boshqa galogenlarning kislorodga nisbatan yuqori valentligi yettiga teng bo'ladi. Vodorodga nisbatan valentlikni asosiy guruhcha elementlari namoyon qilib, bu valentlik guruh nomeriga teng

bo'ladi. Elementlarning vodorodga nisbatan valentligi I guruhdan IV guruhgacha ortib boradi, IV guruhdan VIII guruhga qadar kamayib boradi, ularning kislorodga nisbatan valentligi esa ortib boradi. Har qaysi guruhda metallmaslarning kislorodga nisbatan valentligi bilan vodorodga nisbatan valentligi yig'indisi 8 ga teng bo'ladi. Har qaysi guruhda atom massa ortib borishi bilan elementlarning metallik xossalari kuchayib boradi. Bu o'zgarish asosiy guruhcha elementlarida yaqqol, qo'shimcha guruhcha elementlarida esa juda sust kuzatiladi.

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

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



36-rasm. Elementlar xossalarining davriy sistemadagi o'rniga bog'liqligi: strelkalar xossalarning kuchayishini ko'rsatadi

2. **Vertikal yo'nalishda:** davriy sistemaning vertikal ravishda joylashgan elementlari guruh boyicha bir-biriga o'xshaydi.

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

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

Shularga asoslanib davriy sistemadagi elementlarning fizik va kimyoviy xossalarini bilgan holda, noma'lum element xossalarini oldindan aytib borish mumkin.

Hozirgi vaqtda ikki usul - D.I.Mendeleev va solishtirib hisoblash usullari bilan aniqlash mumkin.

Mendeleyev usulida, elementlarning xossalari uning atrofida joylashgan elementlarning fizik va kimyoviy xossalari arifmetik yig'indisidan olingan o'rtacha miqdor bilan aniqlanadi. Masalan, galliy, kremniy, mishyak va qalay nisbiy atom massalarining yig'indisi 4 ga bo'linsa, germaniyning nisbiy atom massasi kelib chiqadi. Ya'ni: (bu son germaniyning nisbiy atom massasi 75,6 ga yaqin keladi).

Yoki selenning chap va o'ng tarafida turgan mishyak va brom  $AsH_3$  va  $HBr$  tarkibli vodorodli birikmalarni hosil qiladi, tepasida va pastida joylashgan oltingugurt va tellur elementlarning  $H_2S$ ,  $H_2Te$  vodorodli birikmalarining xossalarini, ya'ni suyuqlanish va qaynash haroratlari, suvda eruvchanligi, qattiq va suyuq holatdagi zichliklari miqdorining o'rtacha arifmetik yig'indisini to'rtga bo'lib, selenning vodorodli birikmasi  $H_2Se$  ning yuqorida keltirilgan xossalarini aniqlash mumkin. Bu usul hozirgi paytda xossalari noma'lum bo'lgan moddalarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

Davriy jadval elementlar atom nomerlari ortib borishi tartibida, ularning o'xshash xossalari, vertikal ustunlarda joylashtirilgan elementlar majmuasiga taalluqlidir. Bir vertikal ustunga joylashgan elementlar davriy oilacha yoki

guruhni tashkil etadilar. Elementlarning katta qismini tashkil etuvchi davriy jadvalning chap qismida joylashgan metall elementlar bilan bir qatorda uning o'ng qismida nometall (metalmas) elementlar joy olgandir.

Jadvalning hozirgi vaqtda to'rt yuzdan ortiq varianti, jumladan o'zbek olimlari taklif etgan variantlari ham ma'lumdir.

### **Molekulalarning fazoviy tuzilishi. Molekulalarning geometrik konfiguratsiyasi.**

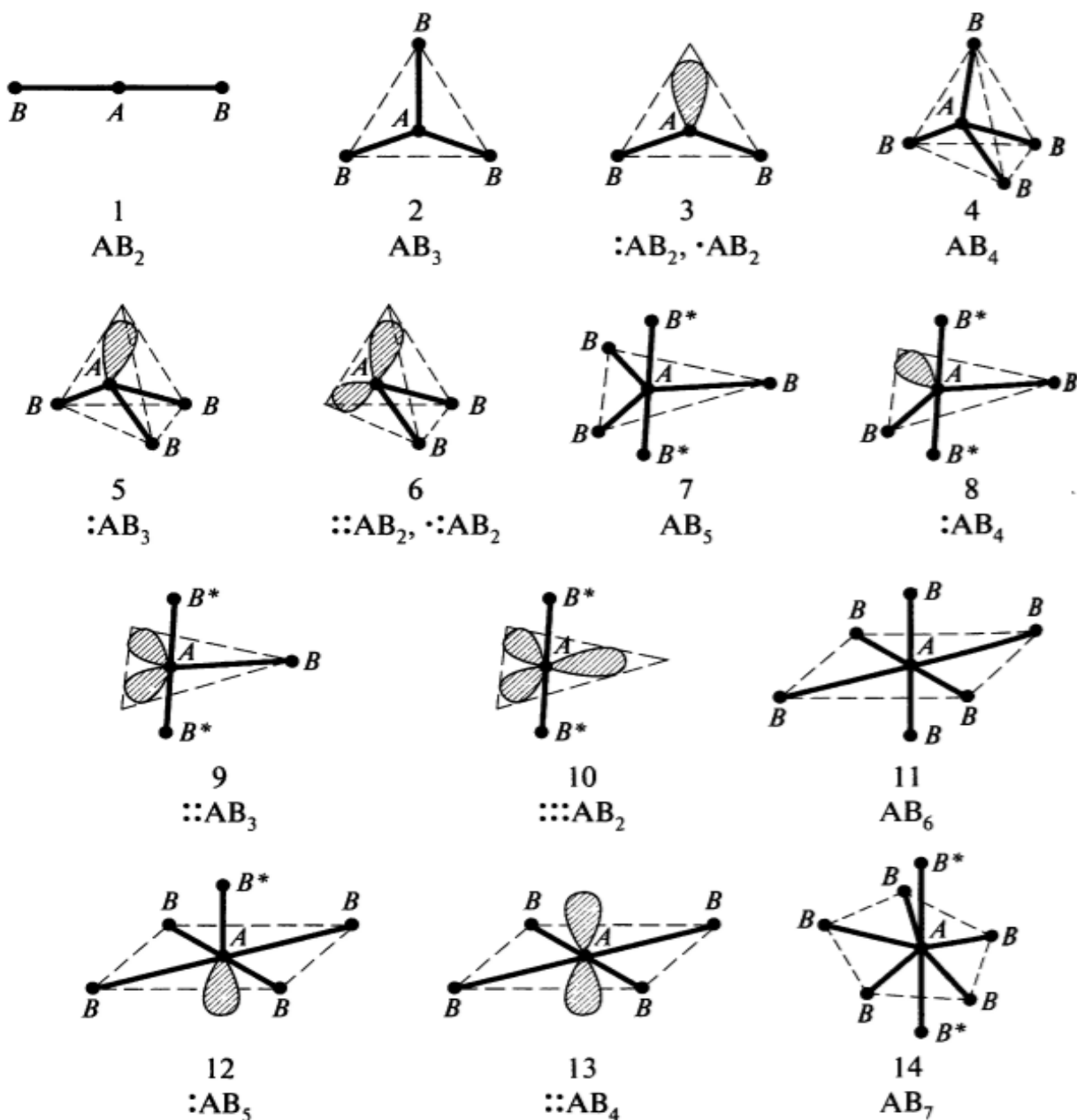
Kvant mexanika kimyoviy bog' (valentlik) yo'nalishga ega ekanligini ko'rsatdi. Bu narsa valent elektronlar egallab turgan atom orbitallarning xiliga bog'liq.

#### **5-jadval**

#### **Molekuladagi bog'lararo burchakning atom orbitallari turiga bog'liqligi**

<b>№</b>	<b>Bog'lanishlar turi</b>	<b>Yo'nalish burchagi</b>
1	p	$90^0$
2	sp	$180^0$
3	sp <sup>2</sup>	$120^0$
4	sp <sup>3</sup>	$109^028'$
5	sp <sup>2</sup> d	$90^0$
6	sp <sup>3</sup> d <sup>2</sup>	$90^0$

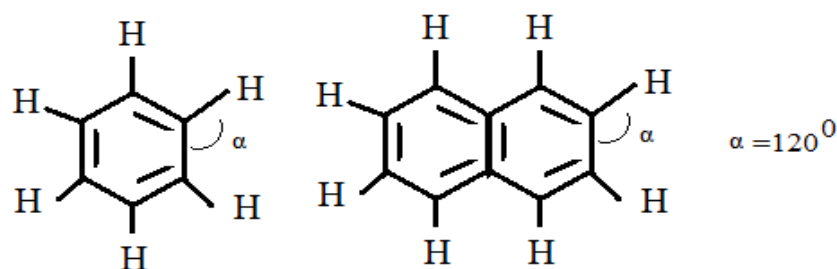
Demak, molekulalar o'z geometrik tuzilishiga qarab sferik (s), to'g'ri burchakli (p), chiziqli (sp), planar (sp<sup>2</sup>), tetraedrli (sp<sup>3</sup>), planar kvadratlik (sp<sup>2</sup>d), oktaedrik (sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>) bo'lishi mumkin.



37-rasm. Birikmalarning formulasi, elektron tuzilishi, gibridlanishi va geometric shakllari orasidagi bog'liqlik.

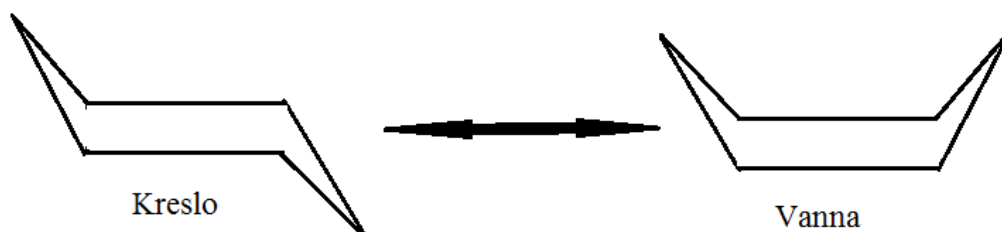
Boshqacha hollar ham bo'lishi mumkin. Bog` hosil qiluvchi elektronlarning qanday AO (atom orbital) larni tutganligiga qarab molekular turli fazoviy tuzilishga ega bo`ladi. Bunday masalalarni stereoximiya o`rganadi.

Karrali bog`lar bilan bog`langan uglerod atomlari asetilen kabi chiziqli yoki etilen kabi planar (qo`sh bog`li) molekularni hosil qiladi. Benzol va naftalin molekulari ham planardir (18-rasm), chunki ularda  $sp^2$  xilidagi gibridlanish mavjud.



**38-rasm. Benzol va Naftalinning tuzilishi**

Bunday fazoviy tuzilish o'z navbatida aromatiklikni ta'minlaydi.  $\pi$ -bog'larini hosil qiluvchi va 2p orbitallarda joylashgan p – elektronlar o'zaro to'liq qoplanadi. Bunday qoplanishning butun halqa bo'yicha ro'y berishi aynan aromatiklikni belgilaydi. Siklooktatetraenda  $\pi$ - bog'lari o'zaro fazoda joylashganligi uchun ular qoplana olmaydi. Aromatiklik ro'yobga chiqa olmaydi. Sikloalkanlarda "Vanna" va "Kreslo"-konformatsiyalarining paydo bo'lishi ham mumkin.



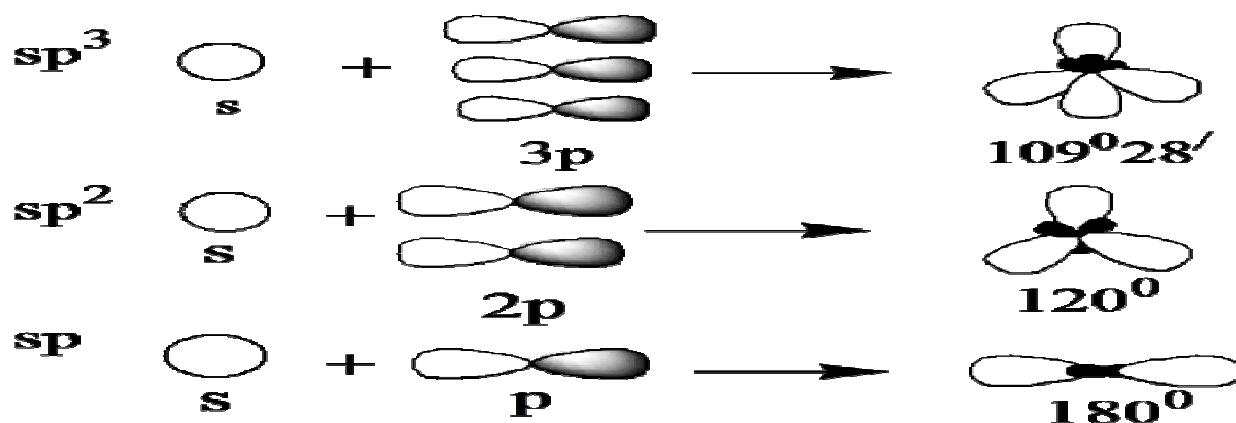
**39-rasm. Konformatsiya shakllari**

Bu konformatsiyalar osonlik bilan bir-biriga o'tib turadi. Ammo potensial to'siqning qiymati katta bo'lsa, molekulalarning kinetik energiya zahirasi uni yengib o'tishga yetmaydi va konformatsiyalar o'zaro barqaror bo'ladi.

**Gibridlanish.** Har qanday molekulaning energetik jihatdan turg'unlikka intilishi natijasida undagi bog'lar yo'nalishi ma'lum burchaklarga ega bo'lib, yo'nalganlikni yuzaga keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, molekula geometriyasi atomlar orasidagi bog'ning uzunligi bilan ham bog'liq bo'ladi. Har bir sistemaning minimal energiyaga ega bo'lishga intilishi natijasida elektron bulutlarning fazoviy

joylashishi ma'lum vaziyatda bo'lishiga olib keladi. Shundagina molekuladagi kovalent bog' energiyasi maksimal qiymatga ega bo'ladi.

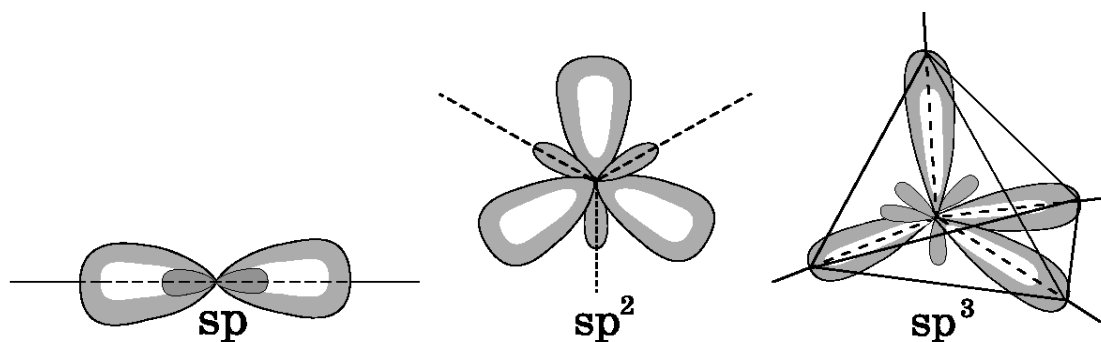
Valent bog'lanish nazariyasi (VBN) - ayni bir energetik pog'onalar tarkibidagi turli simmetriyali (s-, p-, d – va hokazo) pog'onachalar elektronlarining to'lqin tabiati tufayli qo'shilishi natijasida, simmetriyalari oraliq holatga ega bo'lgan yangi shakldagi gibrid orbitallar hosil bo'lishini tushuntirib beradi.



40-rasm. Turli gibrid orbitallar hosil bo'lish.

Gibridlanishda bitta elektronga ega bo'lgan s- orbital bilan bitta, ikkita yoki uchta p-orbitallar qatnashgan, fazoviy simmetriyalari turlicha bo'lgan gibrid orbitallar paydo bo'ladi. Gibridlanish jarayonida nechta atom orbitallar qatnashgan bo'lsa, yangi holatdagi gibrid orbitalar soni ham shuncha bo'ladi.

2 – davrdagi elementlarning eng ko'pi bilan 4 ta (bir s va uchta p) orbitallari hisobiga faqat 4 ta gibrid orbitallar hosil bo'lishi mumkin, lekin ular turli fazoviy vaziyatlarda bo'ladi.



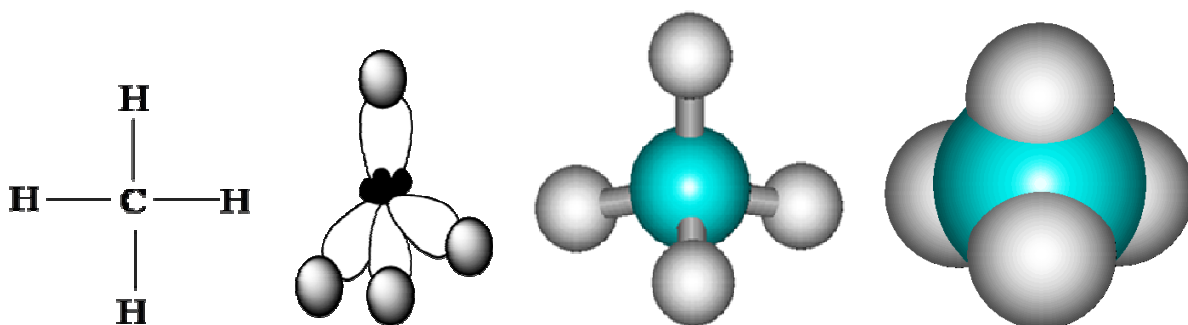
41-rasm. Turli gibridlanishda fazoda elektron bulutlar joylashuvi

Molekulani hosil qilishda to'rtta  $sp^3$ - gibril orbitallar qatnashgan molekulada bog'langan atomlarning fazoviy holati tetraedr shaklga ega bo'ladi. Markaziy atom atrofidagi bog'langan atomlar tetraedrning cho'qqilarida joylashgan.



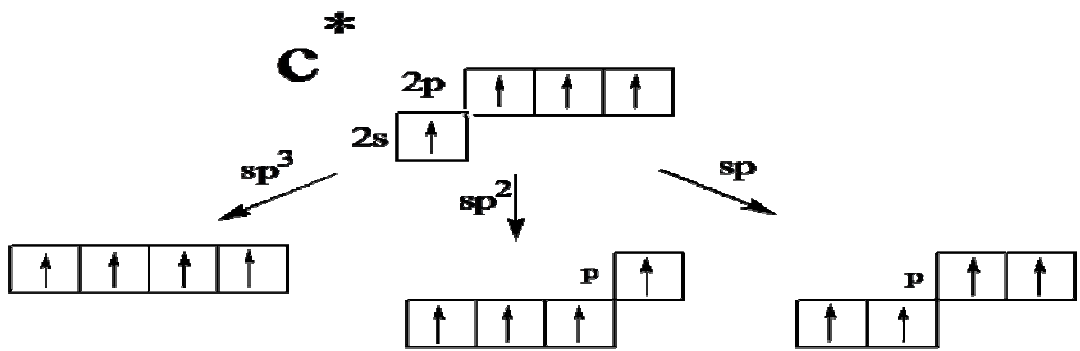
**42-rasm. Cheklangan hajmli fazoda havo sharlarining (pufaklar) o'zaro joylashishi**

Agar bog'langan atomlar tabiati bir hil bo'lsa bog'lar yo'nalishi orasidagi burchak  $109^{\circ}28'$  yoki  $109.5^{\circ}$  bo'ladi (masalan,  $CH_4$ ).



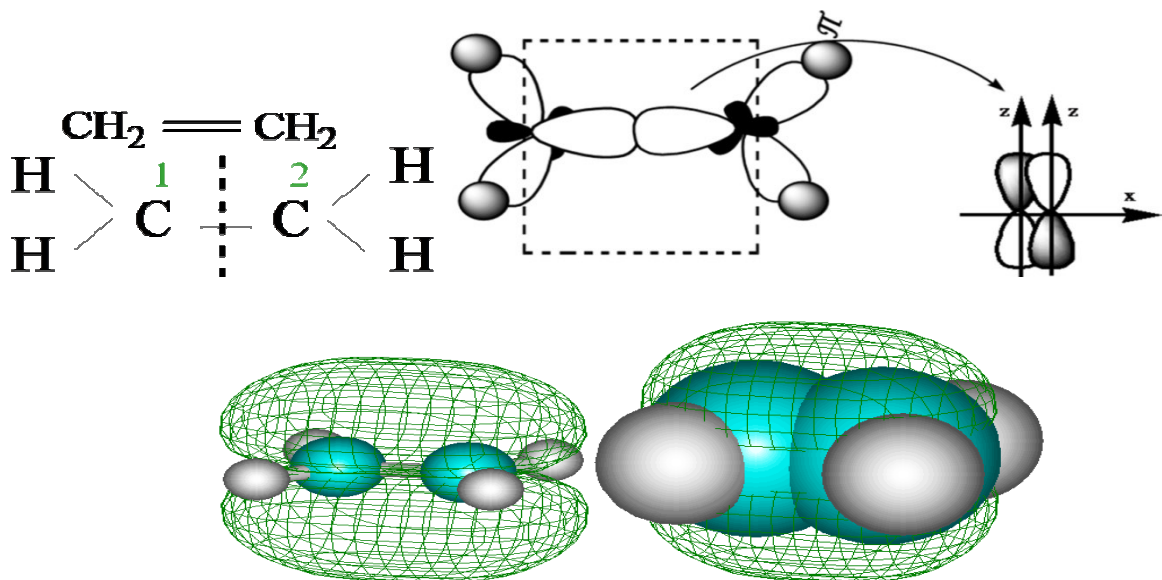
**43-rasm. Metan molekulasining turli modellarda tasvirlanishi**

Agar bog'langan atomlar turli tabiatga ega bo'lsa, unday molekulaning geometriyasida muntazam tetraedr o'rniga, hossalari bilan farq qiladigan atomlar bog'ining uzunligi, qisqargan yoki uzunroq bo'lganligi sababli qisman o'zgargan shaklli tetraedr hosil bo'ladi.



44-rasm. C atomining turlicha gibridlangan xolatga o'tishi

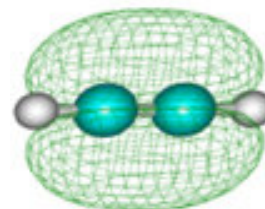
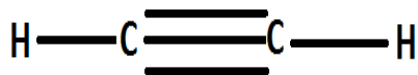
Molekulani hosil qilishda 3 ta  $sp^2$  gibrid orbitallar va bitta p- orbital (bu p- orbital  $\pi$ -bog' hosil qilishda ishtirok etadi) qatnashganda markaziy atom atrofida bog'langan atomlar soni 3 ta bo'ladi. Ulardan biri markaziy atom bilan qo'sh bog' orqali bog'langan bo'lib, atomlar joylashgan yo'nalishlar orasidagi burchak  $120^\circ$  ga teng bo'ladi (masalan, etilen molekulasini, benzol halqasidagi uglerod atomlari va h.k.).



45-rasm. Eten molekulasining turli modellar orqali tasvirlanishi

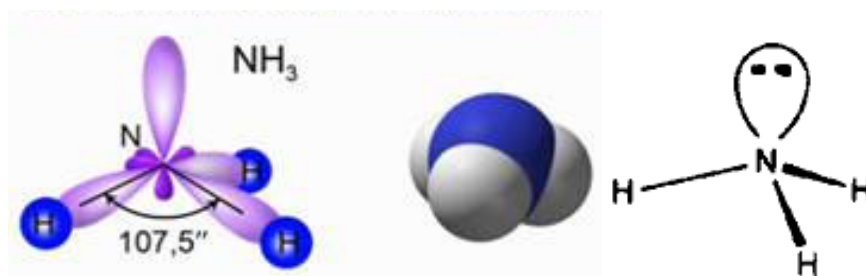
Molekulani hosil qilishda ikkita  $sp$ - gibrid orbitallar va  $\pi$ - bog' hosil qilishda 2 ta p-atom orbitallar qatnashganda markaziy atom ikkita atom oralig'ida joylashadi, molekula chiziqli geometriyaga ega bo'ladi, yo'nalishlar orasidagi burchak  $180^\circ$  bo'ladi. ( $BeH_2$ ,  $BeF_2$  molekullari). Markaziy atom bog'langan

atomlarning biri bilan uchta bog' (1 ta  $\sigma$ - va 2ta  $\pi$ -) yoki ikkalovi bilan qo'sh bog'lar orqali bog'langan bo'ladi (ikkala holda ham markaziy atom ikkita  $\pi$ - bog'ga ega bo'ladi). Bunday molekullarda CO<sub>2</sub> (O=C=O), asetilen (H-C≡C-H) va boshqalar misol bo'la oladi.



**46-rasm. Etin molekulasining turli modellarda tasvirlanishi**

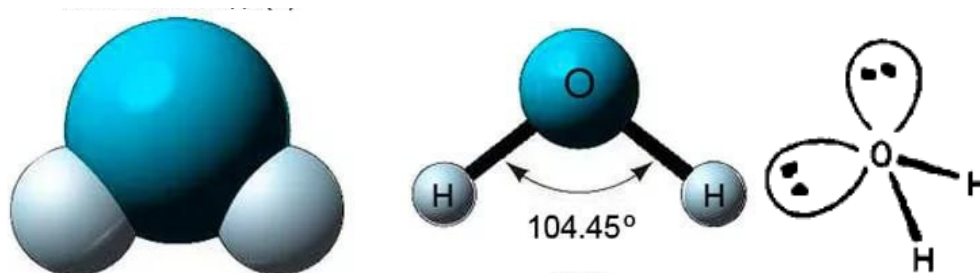
Ammiak molekulasini hosil qilishda 3 ta  $sp^3$  – gibril orbitallar H atomi bilan bog' hosil qilishda qatnashadi va 4-  $sp^3$  gibril orbital taqsimlanmagan erkin elektron (bog' hosil qilishda qatnashmagan) jufti bilan band bo'ladi. Bunday elektronlar jufti, bog' hosil qilishda qatnashmaydi. Bu elektron juft tetraedrning cho'qqilaridan biri tomon yo'nalgan va ma'lum sharoitda qo'shimcha bog' hosil qilishda donorlik vazifasini bajaradi. Ammiak molekulasining geometriyasi uchburchakli piramida shaklda bo'ladi (4 ta atomning fazoviy holati).



**47-rasm. Ammiak molekulasining geometriyasi**

Suv molekulasidagi kislorod atomining elektronlari ham to'rtta  $sp^3$  gibril orbitallar hosil qiladi, ulardan ikkitasi suv molekulasini hosil qilishda qatnashsa, qolgan ikkitasi taqsimlanmagan elektronlar jufti bilan band bo'ladi. Kislorod bilan vodorod atomlari orasidagi burchak tetraedrning qo'shni cho'qqilari orasidagi

yo'nalishga ega bo'ladi. Erkin elektron juftlari tetraedrning qolgan ikki cho'qqisi tomon yo'nalgan bo'ladi:



**48-rasm. Suv molekulasining geometriyasi**

Suv molekulasini protonga ega bo'lgan moddalar (masalan, HCl eritmasi), bilan reaksiyada qatnashsa, hosil bo'lgan gidroksoniy kationida kislorodning taqsimlanmagan  $sp^3$  gibril orbitallaridan biri donorlik, kislotaga protoni esa akseptorlik vazifasini bajaradi va gidroksoniy kationi ammiak molekulasini kabi shaklga ega bo'ladi. Gidroksoniy ionida kislorod atomining valentligi uchga teng bo'ladi. VII guruh elementlarining vodorodli birikmalarida 4 ta  $sp^3$  gibril orbitallardan bittasi H atomi bilan bog' hosil qilishda qatnashsa, qolgan 3 tasi erkin elektronlar jufti bilan ishg'ol etilgan. Ulardagi elektronlar buluti tetraedrning qolgan uchta cho'qqilari tomonga yo'nalgan bo'ladi.

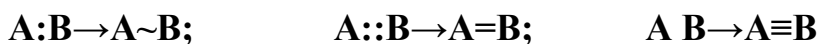
Taqsimlanmagan elektron juftlari orasidagi o'zaro itarishuv kuchlari bog' hosil qilishda qatnashgan bog'lovchi orbitallar orasidagi itarishishdan ko'ra kuchliroq bo'ladi, shu sababli  $CH_4$  va  $NH_4^+$  da burchak  $109^{\circ}28'$ ,  $NH_3$  da  $107.3^{\circ}$  va  $H_2O$  da esa  $104.5^{\circ}$  bo'ladi.

**Kimyoviy bog' tabiati.** Molekulada atomni tutib turadigan kuchlarning yig'indisiga kimyoviy bog'lanish deyiladi. Kimyoviy bog'lanish paytida element atomlarining tashqi va tashqidan oldingi energetik pog'onachalaridagi elektronlar ishtirok etadi va qayta taqsimlanadi. Kimyoviy bog'lanishda ishtirok etuvchi bu elektronlar valent elektronlar deyiladi.

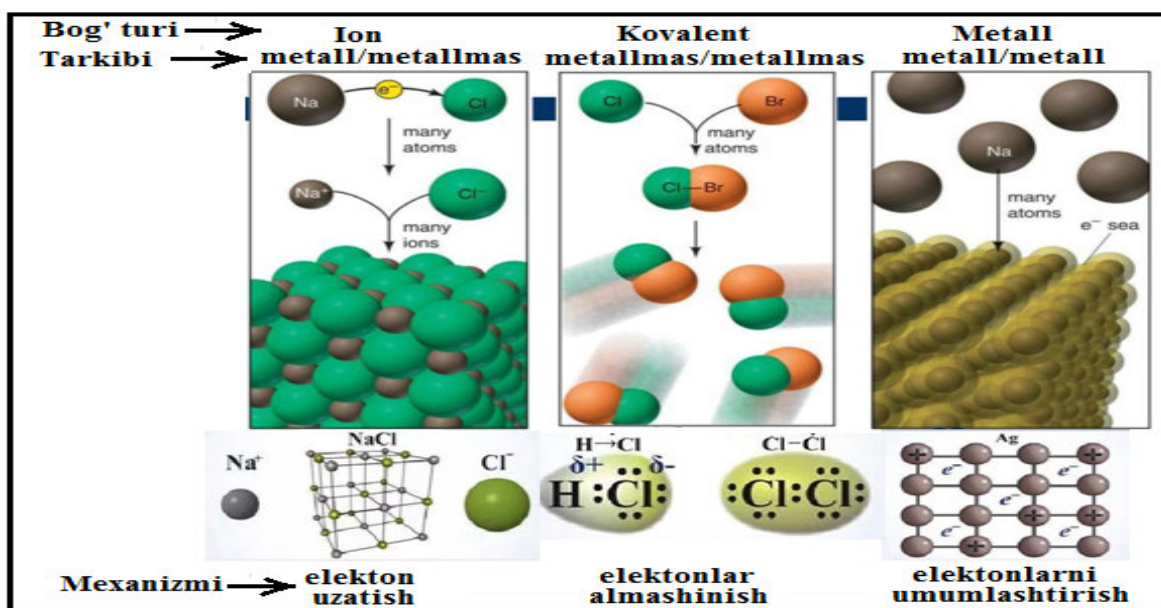
Bosh guruh elementlari tashqi qavat elektronlari bilan, yonaki guruh elementlari tashqi va tashqidan oldingi ikkinchi qavat elektronlari bilan kimyoviy

bog'lanishda ishtirok etishi mumkin. Ularning maksimal sonini elementning davriy sistemadagi o'rnidan, ya'ni guruh raqamidan bilish mumkin (ayrim elementlar mustasno). Element atomlari tashqi energetik pog'onalarini tugallashga intiladi. Buning uchun ayni atom boshqa atomlardan elektron olishi yoki valent elektronlarini birgalikda juftlashtirishi, yoxud boshqa atomga elektron berishi mumkin. Element atomlari orasida qanday bog'lanish vujudga kelishi elementlarning elektromanfiyligiga bog'liq.

**Kimyoviy bog'lar elektron tabiatiga ega.** Ular elektronlar jufti vositasida yuzaga keladi. Bitta elektron juft bir valentli bog' orqali, ikkita elektron juft ikkita bog' (qo'sh bog') orqali, uchta elektron juft uch bog' orqali ifodalanadi:



Kimyoviy bog'ning tabiati bog' hosil qilgan elementlarning nisbiy elektromanfiyligi (NEM) farqiga bog'liq. Agar NEM farqi 0 ga teng yoki juda kam farq qilsa, bog' qutbsiz kovalent, agar farq 1,5 dan kichik bo'lsa, bog' qutbli kovalent, 1,5 dan katta bo'lsa bog' ionli bo'ladi.



49-rasm. Kimyoviy bog' turlari

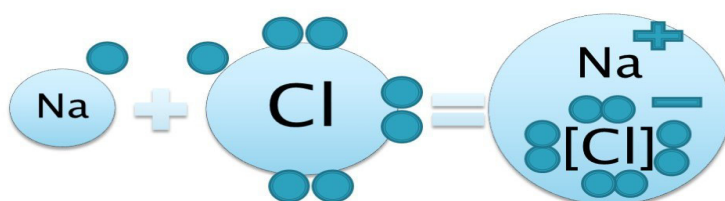
**Ion bog'lanish** - ionlar orasida elektrostatik tortishuv tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog'lanishdir. Ionli bog' faol metallar va metallmaslar o'rtasida yuzaga keladi. Masalan: Li-O, Na-F, K-H, Ca-Cl. Bu bog'lanishlarning qaynash va suyuqlanish temperaturasi yuqori va termik barkarordir. Ion bog'lar

qutbli erituvchilarda oson ionlanadi. Eritmalarda va suyuqlanmalarda elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Ion bog'lanishda elektromanfiyliklar ayirmasi 1,5 dan katta.

Qutbli kovalent va ionli bog'lanishga ega moddalar formulasini yozishda avval musbat zaryadli element, so'ng manfiy zaryadli element yoziladi. Masalan:

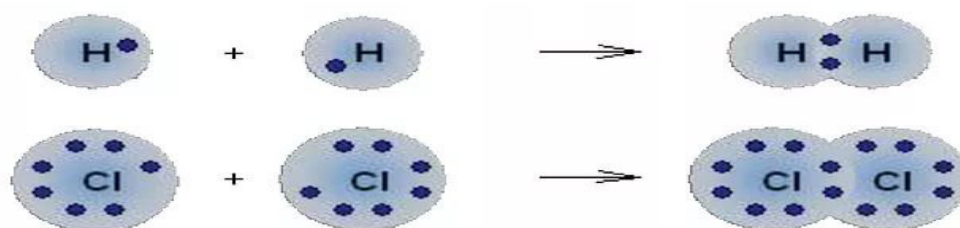


Kovalent bog'lanish (Lyuis 1916y.) - umumiy elektron juftlari vositasida hosil bo'ladigan bog'lanish.



**50-rasm. Ion bog' xosil bo'lish mexanizmi**

**Qutbsiz kovalent bog'lanish** - bir xil element atomlarining yoki elektromanfiyliklari bir xil bo'lgan elementlarning elektron juft vositasida xosil qiladigan bog'lanishdir. Bu holatda umumiy elektronlar jufti xosil bo'ladi, elektron bulut fazoda ikkala atomning yadrolariga nisbatan simmetrik taqsimlanadi. Bu bog'lanishning qaynash va suyuqlanish temperaturasi past, qutbli erituvchilarda ionlanmaydi va elektr tokini o'tkazmaydi.



**51-rasm. Qutbsiz kovalent bog' xosil bo'lish mexanizmi**

Qutbsiz kovalent bog'lanishda elektromanfiyliklar ayirmasi 0 dan 0,4 gacha bo'ladi. Qutbsiz molekular: chiziqli tuzilishga ega bo'lgan molekularlarda (sp-gibridlanish) markaziy atom atrofida joylashgan atomlar bir xil tabiatli bo'lsa (BeCl<sub>2</sub>, BeH<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) molekula qutbsiz bo'ladi. Masalan: Cl<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>8</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>2</sub> kabi moddalar va sp<sup>2</sup> - gibridlangan orbital

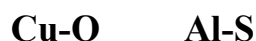
ishtirokida xosil bo'lgan va uchchala atomlari bir xil bo'lgan molekullar ( $\text{BH}_3$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ) ham qutbsiz bo'ladi. Kimyoviy bog'ning dipol momenti noldan farqli bo'lsa, bog' qutblangan deyiladi:

$$\mu = q \cdot l.$$

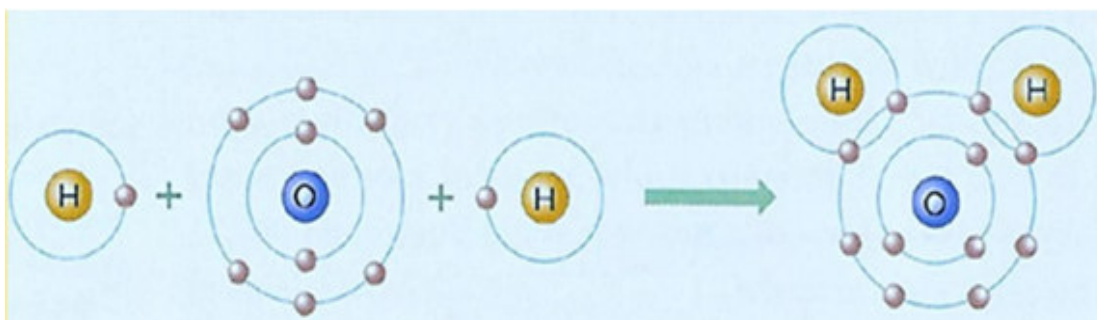
**Qutbli kovalent bog'lanish** - har xil element atomlarining elektron juft vositasidagi bog'lanishi. Elektron buluti nisbiy elektromanfiyligi katta atomga tomon siljigan bo'ladi. Qutbli kovalent bog'lanishli moddalarda elektromanfiyliklar ayirmasi 0,4 dan 1,7 gacha buladi. Masalan:



Shuningdek, ba'zi kam faol metallar va metallmaslar o'rtasidagi bog' ham qutbli kovalent bog' sanaladi. Masalan:



Qaynash va suyuqlanish temperaturasi past bo'lib, qutbli erituvchilarda ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) bog'lanish ion bog'lanishga aylanadi.



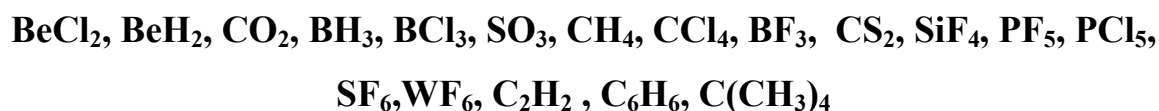
**52-rasm. Qutbli kovalent bog' xosil bo'lish mexanizmi**

**Kovalent bog' - to'yinuvchanlik, yo'nalganlik, karralilik, qutblanuvchanlik va qutbli erituvchilarda eruvchanlik kabi xususiyatlar bilan tavsiflanadi.** Boshqa bog'larda bu xususiyatlar yo'q.

*Bog'larning to'yinuvchanligi* - atomlarning cheklangan miqdordagi bog'lar hosil qilish xususiyatidir. Elementlar atomlarining valent elektronlarining hammasi bog' hosil qilishda qatnashgandan so'ng element o'zining to'yinuvchanlik xususiyatini namoyish qiladi.

*Bog'larning yo'naluvchanligi* - uni xosil qilishda ishtirok etadigan s-, p-, d- va f-orbitallar ishtirokida  $\sigma$ -,  $\pi$ - va  $\delta$ -bog'larning fazoning ma'lum yo'nalishida joylashganligi natijasida yuzaga kelib chiqadi. Bog' hosil qilayotgan elektron juftlar atom orbitallari va gibridlangan orbitallarning elektron bulutlari maksimal to'plangan qismlarining o'zaro qoplashgan fazoviy qismlarida joylashgan bo'ladi. Har qanday molekulaning energetik jixatdan turg'unlikka intilishi natijasida undagi bog'lar yo'nalishi ma'lum burchaklarga ega bo'lib, yo'naluvchanlikni yuzaga keltirib chiqaradi.

*Bog' qutbliligi*- elektromanfiylik qiymatining ayirmasi qanchalik katta bo'lsa bog' qutbliligi shuncha yuqori bo'ladi. Bog'i qutbli, molekulasi esa qutbsiz bo'lgan molekular:



*Bog' uzunligi* – elektromanfiylik qiymatining ayirmasi qanchalik katta bo'lsa bog' uzunligi shuncha qisqa bo'ladi.

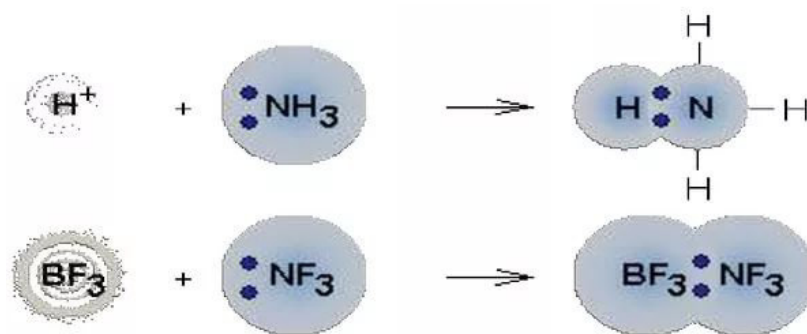
*Bog' barqarorligi* - elektromanfiylik qiymatining ayirmasi qanchalik katta bo'lsa bog' barqarorligi shuncha katta bo'ladi.

*Bog' energiyasi* – molekuladagi ayni bog'ni batamom uzish uchun sarf bo'ladigan energiyadir. Bog' energiyasi eV yoki kJ/mol bilan ifodalanadi.

**Donor-aktseptor bog'** bir elementning bo'sh energetik pog'onachasi va boshqa bir elementning taqsimlanmagan (bo'sh) elektron jufti orasida yuzaga keladi. Donor-aktseptor bog' ishtirok etadigan moddalarga misollar:

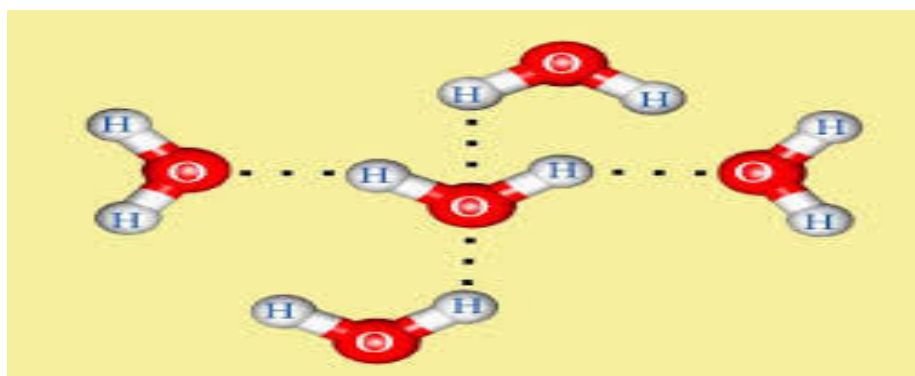


Donor element - elektron beruvchi, aktseptor - elektron oluvchi element. Aktseptorlik xususiyati 2,3,4 guruhlarning asosiy guruhcha elementlarida va d elementlarning ayrimlarida kuzatiladi. Donorlik xususiyati 5,6,7- guruhlarning asosiy guruhcha elementlarida kuzatiladi



**53-rasm. Donor-aktseptor bog' xosil bo'lish mexanizmi**

**Vodorod bog'** - vodorod atomlari va kuchli elektromanfiy elementlar (O, Cl, N) orasida yuzaga keladi. Vodorod bog' quyidagi moddalarda uchraydi: H<sub>2</sub>O, HCl, NH<sub>3</sub>, spirtlar, karbon kislotalar, aminlar, aminokislotalar, oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar. Vodorod bog'li moddalar o'ziga o'xshash tipdagi moddalarga nisbatan yuqoriroq haroratda qaynashi bilan farq qiladi. Masalan, H<sub>2</sub>O ning qaynash harorati H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>Se, H<sub>2</sub>Te larnikidan yuqoriroq hisoblanadi.

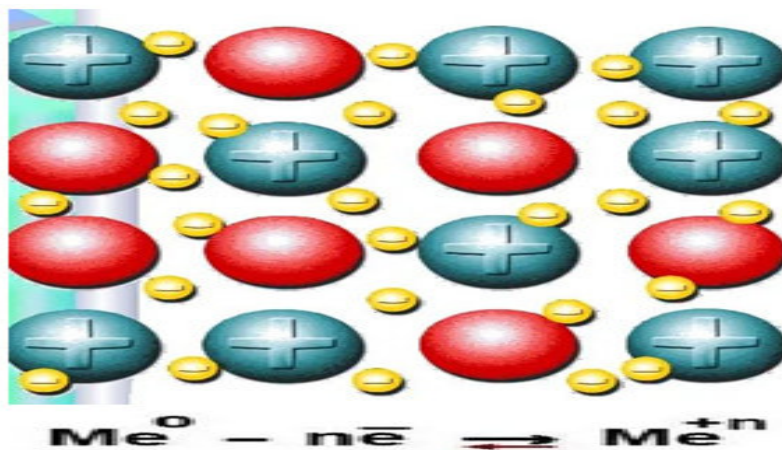


**54-rasm. Vodorod bog' xosil bo'lish mexanizmi**

Vodorod bog'lanish 4 xilda bo'lish mumkin:

1. Ko'p molekullarni birlashtiruvchi (suv kabi), NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, birlamchi, ikkilamchi aminlar.
2. Faqat donorlar xosil qiladigan (karbon kislotalar) turlari.
3. Vodorod atomi 2 ta molekula anionini bog'lashi (F<sup>-</sup> dan HF<sup>2-</sup> - ftoroniy ionining xosil bo'lishi.).
4. Ichki molekulyar vodorod bog'lanish - (orto-xlorfenol, salitsil kislota, orto-nitrofenol, DNK va RNK molekullarining qo'sh spirali, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, diollar, oqsil.)

**Metall bog'lanish.** Ko'pchilik metallarning o'zlariga xos bir necha xususiyatlari mavjud bo'lib, bu bilan ular boshqa oddiy va murakkab moddalardan farq qiladi. Metallarning suyuqlanish va qaynash haroratlarining yuqori bo'lishi, metall sirtidan yorug'lik va tovushning qaytishi, ulardan issiqlik va elektr tokining yaxshi o'tishi, zarba ta'sirida yassilanishi kabi xossalari metallarning eng muhim fizik xossalari hisoblanadi. Bu xossalari faqat metallarga mansub bo'lgan metall bog'lanish mavjudligi bilan tushuntiriladi. Ma'lumki, barcha metallar kristall moddalardir. Metall kristallaridagi panjara tugunlarining bir qismida ion joylashgan bo'ladi. Metallarning tashqi energetik pog'onalaridagi valent elektronlari atom yadrosi bilan kuchsiz bog'langani uchun oson uziladi. Uzilgan elektronlar atomlar va ionlar oralig'ida harakatlanib yuradi, agar erkin elektron birona elektronini yo'qotgan atomga (ionga) yaqin kelib qolsa, unga birikib, ionni neytral atomga aylantiradi. Demak, erkin elektronlar goh bir ion, goh ikkinchi ion atrofida aylanib yuradi va metall kristallidagi barcha atomlar (ionlar) orasida bog'lanish hosil qiladi. Kimyoviy bog'lanishning bunday turi metall bog'lanish deyiladi, metall bog'lanish - musbat ionlar bilan umumlashgan elektronlar hisobiga vujudga keladigan bog'lanishdir.



**55-rasm. Metall bog' xosil bo'lish mexanizmi**

**$\sigma$  bog' (sigma) orbitallarning yadrolarni tutashtiruvchi o'q ustida bir-birini qoplashi natijasida yuzaga keladi.**

**$\pi$  bog' (pi) orbitallarning yadrolarni tutashtiruvchi o'qdan tashqarida bir-birini qoplashi natijasida yuzaga keladi.**

Har qanday ikki atom orasidagi odinar (bir valentli) bog' sigma bog' sanaladi. Qo'shbog' (ikki valentli bog') ning bittasi sigma, bittasi pi bog' sanaladi. Uchbog'ning bittasi sigma, ikkitasi pi bog' sanaladi. Masalan, H-O-C $\equiv$ N molekulasida 3 ta sigma va 2 ta pi bog' bor.

Davrlar oxirida turgan elementlar elektron biriktirib olishga moyilliklari kuchli. Chunki ularning atom radiuslari kichik, tashqi qobig'i to'lishi uchun oz sondagi elektronlar yetishmaydi xolos. Ular uchun elektron berishdan ko'ra tashqi qobig'ini to'ldirish osonroq.

Davrlar boshida turgan elementlar elektron berishga moyil. Chunki, ularning atom radiuslari katta, tashqi qobig'ida oz sonli elektronlar bor. Ular uchun tashqi qobig'ini to'ldirishdan ko'ra elektronlarini berish osonroq.

Elementdan bitta elektron olish uchun sarflash kerak bo'ladigan energiya ionlanish potentsiali deyiladi. Ionlanish potentsiali davr oxiridagi guruhlarining yuqorisida joylashgan elementlarda katta bo'ladi.

Element bitta elektron biriktirib olganda ajralib chiqadigan energiya elektronga moyillik deb ataladi.

Nisbiy elektromanfiylik (NEM) elementlarning elektron berishi va olishi bilan bog'liq kattalik. Nisbiy elektromanfiylikni aniqlash uchun elementning ionlanish potentsiali va elektronga moyilliklari yig'indisini litiynikiga bo'linadi, ya'ni, elementlarning NEM L.Poling taklif etgan shkalaga asosan Litiyga nisbatan aniqlanadi.

$$EM = E + I \quad \text{yoki} \quad EM = \frac{E + I}{2}$$

**Molekulalararo ta'sir turlari (MT).** Kimyoviy elementlarning atomlari o'rtasidagi o'zaro moyillik tufayli ular kovalent (qutbsiz yoki qutbli), ion, metall bog'lari vositasida xilma xil oddiy va murakkab moddalarni hosil qilish qobiliyatiga ega. Buning natijasida molekulalar, atom yoki ioni tuzilishga ega bo'lgan kristall moddalar va metallar hosil bo'ladi, lekin bunday kimyoviy

bog'lardan tashqari, hosil bo'lgan moddalarning molekulari, ionlari, atomlari o'rtasida molekulararo ta'sir deb ataladigan munosabat ham mavjud. Bu ta'sir tufayli moddalar harorat va bosimga bog'liq bo'lgan holda turli agregat holatlar; qattiq, suyuq va gaz holatlarda bo'la oladilar. Aynan shunday ta'sir tufayli real gazlarning ideal gaz qonunlaridan chetlanishi kuzatiladi.

Molekulararo ta'siri asosida, boshqa hamma hollarida bo'lganidek, moddalarning birinchi navbatda musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalardan tashkil topganligi yotadi. Shunday ekan, molekulararo ta'siri ham elektrostatik va kvant-mexanik tabiatga egadir.

Molekulararo ta'sirni (MT) sistemadagi molekularning xillariga qarab dipol-dipol, dipol-ion, dipol-qutublanmagan molekula va qutblanmagan molekular o'rtasidagi ta'sirlarga ajratish mumkin. Bular o'z navbatida quyida sanab o'tilgan uch xil ta'sirlar sifatida namoyon bo'ladi:

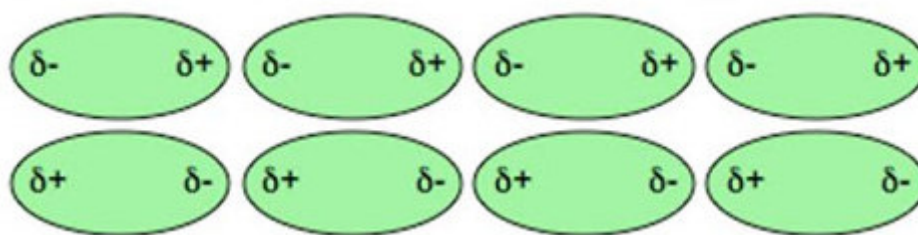
**Orientatsion MT (Keezom kuchlari va effekti, 1921)**

**Induksion (polyarizatsion) MT (Debay kuchlari va effekti, 1920)**

**Dispersion MT. (London kuchlari va effekti, 1930)**

*Orientatsion MT* (Keezom effekti, 1921). Bu xildagi MT dipol - dipol, ion - dipol va ion – ion ko'rinishida sodir bo'ladi. Doimiy dipol momenti  $\mu_0$  ga ega bo'lgan molekularni qutbli molekular deb atadik. Kimyoviy to'yingan, elektr zaryadi nuqtai nazaridan aksariyat hollarda neytral bo'lgan bunday zarrachalarning o'zaro tortilishining sababi, ular o'rtasida ro'y beradigan dipol-dipol ta'sirdir. Yuqoridagi sxemada aks ettirilgan turli xil zaryadlarning tortishish va bir xil zaryadlarning itarilish energiyasi quyidagicha yozilishi mumkin.

$$U_{or} = \frac{q^2}{-R + 2L} - \frac{q^2}{R} + \frac{2q^2}{R + L} = - \frac{2q^2L^2}{(R + 2L)(R + L)}$$



**56-rasm. Orientasion molekulararo ta'sir mexanizmi**

Agar elektr dipol momentlari har hil ( $m_1$  va  $m_2$ ) bo'lgan ikkita dipol o'zaro orientatsion maqomda ta'sirlashayotgan bo'lsa, ularning orientatsion ta'sir energiyasi bo'ladi.

$$U_{or} = - \frac{2 m_1 m_2}{R^3}$$

Ko'rinib turibdiki  $U_{or}$ -tortishish energiyasidir. Doimiy dipol momentiga ega bo'lgan molekular bir-bir bilan o'zaro faqat yuqorida muhokama qilingan orientatsion tipdagina ta'sirlashib qolmay, shu bilan birga ulardan birinchisi ikkinchisini induksion qutblaydi yoki, aksincha. Hosil bo'lgan qo'shimcha induksiyalangan dipollar mavjud doimiy dipollar bilan ta'sirlashadi. Bu ta'sirning energiyasi

$$U = - \alpha E^2 / 2$$

Bu erda  $\alpha$ -induksion qutblanayotgan dipolning qutblanuvchanligi. E-esa unga ta'sir qilayotgan va birinchi dipol hosil qilgan elektrostatik maydon.

Madomiki gap orientatsion ta'sir to'g'risida borayotgan ekan, orientatsion qutblanuvchanlik  $\alpha_{or}$  ni Debay formulasi orqali ifodalab:

$$\alpha_{or} = \frac{m_0^2}{3KT}$$

deb yozish va  $U = -\alpha E^2 / 2$  tenglamadagi  $\alpha$  o'rniga  $\alpha_{or}$  ning qiymatini qo'yib  $U_{or}$  uchun quyidagi formulani olamiz:

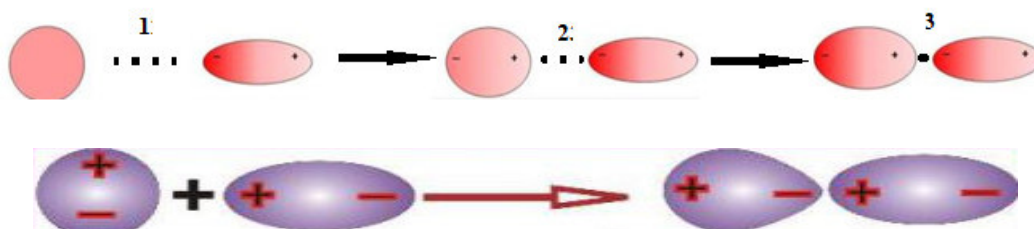
$$U_{or} = -\frac{\alpha_{or} E^2}{2} = -\frac{m_0^2}{6KT} \cdot \frac{4m_0^2}{R^6} = -\frac{2m_0^4}{3KR^6}$$

Agar dipol momentlari  $\mu_1$  va  $\mu_2$  ga teng bo'lgan 2 xil molekular o'zaro ta'sirlashayotgan bo'lsa, u holda

$$U_{or} = -\frac{2m_1 m_2}{3KTR^6}$$

deb yozish mumkin bo'ladi.

*Induksion ta'sir* (Debay effekti, 1920 yil). Bu xil MT doimiy elektr dipol momentiga ega bo'lgan qutbli molekular bilan qutbsiz molekular orasida ro'y beradi. Qutbli molekula o'z atrofida hosil qilgan elektr maydoni bilan qutbsiz molekulaning elektron qobig'iga ta'sir qiladi va uni ma'lum darajada qutblaydi. Natijada bu ikki molekula o'rtasida tortishish vujudga keladi.



**57-rasm. Induksion molekulararo ta'sir mexanizmi**

Induksion qutblanish molekularning induksion qutblanuvchanligi  $\alpha_{ind}$  va induksiyalovchi tashqi maydon kuchlanishligiga bog'liq.  $\mu_{ind} = \alpha_{ind} E$ . Bu erda:  $\mu_{ind}$  - induksion dipol momenti,  $\alpha_{ind}$  - molekulaning induksion qutblanuvchanligi  $E$  - molekulani induksiyalayotgan maydonning molekulaga ta'sir qilayotgan kuchlanishining qiymati.

Induksiyalangan dipol momenti-  $\mu_{ind}$  doimiy dipol momenti  $\mu_0$  dan shu bilan farq qiladiki u vaqtincha dipol momenti bo'lib, tashqi elektr maydoni ta'siridagina paydo bo'ladi. Agar  $E=0$  bo'lsa, ya'ni tashqi maydon bo'lmasa,  $\mu_{ind}=0$  bo'ladi.

Doimiy va induksiyalangan dipol momentli molekularning o'zaro ta'sirlashish energiyasini hisoblash maqsadida qo'llanilishi mumkin bo'lgan

formulani keltirib chiqarish uchun  $\mu_{ind}$  bilan induksiyalovchi maydon  $E$  o'rtasidagi ta'sir energiyasini topaylik:

$$U = -\mu_{ind} \cdot E \cdot \cos(\mu_{ind} \cdot E)$$

$\mu_{ind}$  va  $E$  ning yo'nalishi mos, ya'ni ular o'zaro parallel bo'lganligi uchun  $\cos(\mu_{ind} \cdot E) = 1$  bo'ladi. Induksiyalanuvchi molekulaga ta'sir qiluvchi maydonning kuchlanishi 0 va  $E$  o'rtasida o'zgaradi deb hisoblab keltirib chiqaramiz.

$$U_{ind} = - \int_0^E \mu_{ind} dE = - \int_0^E \alpha_{ind} E dE = - \alpha_{ind} \int_0^E E dE = - \frac{\alpha E}{2}$$

$E = \frac{2\mu_0^0}{R^2}$  ekanligini e'tiborga olgan holda

$$U_{ion} = - \frac{2\alpha_{ind}\mu_0^2}{R^6}$$

Molekulada tashqi elektr maydoni ta'siriga berila oluvchi tashkiliy qismlar - atomlar (ayniqsa qutbli bog'lar vositasida bog'langan yuqori nisbiy elektrmenfiylik NEM ga ega bo'lgan atomlar) va elektronlardan iborat bo'lganligi uchun  $\alpha_{ind} = \alpha_{at} + \alpha_{el}$  dan iborat bo'ladi.

Induksion ta'sir qutbsiz molekulalar, qutbli molekulalargagina emas, musbat yoki manfiy zaryadlangan ionlarga yaqinlashganda ham ro'y beradi. Ion ta'sirida qutbsiz molekulaning elektronlari yadrolarning og'irlik markaziga nisbatan siljiydi. Bu hodisani aslida qutbsiz bo'lgan molekula elektron bulutining deformatsiyalanishi deb ham qarash mumkin. Demak, Debay effektining sababi qutbsiz molekulaning induksion qutblana oluvchanligidir.

*Dispersion ta'sir* (London effekti, 1930 y.). Dispersion ta'sir har qanday ham qutbli va ham qutbsiz molekulalarga xosdir va umumiy ta'sirlar balansida katta xissaga ega. Agar dispersion ta'sir bo'lmaganda edi, asl gazlarni suyuq, qolaversa qattiq holatga o'tkazish mumkin bo'lmagan bo'lar edi. Vaholanki, eng yengil, demak atomi kam sonli nuklonlar va elektronlardan tashkil topgan geliy moddasi ham juda past temperatura va yuqori bosimda suyuq holga o'tadi. Hatto

geliy qattiq holatga o'tkazilganligi to'g'risida axborotda ma'lumotlar tarqatilgan edi. Dispersion ta'sirining mavjudligi ham, bir necha marta ta'kidlab o'tganimizdek, moddalarning musbat va manfiy ishorali elektr zaryadiga ega bo'lgan zarrachalardan tashkil topganliklari bilan bog'liq.

Elektronlarning yadrolarga nisbatan tebranishi (siljishi) natijasida hosil bo'lgan dipol momentini daqiqa dipol momentlari deyiladi. Ularning har biri o'z navbatida qo'shni molekulada o'ziga o'xshash dipol momentini induksiyalaydi va bu ikki daqiqa dipollari o'rtasida tortishish ta'sirini ro'yobga chiqadi va molekulalari bir-biriga tortiladi.



**58-rasm. Dispersion molekulalararo ta'sir mexanizmi**

1930 yilda sferik simmetrik elektr maydoniga ega bo'lgan geliy misolida dispersion ta'sir uchun quyidagi formulani berdi:

$$U_{dis} = -\frac{3\hbar v_0 \alpha_{ind}^2}{4R^6}$$

Bu formulani  $U_{dis}$  ni hisoblash uchun qo'llanishi mumkin bo'lgan.

#### **Nazorat uchun savollar:**

1. Elektron orbitalning shaklini qaysi kvant son ifodalaydi?
2. Elementlarning qanday xossalari davriy o'zgaradi ?
3. Elementlarning valentliklarini namoyon qilishini atom tuzilish nuqtai nazardan qanday tushuntirish mumkin?
4. Valent orbitallarning gibridlanishi nima degani?
5. Kovalent bog'lanish hosil bo'lishini VBU vositasida izohlang.
6. Rezerford nazariyasining kamchiliklari nimadan iborat?
7. Ion bog'lanish va uning xossalarini ta'riflang.

### 1.3. Kimyoda miqdoriy munosabatlar

Kimyoning asosiy tushunchalari deganda quyidagilarni tushunishimiz mumkin:

- **“Atom”** - (grekcha *atomos* - bo'linmas so'zidan) musbat zaryadlangan atom yadrosi va manfiy zaryadlangan elektronlardan tashkil topgan elektroneytral zarracha.
- **“Molekula”** - (lat.*moles*-massa so'zidan) - oddiy yoki murakkab moddaning asosiy kimyoviy xossalriga ega bo'lgan eng kichik zarrachasi.
- **“Kimyoviy element”** - yadrosining musbat zaryadi bir xil bo'lgan atomlarning muayan turidir.
- **“Oddiy modda”** - bir xil element atomlaridan tashkil topgan. Masalan: Na, K, Ca, Al, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, va boshqalar.
- **“Murakkab modda”** - har xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar. Masalan: H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Ca(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>
- **“Allotropiya”** - ko'pchilik kimyoviy elementlar tuzilishi va xossalari jihatidan o'zaro farq qiladigan bir necha oddiy moddalar hosil qiladi. Bu hodisa allotropiya, hosil bo'ladigan moddalar esa allotropik shakl o'zgarishlar yoki modifikatorlar deyiladi. Allotropiya hodisasiga ikkita narsa: 1) molekulada atomlar sonining har xil bo'lishi, masalan kislorod O<sub>2</sub>, va ozon O<sub>3</sub>; 2) turli kristall shakllar hosil bo'lishi, masalan; olmos, grafit va karbin sabab bo'ladi.
- **“Nisbiy atom massa”** - kimyoviy elementning nisbiy atom massasi elementning tabiiy izotopik tarkibidagi atomi o'rtacha massasining uglerod <sup>12</sup>C atomi massasining 1/12 qismiga bo'lgan nisbatiga teng qiymatdir.

$$\text{Misol: } m(H) = \frac{1,674 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1/12 \cdot 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 1,0079 \text{ ,}$$

$$Ar(O) = \frac{2,667 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1/12 \cdot 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 15,9994 \text{ va h. k.}$$

- **Nisbiy molekulyar massa** - Moddaning nisbiy molekulyar massasi moddaning tabiiy izotopik tarkibidagi molekula o'rtacha massasini uglerod atom massasining 1/12 qismiga bo'lgan nisbatiga teng qiymatdir. Misol:  $2Ar(H)=2*1,00797=2,01594$

$$\underline{Ar(O)=1*15,9994=15,9994}$$

$$Mr(H_2O)= 18,01534$$

- **Mol** - 0,012 kg uglerod  $^{12}C$  izotopi tarkibida qancha atom bo'lsa, shuncha struktura birliklar (molekulalar, atomlar, ionlar, elektronlar va boshqalar)dan iborat bo'lgan modda miqdoridir.

Misol:  $N_A = \frac{0,012_{\text{kg}} / \text{mol}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{kg}} = 6,02 \cdot 10^{23}$  dona C atomlari bor. Bu sonni birinchi

bo'lib Avagadro topganligi uchun Avagadro soni deyiladi va  $N_A$  bilan belgilanadi. Demak har qanday moddaning bir molida Avagadro sonicha zarrachalar bo'lar ekan. Misol:

$$1 \text{ mol } ^{12}C \text{ atomida} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ dona } ^{12}C \text{ atomlari bor.}$$

$$1 \text{ mol } N_2O \text{ da} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ dona } N_2O \text{ molekulari bor.}$$

$$1 \text{ mol } \dots \text{ da} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ dona } \dots \text{ lari bor.}$$

- **“Molyar massa”** - modda massasining modda miqdoriga nisbatiga teng bo'lgan qiymatdir.

$M=nM$ ,  $n=m/M$ ,  $M=m/n$  : Bu yerda  $M$  - moddaning molekulyar massa (g/mol),  $m$  - moddaning massasi (g),  $n$  - modda miqdori (mol).

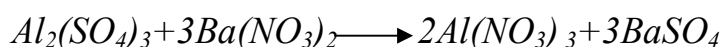
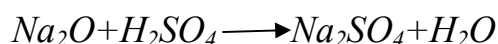
- **“Kimyoviy belgi”** - Elementlarni kimyoviy belgilar bilan ifodalash qabul qilingan. Kimyoviy belgilar elementlar lotincha nomining birinchi harfidan yoki birinchi harfi bilan keyingi harflaridan hosil qilinadi.

Masalan: H - Hydrogenium, O - Oxygenium, Al - Aluminium, Fe - Ferrum, Zn - Zincum, Au - Aurum bilan belgilanadi va h.k.

*Kimyoviy belgi quyidagilar:* 1) elementning nomini; 2) elementning bir atomini; 3) atomlarning bir molini; 4) elementning nisbiy atom massasini; 5) atom tartib raqamini ko'rsatadi.

- **“Kimyoviy formula”** - murakkab moddalarning tarkibini ifodalaydi. Kimyoviy formula quyidagilarni: 1) moddaning nomini; 2) uning bitta molekulasini; 3) moddaning bir molini; 4) modda qanday elementlardan tarkib topganligini; 5) 1 mol moddada har qaysi elementning modda miqdori (moli) ni; 6) moddaning nisbiy molekulyar massasini ko'rsatadi.
- **Kimyoviy tenglamalar** - kimyoviy formula va kimyoviy belgilar bilan tasvirlanadi.

Har bir tenglama o'zaro tenglik alomati bilan birlashgan ikki qismdan iborat. Chap qismiga reaksiyaga kirishayotgan moddalarning formulalari, o'ng qismiga esa reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalarning formulalari yoziladi. Misol:



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

Kimyoning asosiy qonunlari kimyoviy reaksiya vaqtida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni miqdoriy jihatdan tekshirish natijasida kashf etilgan bo'lib, ular kimyo fanining asosiy asosini tashkil etadi. Kimyoviy moddalar ularning tarkibi, xossalari, tuzilishi va ular asosida bo'ladigan o'zgarishlar to'g'risidagi fandır.

Stexiometrik (*Stexiometriya* grekcha so'z bo'lib, "tarkibiy qism" va "o'lchayman" degan ma'nolarni bildiradi) qonunlar - Moddalar massasini saqlanish qonuni, Tarkibning doimiylik qonuni, Ekvivalentlar qonuni, Karrali nisbatlar qonuni, Hajmiy nisbatlar qonuni va Avagadro qonuni tashkil qiladi.

## Moddalar massasining saqlanish qonuni

Materiyaning yana bir muhim xossasi massadir. Moddaning og'irligi massasiga proporsional bo'lgani uchun bu qonunni massaning saqlanish qonuni deyish va tubandagicha tariflash mumkin:

***Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning massasi, reaksiyadan so'ng hosil bo'ladigan moddalarning massasiga tengdir.***

Fransuz olimi A.A.Lavuaze (1743-1794) tajribasida bu qonun isbotlandi.

Misol:  $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$

$$\begin{array}{r} \underline{2 \cdot 40} \quad \underline{2 \cdot 16} \quad \underline{2 \cdot (40+16)} \\ 80 \quad + \quad 32 \quad \quad \underline{2 \cdot 56} \\ 112 \quad \quad = \quad 112 \end{array}$$



59-rasm. A.A.Lavuaze

## Tarkibning doimiylik qonuni

Dastlab fransuz olimi L.Prust ta'riflagan (1808):

***Har qanday toza modda qanday usul bilan olinganligidan qat'iy nazar, uning sifat va miqdoriy tarkibi hamma vaqt bir xil bo'ladi.***

Kimyoning keyingi taraqqiyoti o'zgarmas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham borligini ko'rsatdi. Akademik N.S.Kurnakovning taklifiga ko'ra, o'zgarmas tarkibli birikmalar **Daltonidlar** (ingliz kimyogari Daltonning xotirasiga), o'zgaruvchan tarkiblilari esa **Bertolidlar** (fransuz kimyogari Bertole xotirasiga) deb ataldi.

Daltonidlarining tarkibi butun sonli stexiometrik indeksli formulalar bilan ifodalanadi. Masalan;



60-rasm. L.Prust

Bertolidlarning tarkibi o'zgarib turadi va stexiometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi, ular kasrli stexiometrik indekslarga ega.

Masalan:



Bertolidlarga oksidlar, gidridlar, sulfidlar, nitridlar, karbidlar, silisidlar va kristall strukturali boshqa birikmalar kiradi. Shularni e'tiborga olib tarkibning doimiylik qonuniga yangicha ta'rif berildi:

*Molekulyar tuzilishga ega bo'lgan moddalar qanday usul bilan olinishidan qat'iy nazar o'zgarmas sifat va miqdoriy tarkibga ega bo'ladi, nomolekulyar tuzilishga (atomli, ionli, metall panjarali) ega bo'lgan moddalar tarkibi olinish sharoitiga bog'liq bo'lib, tarkibi o'zgaruvchan bo'ladi.*



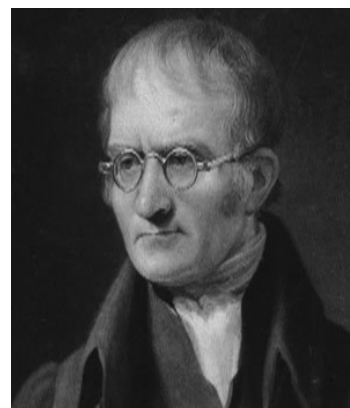
61-rasm. K.L.Bertole

### Karrali nisbatlar qonuni

Ingliz olimi J. Dalton 1804 yilda moddaning tuzilishi haqidagi atomistik tasavvurlarga asoslanib, Karrali nisbatlar qonunini ta'rifladi:

*Agar ikki element o'zaro birikib bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdorlariga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi.*

Dalton, metan va etilen gazlarining tarkibiga e'tibor berdi: metan tarkibida 75% uglerod va 25 % vodorod bo'lib, unda 1 massa qism vodorodga 3 massa qism uglerod to'g'ri keladi (ya'ni 3:1). Etilen tarkibida esa 85,71 % uglerod va 14,29% vodorod bor; bu moddada 1 massa qism vodorodga 6 massa qism uglerod to'g'ri keladi (ya'ni 6:1). Demak, bu birikmalarda 1 massa qism vodorodga to'g'ri keladigan uglerod miqdorlari o'zaro 3: 6 yoki 1: 2 nisbatida bo'ladi.



62-rasm. J.Dalton

Karrali nisbatlar qonuni juda ko'p misollar bilan isbotlandi, masalan, suv tarkibida bir massa qism vodorodga 8 massa qism kislorod to'g'ri kelsa, vodorod peroksid tarkibida 1 massa qism vodorodga 16 massa qism kislorod to'g'ri keladi. Karrali nisbatlar qonunining mavjudligi atomistik nazariya asosida quyidagicha izohlanadi: bir elementning bir atomi ikkinchi elementning bitta, ikkita, uchta va hokazo sondagi atomlari bilan birika oladi va aksincha, birinchi elementning ikkita atomi ikkinchi elementlar bitta, ikkita va hokazo sondagi atomlari bilan birikishi mumkin.

### **Hajmiy nisbatlar qonuni**

Fransuz olimi Gey-Lyussak (1778—1850) ta'riflagan Hajmiy nisbatlar qonuni atom massalar haqidagi masalani yechishga katta yordam berdi. Bu qonun qo'yidagicha ta'riflanadi:

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

Masalan, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan yuqori temperaturada reaksiyaga kirishganda 2 hajm suv bug'i hosil bo'ladi. Albatta, bunday reaksiyada ishtirok etgan gazlarning hajmlari bir xil bosim va bir xil temperaturada o'lchanilishi lozim.

Gey-Lyussak qonuniga asoslanib shved olimi Berzelius, bir xil temperatura va bir xil bosimda baravar hajmda olingan barcha oddiy gazlarning molekullari emas, atomlar soni o'zaro teng bo'ladi degan noto'g'ri xulosaga keldi.

Berzeliusning bu fikri to'g'ri bo'lganda edi, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan reaksiyaga kirishganda 1



**63-rasm. Gey-Lyussak**



**64-rasm. Y. Berzelius**

hajm suv bug‘i hosil bo‘lishi kerak edi. Vaholanki, tajribada 2 hajm suv bug‘i hosil bo‘ldi. Berzelius 1 hajm kislorod 1 hajm vodorodga qaraganda 16 marta og‘irligiga asoslanib, kislorodning atom massasini 16 deb topdi. Bundan tashqari, 1 hajm kislorod bilan 2 hajm vodorod reaksiyaga kirishishidan foydalanib, suvning formulasi  $H_2O$  ekanligini aniqladi, lekin nima uchun 1 hajm kislorod 2 hajm vodorod bilan reaksiyaga kirishganida 2 hajm suv bug‘i hosil bo‘lishini tushuntira olmadi. Buni Avogadro gipotezasigina izohlay oldi.

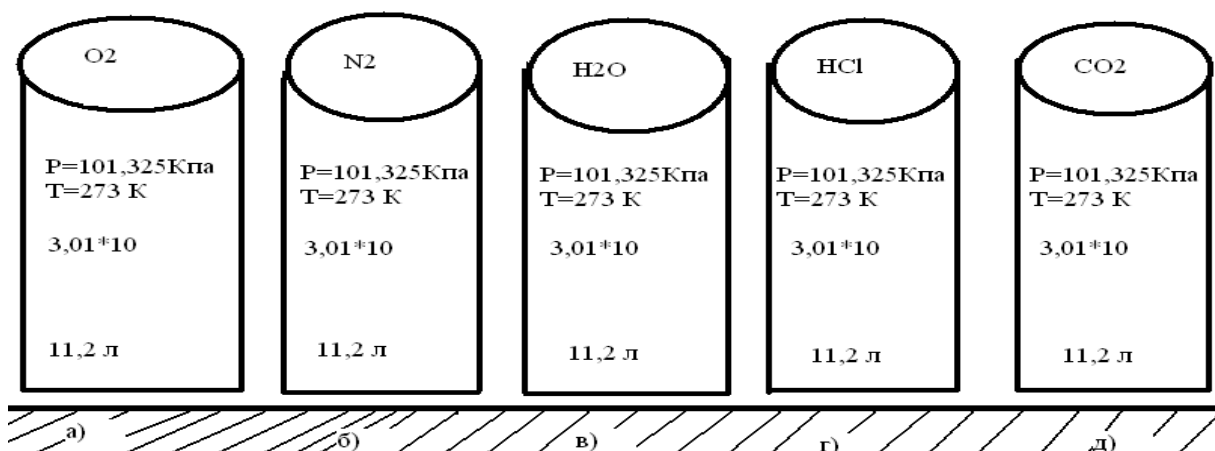
Italiyalik olim Amedeo Avogadro hajmiy nisbatlar qonunini tushuntirish uchun 1811 yilda quyidagi gipotezani yaratdi: bir xil sharoitda (bir xil temperatura va bir xil bosimda) va baravar hajmda olingan turli gazlarning molekulari soni o‘zaro teng bo‘ladi. Oddiy gazlarning molekulari bir necha atomdan iborat bo‘lishi mumkin. Avogadroning bu gipotezasi xilma-xil faktlar bilan tasdiqlandi va 1860 yildan boshlab Avogadro qonuni deb tan olindi va u quyidagicha ta’riflanadi:



65-rasm. A.Avogadro

**Bir xil sharoitda (harorat va bosimda) turli gazlarning teng hajmlaridagi molekular soni bir xil bo‘ladi.**

Bu yerda 5 ta silindrda bir xil sharoitda turli xil gazlar berilgan. Bu silindrlardagi gazlarning molekular soni ham tengligini 29 - rasmdan ko‘rish mumkin.



66-rasm. Turli gazlarning teng hajmda molekular soni

- a) silindrda  $3,01 \cdot 10^{23}$  dona  $O_2$  molekulasi bor,
- b) silindrda  $3,01 \cdot 10^{23}$  dona  $N_2$  molekulasi bor,
- v) silindrda  $3,01 \cdot 10^{23}$  dona  $N_2O$  molekulasi bor,
- g) silindrda  $3,01 \cdot 10^{23}$  dona  $HCl$  molekulasi bor,
- d) silindrda  $3,01 \cdot 10^{23}$  dona  $CO_2$  molekulasi bor,

Avagadro qonunidan kelib chiqadigan xulosalar;

- 1) har qanday gazning bir moli normal sharoit ( $R=101,325 \text{ kPa} = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm. simob ustuni} = 1 \text{ atmosfera bosim}$ ;  $T=0 \text{ } ^\circ\text{C} + 273 \text{ K} = 273 \text{ } ^\circ\text{K}$ ) da 22,4 l hajmni egallaydi.
- 2) n.sh.da har qanday gazning bir molida  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekula bo'ladi.
- 3) n.sh.da har qanday gazning  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekulasi 22,4 l hajmni egallaydi.
- 4) n.sh.da har qanday gazning  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekulasi 1 molga teng bo'ladi.

### Ekvivalentlar qonuni

*Kimyoviy elementlar bip-birlari bilan o'z ekvivalentlariga proporsional bo'lgan massa miqdorlari bilan birikadi yoki almashinadi.*

Elementning 1 og'irlik qism vodorod, 8 og'irlik qism kislorod bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirisha oladigan miqdoriga **ekvivalent** deyiladi.

Ekvivalent  $E$ , atom massa  $A$  va elementning oksidlanish darajasi  $V$  orasida quyidagi bog'lanish bor,  $E=A/V$  shu formulaga asosan element ekvivalentining nazariy qiymati aniqlanadi, masalan;

- 1) Elementlarni ekvivalentini ( $\text{\textcircled{E}}$ ) topish uchun ularning atom massasini valentligiga bo'lish kerak.

$$\text{\textcircled{E}}_{Al} = \frac{27}{3} = 9$$

2) Kislotaning ekvivalentini ( $\Theta$ ) topish uchun kislotani molekulyar massasini metallar bilan almishina oluvchi vodorodlar soniga bo'lish kerak.

$$\Theta_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49$$

3) Asosni ekvivalentini ( $\Theta$ ) topish uchun molekulyar massasini undagi OH gruppalar soniga yoki metallning oksidlanish darajasiga bo'linganiga teng.

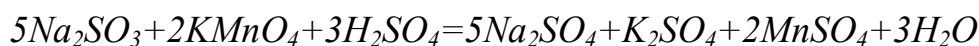
$$\Theta_{Ca(OH)_2} = \frac{74}{2} = 37$$

4) Tuzning ekvivalenti ( $\Theta$ ) uning molekulyar massasini, metallning oksidlanish darajasi bilan atomlari sonining ko'paytmasiga bo'linganiga teng.

$$\Theta_{Cr_2(SO_4)_3} = \frac{392,3}{2 \cdot 3} = 65,4, \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{\Theta_1}{\Theta_2}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{\Theta_1}{\Theta_2}$$

5) Oksidlovchini ekvivalentini ( $\Theta$ ) topish uchun molekulyar massasini birlashtirib olgan elektronlar soniga bo'lish kerak

$$\Theta_{KMnO_4} = \frac{158}{5} = 31,6$$



6) Qaytaruvchini ekvivalentini ( $\Theta$ ) topish uchun molekulyar massasini bergan elektronlar soniga bo'lish kerak

$$\Theta_{Na_2SO_3} = \frac{126}{2} = 63$$

## Eritma va eritmalar konsentratsiyasi

**Eritma deb ikki yoki undan ortiq komponent (erituvchi va erigan modda) dan iborat bir jinsli sistemaga aytiladi.**

**Eritma konsentratsiyasi deb eritmaning yoki erituvchining ma'lum og'irlik miqdorida yoki hajmida erigan modda miqdoriga aytiladi.**

Eritmaning konsentratsiyasini bir necha usulda ifodalash mumkin.

1. **Foiz konsentratsiya.** Erigan modda miqdori eritmaning umumiy miqdoriga nisbatini 100 ga ko'paytirilganiga **foiz konsentratsiya** deyiladi. Eritma

konsentratsiyasini foiz bilan ifodalash uchun 100 gr eritmada bo'lgan eruvchi modda miqdori quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$C\% = \frac{a \cdot 100\%}{a + b}$$

Bu yerda C% - eritmaning og'irlik foizi, a - erigan modda og'irligi, b - erituvchining og'irligi.

**2. Mol-foiz konsentratsiya.** 100 mol eritmada bo'lgan eruvchi moddaning mollar soni ***mol-foiz konsentratsiya*** deyiladi va quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$C\% = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot 100\%$$

Bu yerda C% - eritmaning mol foizi  $n_2$  - erigan moddaning gramm molekula soni,  $n_1$  - erituvchining gramm molekular soni.

$$n_2 = \frac{g_2}{M_2}$$

$g_2$  - erigan moddaning og'irligi,  $M_2$  - uning molekulyar og'irligi,

$$n_1 = \frac{g_1}{M_1}$$

$g_1$  - erituvchining og'irligi,  $M_1$  - erituvchining molekulyar og'irligi.

**3. Molyar konsentratsiya.** 1 litr eritmada erigan modda miqdori g/mol soni bilan ifodalanishiga ***molyar konsentratsiya*** deyiladi va M harfi bilan belgilanadi. Agar 1 litr eritmada 1 mol modda erigan bo'lsa 1M, 2 mol moda erigan bo'lsa 2M eritma deyiladi. Molyar konsentratsiya quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$C_{\mu} = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000$$

bunda  $C_{\mu}$  - molyar konsentratsiya, m- erigan moddaning grammlarda ifodalangan massasi, M - erigan moddaning molekulyar massasi, V - eritmaning millilitrda ifodalangan hajmi.

**4. Normal konsentratsiya.** Bir litr eritmada erigan moddaning miqdori gramm-ekvivalentlar soni bilan ifodalanishiga ***normal konsentratsiya*** deyiladi va

N harfi bilan belgilanadi. Agar 1 litr eritmada 1gr-ekv modda erigan bo'lsa, 1N, 0.1 gr-ekv modda erigan bo'lsa, desinormal, 0.1N eritma deyiladi. Normal konsentratsiya quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$C_n = \frac{m}{M \cdot E} \cdot 1000$$

bunda  $C_n$  - normal konsentratsiya,  $m$  - erigan moddaning grammlarda ifodalangan massasi,  $E$  - erigan moddaning gr-ekv,  $M$  - eritmaning ml da ifodalangan hajmi.

**5. Titr.** Bir millilitr eritma tarkibidagi erigan moddaning grammlarda ifodalangan miqdoriga eritma Titri deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = E \cdot N / 1000$$

bunda  $T$  - titr,  $N$  - eritmaning normalligi,  $E$  - erigan moddaning gr-ekv.

Titrlashda normal eritmalardan foydalanish kerak.

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

bunda  $V_1$  - birinchi eritmaning hajmi,  $N_1$  - shu eritmaning normalligi,  $V_2$  - ikkinchi eritmaning hajmi,  $N_2$  - uning normalligi.

**6. Molyal konsentratsiya.** 1 kg erituvchida erigan moddaning mol miqdori soni bilan ifodalanadi. Molyal konsentratsiyani qo'yidagicha formula bilan ifodalash mumkin:

$$C_M = \frac{m_1 \cdot 1000}{m_2 \cdot M_r}$$

Bunda,  $m_1$  va  $m_2$  - erituvchi moddaning va erituvchining grammlarda olingan massasi,  $M_r$  - erigan moddaning nisbiy molekulyar massasi.

Masalan, 1kg suvda 0,5 mol modda eritilgan bo'lsa, bunday eritma 0,5 molyal eritma deyiladi.

#### Nazorat uchun savollar:

1. VII asrda qaysi olim barcha moddalar suvdan hosil bo'lgan, degan fikrni bildirgan?

2. Mashhur rus olimi M.V.Lomonosov va fransuz olimi A.A.Lavuaze qanday tajriba va xulosalar yordamida moddalar massasini saqlanish qonunini kashf qildilar?
3. M.V.Lomonosov qanday qonunga asoslanib metallar qizdirilganda uning og'irligi ortadi, degan xulosaga kelgan?
4. Ekvivalentlar qonuni qanday ta'riflanadi?
5. Tarkibning doimiylik qonuni kim tomondan ta'riflangan?
6. Normal sharoit deganda nimani tushunasiz?
7. Moddalarni ekvivalenti qanday topiladi?
8. Absalyut atom massa bilan nisbiy atom massa o'rtasida qanday farq bor?
9. Molyar hajm deganda nimani tushunasiz?
10. Avagadro qonuni qanday ta'riflanadi?
11. Foiz, molyar, normal, titr konsentratsiyalar qanday ta'riflanadi?

#### **1.4. Atom tuzilishi asosida noorganik moddalarning sinflari**

Kimyoviy birikmalardan xalq ho'jaligining turli sohalarida kun sayin keng foydalanilayotganligi hamda bu birikmalarning soni tobora ko'payishi natijasida ularni nomlash usullarini mukammal o'rganishni taqazo etmoqdi.

Hozirgi vaqtga qadar kimyo faniga oid adabiyotlarda kimyoviy birikmalarni nomlash bo'yicha juda oz ma'lumotlar berilgan. Oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlarida kimyoviy birikmalarni nomlashni o'rganish uchun o'zbek tilida darslik yoki metodik qo'llanmaning kamligi talabani kimyoviy birikmalarni nomlash usullarini o'rganishini qiyinlashtiradi.

Anorganik birikmalarning nomlanishi ular anorganik birikmalarining qaysi sinfiga kirishiga qarab nomlanadi. Masalan, oksidlarga "oksid", kislotalarga "kislota" va hokazo. Biz noorganik moddalarni asosiy sinflarini ko'rib chiqsak.

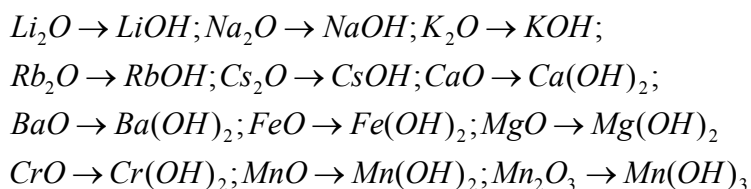
**Biri kislorod bo'lgan ikki element atomlaridan tashkil topgan murakkab moddalar oksidlar deyiladi.**

Oksidlarning umumiy formulasi -  $R_xO_y$ . Oksidlarni nomlashda avval kimyoviy element nomi, keyin kichik qavs ichida element valentligi va oxirida oksid so'zi qo'shib nomlanadi. Masalan:

**Cu<sub>2</sub>O - mis(I) oksid, CuO - mis(II) oksid, BaO - bariy oksid, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - marganes(VII) oksid.**

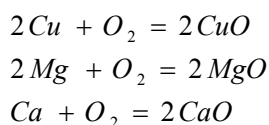
Oksidlar to'rt turga bo'linadi: **asosli, kislotali, amfoter va betaraf** (tuz hosil qilmaydigan) **oksidlar**. Bundan tashqari tarkibida kislorod tutgan boshqa birikmalar ham bor. Ularga peroksidlar va aralash oksidlar kiradi. Masalan, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub> va Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

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

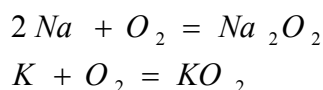


BeO, CuO, CrO va MnO va boshqa ko'pgina metallarning oksidlari suv bilan ta'sirlashmaydi. Bunday metallarning gidroksidlari bilvosita usullar bilan, ya'ni tuzlarga kuchli asoslar ta'sir ettirib olinadi.

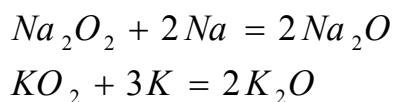
Asosli oksidlar metallarga bevosita kislorod ta'sir ettirib hosil qilinadi:



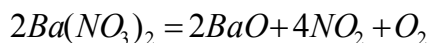
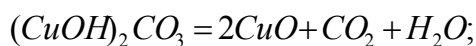
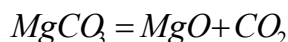
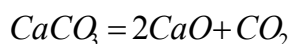
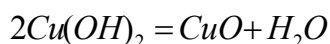
Ba'zi metallarga kislorod ta'sir ettirilganda avval peroksidlar hosil bo'ladi:



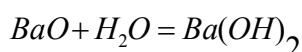
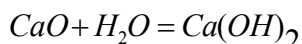
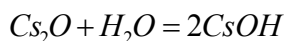
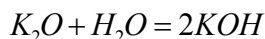
So'ngra bu peroksidlarga metallar ta'sir etganda oksidlarga aylanadi:



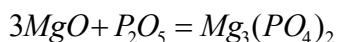
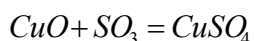
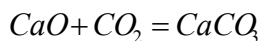
Tuzlarni yoki gidroksidlarni parchalash jarayonida ham asosli oksid hosil bo'ladi:



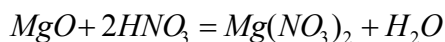
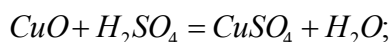
**Xossalari.** Asosli oksidlar qattiq moddalardir. Ulardan ba'zilar suvda yaxshi eriydi. I va II guruh asosiy guruh elementlari metallarining oksidlari BeO va MgO dan tashqari suv bilan ta'sirlashganda asoslar hosil bo'ladi. Qolgan guruhlardagi metallarning oksidlari suv bilan ta'sirlashmaydi:



Ular kislotali oksidlar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi:

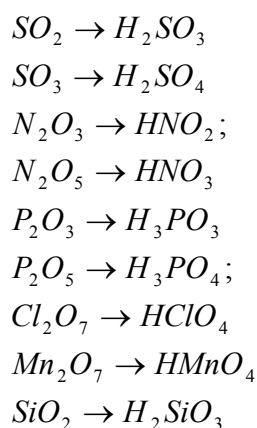


Asosli oksidlar kislotalar bilan ta'sirlashadi va tuz hamda suv hosil qiladi:

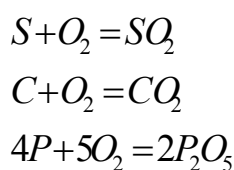


**Kislotali oksidlar.** Kislotalarga mos keladigan oksidlarni kislotali oksidlar deyiladi. Kislotali oksidlar metallmaslarning oksidlari va ba'zi metallarning yuqori valentli oksidlari misol bo'la oladi: CrO<sub>3</sub>; Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; MnO<sub>3</sub>; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; MoO<sub>3</sub>; WO<sub>3</sub>. Ularni angidritlar (suvsizlantirilgan kislotalar) deb ham yuritiladi.

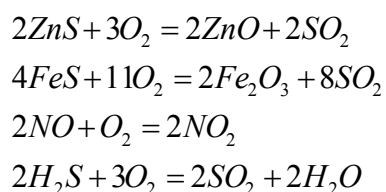
Har bir kislotali oksidga kislota to'g'ri keladi:



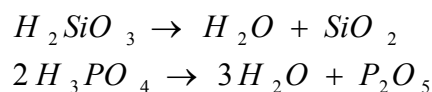
**Olinishi.** Metallmaslarning kislorodda yoki havoda yonishi:



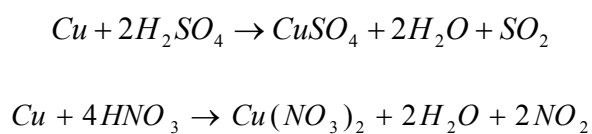
Murakkab moddalarning yondirilishi:



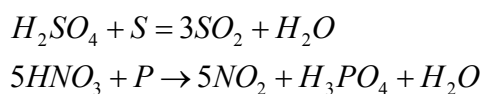
Kislotalarni qizdirish orqali suvsizlantirish:



Metallarga kislotalar ta'sir ettirish:

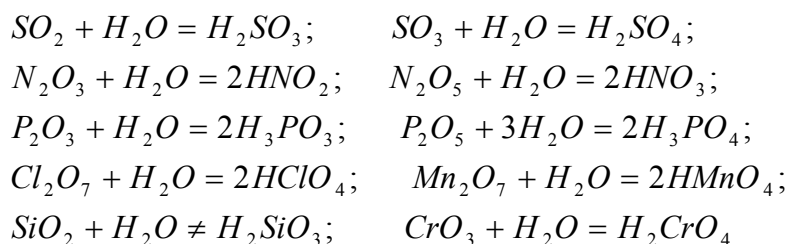


Metallmaslarga kislotalar ta'sir ettirish:

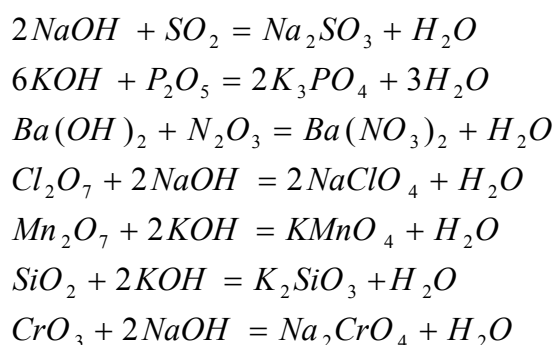


**Xossalari.** Kislotali oksidlar odatdagi sharoitda gazsimon ( $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO_2$ ), qattiq holatda ( $P_2O_5$ ,  $CrO_3$ ,  $SiO_2$ ,  $N_2O_5$ ) uchraydi. Kislotali oksidlarni suv bilan o'zaro

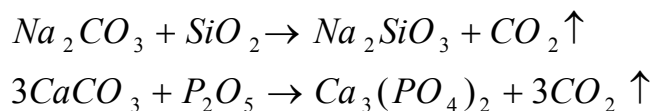
ta'siridan kislotalar hosil bo'ladi. Faqat kremniy (IV) oksidgina suv bilan o'zaro ta'sir etmaydi.



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



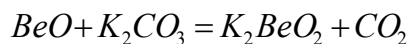
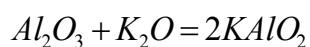
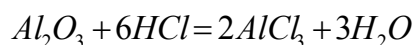
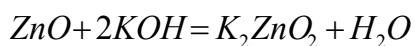
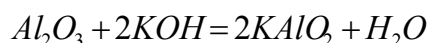
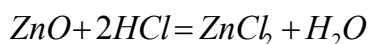
Ma'lum sharoitda kislotali oksidlar tuzlar bilan ham ta'sirlashadi:



**Amfoter oksidlar.** Amfoter oksidlar bir paytning o'zida ham kislota ham asos hosil qiladi. Bunday oksidlar ikki yoqlama xossaga ega. Amfoterlik xossalari ZnO, BeO, SnO, PbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, PbO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub> va MnO<sub>2</sub> da ham kuzatiladi (4-jadval).

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

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



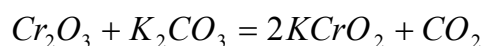
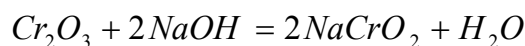
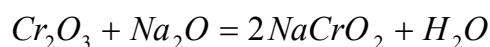
6- jadval.

### Amfoter oksidlarning kislotalari va asoslari

Amfoter oksidlar	Asosi	Kislotalari*	Tuzdagi qoldiq nomi
ZnO	Zn(OH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> ZnO <sub>2</sub>	Sinkat
BeO	Be(OH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> BeO <sub>2</sub>	Berillat
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	HAlO <sub>2</sub>	meta-alyuminat
		H <sub>3</sub> AlO <sub>3</sub>	orto-alyuminat
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr(OH) <sub>3</sub>	HCrO <sub>2</sub>	meta-xromit
		H <sub>3</sub> CrO <sub>3</sub>	orto-xromit
MnO <sub>2</sub>	Mn(OH) <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub>	meta-manganit
		H <sub>4</sub> MnO <sub>4</sub>	orto-manganit
SnO <sub>2</sub>	Sn(OH) <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>	meta-stannat
		H <sub>4</sub> SnO <sub>4</sub>	orto-stannat
PbO <sub>2</sub>	Pb(OH) <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PbO <sub>3</sub>	meta-plumbat
		H <sub>4</sub> PbO <sub>4</sub>	orto-plumbat

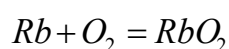
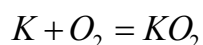
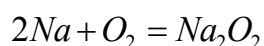
\*bunday kislotalar erkin holda mavjud emas.

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



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

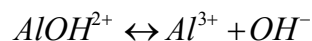
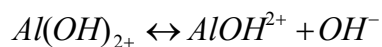
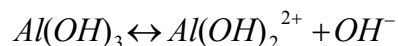
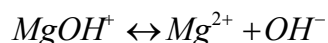
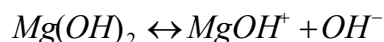
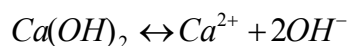
**Peroksidlar.** Peroksidlar oq qattiq moddalardir. Bunday birikmalarni vodorod peroksidning H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tuzlari sifatida qaralishi mumkin. Peroksidlarga Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, BaO<sub>2</sub>, ozonid birikmalar KO<sub>3</sub> kabi moddalarni olish mumkin. Peroksidlar faol metallardan bo'lgan ishqoriy metallarning havoda yonishida hosil bo'ladi:



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

**Asoslar.** Asoslar metallar va gidroksil guruhidan tashkil topgan murakkab moddalardir. Ularning umumiy formulasi Me(OH)<sub>n</sub>. Me metal atomi, n- metallning valentligi. Elektrolit sifatida asoslarning dissotsialanishida metall kationi va gidroksil anioni hosil bo'ladi. Bunday moddalar eritmasida lakmus indikator ko'k rangga, fenolftalein indikator qizil - pushti rangga kiradi. Ishqorlar eritmalari to'qimalarni yemirish xossasiga ega. Agar asos ko'p negizli bo'lsa dissotsialanish bosqichli boradi. Asoslarning kislotaliligi ulardagi gidroksid guruhlar soniga teng.





### **Suvda eriydigan asoslar ishqorlar deyiladi.**

Masalan: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>

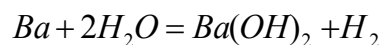
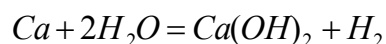
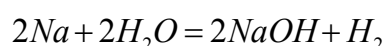
Dissotsialanish qobiliyatiga ko'ra asoslar kuchli va kuchsiz asoslarga bo'linadi. Suvdagi suyultirilgan eritmalarda to'la dissotsianadigan asoslarni kuchli asoslar deyiladi. Kuchli asoslarga barcha ishqorlar kiradi. Ishqor so'zi "o'yuvchi" ma'nosini beradi.

Suvda erimaydigan asoslar oz dissotsialanuvchi moddalar qatoriga kirib, odatda bunday asoslar bosqichli dissotsialanadi. Masalan:

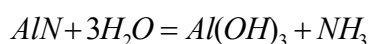
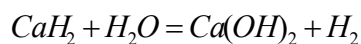
Cu(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, va boshqalar .

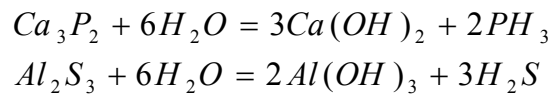
**Nomlanishi.** Asoslarni nomlash ularga asos yoki gidroksid so'zini qo'shish orqali amalga oshiriladi. NaOH natriy gidroksidi, natriy asosi, o'yuvchi natriy. Agar biror metallning bir necha gidroksidlari bo'lsa Cr(OH)<sub>2</sub> -xrom(II) gidroksidi, Cr(OH)<sub>3</sub>- xrom(III) gidroksidi va hokazo.

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

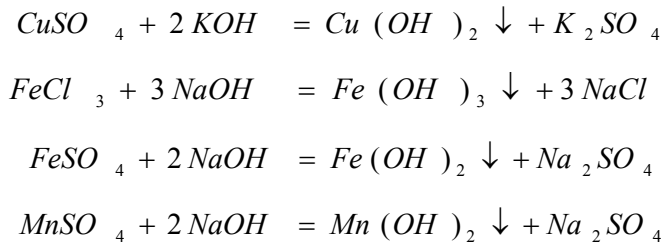


Metall oksidlarini suvda erishidan ham asoslar hosil boladi. Faqat I va II guruh metallarining oksidlarigina suvda oson eriydi (BeO va MgO dan tashqari). Gidridlar, nitridlar, fosfidlar va sulfidlar suv bilan ta'sirlashganida ham asoslar hosil bo'ladi:



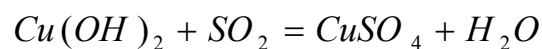
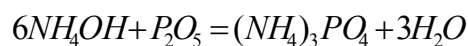
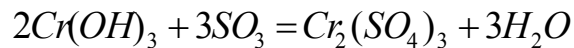


Erimaydigan asoslar olish uchun metallarning tuzlariga ishqorlar ta'sir ettiriladi:

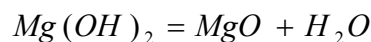
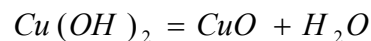
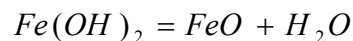


**Xossalari.** Asoslar odatda qattiq moddalardir. Ularning rangi turlicha bo'lib, rang o'zgarishi ba'zan asoslarni birini ikkinchisidan ajratish imkoniyatini beradi. Faqat  $NH_4OH$  ammiakni suvda erishidan hosil bo'lgan birikma eritmada mavjud (suyuqlik).

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



Asoslar qizdirilsa suv va asosli oksidlarga parchalanadi:

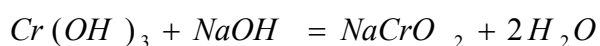
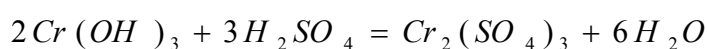
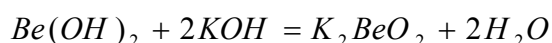
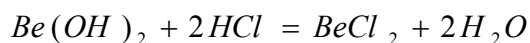


Ishqorlarga tuzlar ta'sir ettirilsa erimaydigan asoslar hosil bo'lishi yuqorida ko'rib chiqildi.

**Amfoter gidroksidlar.** Asoslarning alohida guruhini amfoter gidroksidlar tashkil etadi. Ham kislota ham asos xossasini namoyon etuvchi asoslar amfoter gidroksidlar deyiladi. Masalan:

**Zn(OH)<sub>2</sub>, Be(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub>, Pb(OH)<sub>2</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Pb(OH)<sub>4</sub>, Sn(OH)<sub>4</sub>**

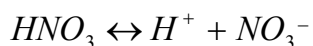
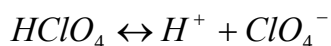
Amfoter gidroksidlar kislotalar bilan ham, asoslar bilan ham ta'sir etishi mumkin. Ular kislotalar ta'sirida ham asoslar ta'sirida ham oson eritmaga o'tadi:

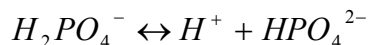
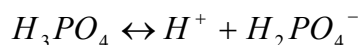
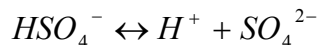
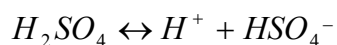


Amfoter gidroksidlar amfoter metallarining tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirib olinadi.

**Kislotalar.** Tarkibida vodorod atomi va kislota qoldig'i tutgan murakkab moddalar kislotalar deyiladi. Kislotalarning umumiy formulasi **H<sub>n</sub>R**. R- kislota qoldig'i. n- kislota qoldig'i valentligi yoki kislotalarning asosliligi. Ko'p ishlatiladigan kislotalarning ro'yxati 5-jadvalda berilgan.

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





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

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

Kislota hosil qilgan element turli valentliklar namoyon etsa, ulardan eng past valentlikdagi (yoki oksidlanish darajasi) birikmaning kislotasiga - "gipo" old qo'shimchasi qo'shiladi. HClO- gipoxlorit, HIO- gipoyodit, HBrO- gipobromit; Kislotalardagi elementning valentligi o'rtacha qiymatga ega bo'lsa elementga -"it" qo'shimchasi qo'shiladi. H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>- sulfit, HClO<sub>2</sub>- xlorit, HNO<sub>2</sub>- nitrit, H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>- selenit, HBrO<sub>2</sub>- bromit;

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

Kislota hosil qiluvchi element eng yuqori valentlini namoyon etganida unga "per" old qo'shimchasi qo'shiladi. HClO<sub>4</sub>- perxlorat, HMnO<sub>4</sub>- permanganat, HIO<sub>4</sub>- peryodat.

7- jadval.

### Eng muhim kislotalarning ro'yxati

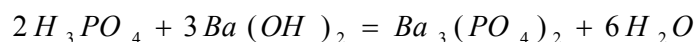
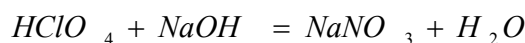
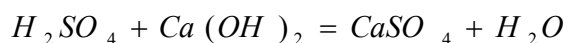
№	Kislotalar va angidridlari formulasi	Kislotalar nomlanishi	Kislota qoldig'i, anion	Tuzlari
1	HCl	Xlorid	Cl <sup>-</sup>	NaCl
2	HBr	Bromid	Br <sup>-</sup>	KBr
3	HI	Iodid	I <sup>-</sup>	NaI

4	HF		Ftorid	$F^-$	$CaF_2$
5	HCN		Sianid	$CN^-$	KCN
6	HCNS		Rodanid	$CNS^-$	NaCNS
7	$H_2S$		Sulfid	$S^{2-}$	$K_2S$
8	$HNO_2$	$N_2O_3$	Nitrit	$NO_2^-$	$NaNO_2$
9	$HNO_3$	$N_2O_5$	Nitrat	$NO_3^-$	$KNO_3$
10	$H_2SO_3$	$SO_2$	Sulfit	$SO_3^{2-}$	$Na_2SO_3$
11	$H_2SO_4$	$SO_3$	Sulfat	$SO_4^{2-}$	$Na_2SO_4$
12	$H_3PO_3$	$P_2O_3$	Fosfit	$HPO_3^{2-}$	$Na_2HPO_3$
13	$H_3PO_4$	$P_2O_5$	Ortofosfat	$PO_4^{3-}$	$Na_3PO_4$
14	$HPO_3$	$P_2O_5$	m- fosfat	$PO_3^-$	$KPO_3$
15	$H_4P_2O_7$	$P_2O_5$	Difosfat Pirofosfat	$P_2O_7^{4-}$	$Na_4P_2O_7$
16	$H_2CO_3$	$CO_2$	Karbonat	$CO_3^{2-}$	$K_2CO_3$
17	$H_2SiO_3$	$SiO_2$	m-silikat	$SiO_3^{2-}$	$Na_2SiO_3$
17	$H_4SiO_4$	$SiO_2$	o-silikat	$SiO_4^{4-}$	$Na_4SiO_4$
18	$HClO$	$Cl_2O$	Gipoxlorit	$ClO^-$	$NaClO$
19	$HClO_2$	$Cl_2O_3$	Xlorit	$ClO_2^-$	$KClO_2$
20	$HClO_3$	$Cl_2O_5$	Xlorat	$ClO_3^-$	$KClO_3$
21	$HClO_4$	$Cl_2O_7$	Perxlorat	$ClO_4^-$	$KClO_4$
22	$H_2CrO_4$	$CrO_3$	Xromat	$CrO_4^{2-}$	$K_2CrO_4$
23	$H_2Cr_2O_7$	$CrO_3$	Dixromat	$Cr_2O_7^{2-}$	$K_2Cr_2O_7$
24	$HMnO_4$	$Mn_2O_7$	Permanganat	$MnO_4^-$	$NaMnO_4$
25	$H_2MnO_4$	$MnO_3$	Manganat	$MnO_4^{2-}$	$K_2MnO_4$
26	$H_3BO_3$	$B_2O_3$	Ortoborat	$BO_3^{3-}$	$K_3BO_3$
27	$HBO_2$	$B_2O_3$	Metaborat	$BO_2^-$	$KBO_2$
28	$H_2B_4O_7$	$B_2O_3$	Tetraborat	$B_4O_7^{2-}$	$Na_2B_4O_7$

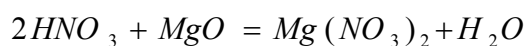
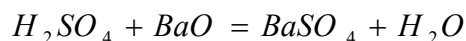
Bir element bir xil valentlikda vodorod atomlari soni bilan farqlanadigan kislotalar hosil qilganida vodorod atomlari soni kamiga - “meta”, vodorod atomlari soni ko'piga –“orto” old qo'shimchasi qo'yiladi.  $H_2SiO_3$  – meta-silikat,  $H_4SiO_4$  – orto-silikat,  $HBO_2$  – meta-borat,  $H_3BO_3$  – orto-borat,  $HPO_3$  – meta-fosfat,  $H_3PO_4$  – orto-fosfat.

Ba'zan kislotalardan suv chiqib ketishi yoki kislota xosil qiluvchi atomlar hisobiga ham ma'lum nomlanishlar beriladi:  $H_4P_2O_7$  – piro- yoki difosfat,  $H_2Cr_2O_7$  – dixromat yoki bixromat.

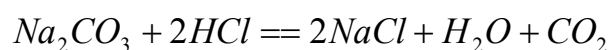
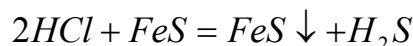
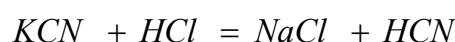
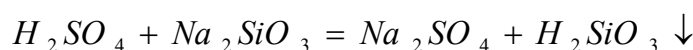
**Xossalari.** Kislotalar asoslar bilan ta'sirlashib tuz va suv hosil qiladi:



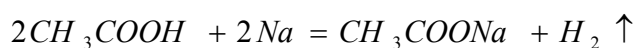
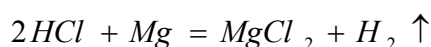
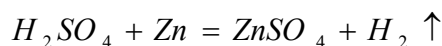
Kislotalar asosli oksidlar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi:



Kislotalar tuzlarga ta'sir etib kuchsiz kislotalarni siqib chiqaradi:

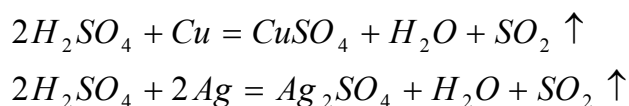


Kislotalardan HCl,  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $CH_3COOH$  faol metallar (Mg, Zn, Al, Fe) bilan ta'sir etganda kislotalarning tuzlari va vodorod ajralib chiqadi:

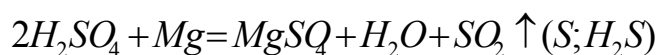


Agar kislotalarga passiv metallar (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) ta'sir ettirilsa, bu metallarning aktivligi kam bo'lgani uchun ular kislotalar bilan ta'sirlashmaydi.

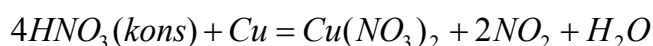
Konsentrlangan sulfat kislota metallar bilan butunlay boshqacha ta'sir etadi. Konsentrlangan sulfat kislota Fe, Al, Cr, Au, Pt kabi metallar ta'sir etmaydi. Agar konsentrlangan sulfat kislota Cu, Ag, Hg kabi metallar ta'sir ettirilsa jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



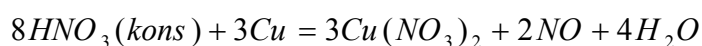
Konsentrlangan kislota aktiv metallarga (Ca, Mg, Zn) ta'sir ettirilganda:



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

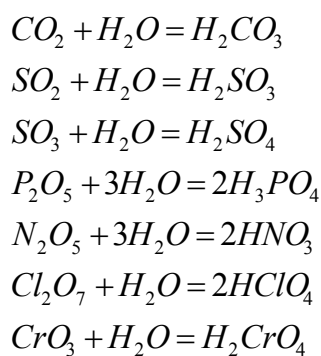


Agar shu metallar suyultirilgan nitrat kislota bilan ta'sirlashsa :

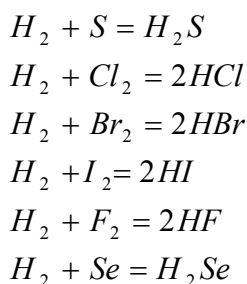


Konsentrlangan nitrat kislotani faol metallar bilan ta'siri mahsulotlari qatoriga NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O kirishi mumkin. Bunday faol metallar sifatida Ca, Mg, Zn olinsa, ana shu metallar bilan suyultirilgan nitrat kislota NO yoki NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> hosil qilishi kuzatiladi.

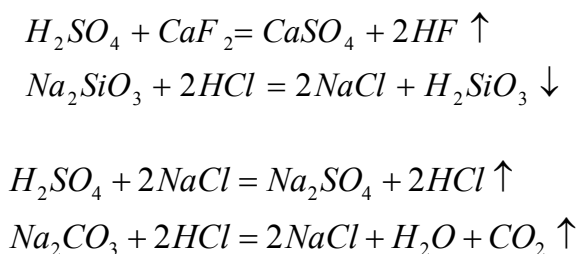
**Kislotalarning olinishi.** Kremniy (IV) oksiddan boshqa deyarli barcha oksidlar suv ta'sirida mos kislotalarga aylanadi:



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



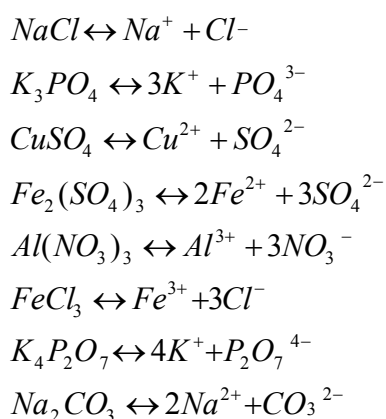
Tuzlarga kislotalar ta'sir ettirilganda ham kuchsiz kislotalar hosil bo'ladi va kuchsiz uchuvchan kislotalarning hosil bo'lishi yoki ularning parchalanishi kuzatiladi:



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

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

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



**Nomlanishi.** Nomlashda avval metall, keyin kislota qoldig'i aytiladi.  $CuSO_4$  – mis(II) sulfati;  $Al(NO_3)_3$  – aluminiy nitrati;  $Fe_2(SO_4)_3$  – temir(III)sulfati;  $K_4P_2O_7$  – kaliy difosfati yoki kaliy pirofosfati;  $FeSO_4$  – temir (II) sulfati va hokazo. Ba'zan tarixiy nomlashlar ham uchraydi.  $AgNO_3$  kumush nitrat yoki liapis;  $Na_2CO_3$  – natriy karbonat yoki soda.

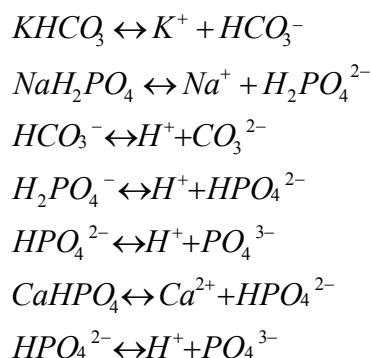
**Nordon tuzlar** tarkibida metall atomi, vodorod atomi va kislota qoldig'i bo'ladi. Nordon tuzlar (6-jadval) ko'p asosli kislotalardan hosil qilinadi. Agar tuz hosil qilish uchun olingan kislota tarkibida faqat bitta vodorod atomi bo'lsa, undan nordon tuz hosil bo'lmaydi.

## 8-jadval

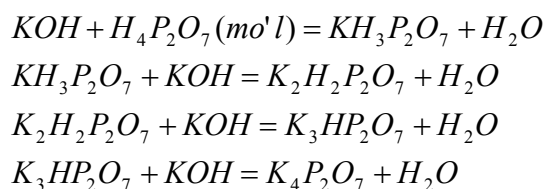
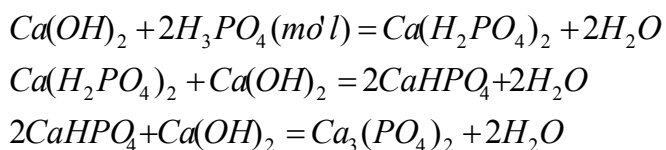
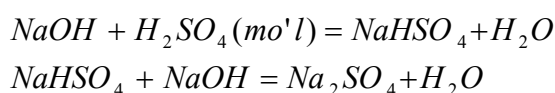
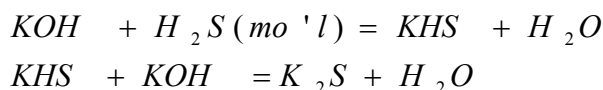
### Nordon tuzlarni hosil qiladigan kislotalar va ularning tuzlari

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

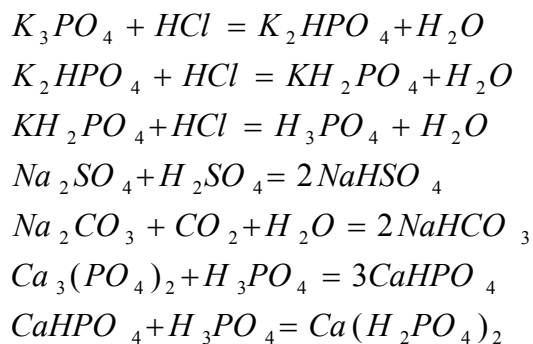
Nordon tuzlarning dissotsiyalanishi bosqichli boradi. Eritmada metall kationi, kislota qoldig'i anioni va vodorod kationi mavjud bo'ladi:



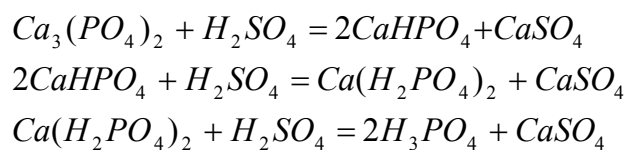
**Olinishi.** Nordon tuzlarni olishda ko'p asosli kislotalarga kuchli asoslar ta'sir ettiriladi. Reaksiyada kislotalar mo'l miqdorda olinadi. Reaksiya bosqichli borib avval nordon tuzlar keyin esa o'rta tuzlar olinadi.



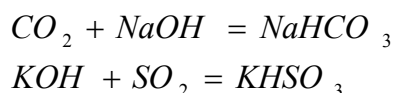
Ko'p asosli kislotalarning o'rta tuzlariga shu kislotalarning o'zini qo'shish orqali ham nordon tuzlar olish mumkin. Masalan:



Ko'p asosli kislotalarning o'rta tuzlariga kuchli kislota ( $H_2SO_4$ ) ta'sir etishda ham nordon tuz hosil qilganida:



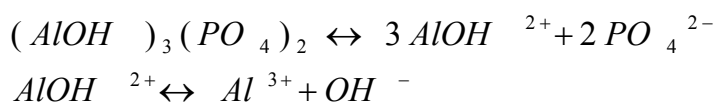
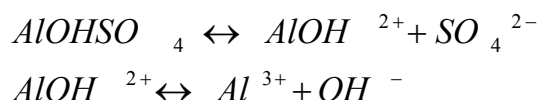
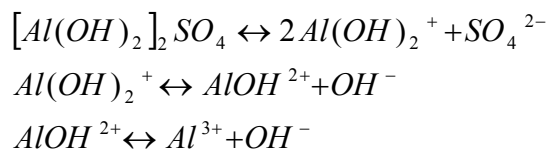
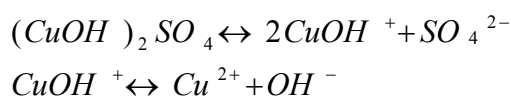
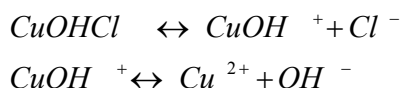
Nordon tuzlar asoslarga kislotali oksidlarning ta'sirida ham hosil bo'ladi:



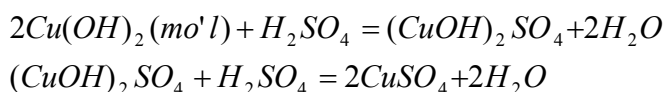
Nordon tuzlarning grafik formulasini yozish uchun shu tuz hosil qilgan kislotani grafik formulasini yozib olish kerak. So'ngra kislota qoldig'ini aniqlash va uni asosida nordon tuzni grafik formulasini yozish kerak. Oxirida shu kislota qoldig'iga metall atomi qo'yiladi.

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

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



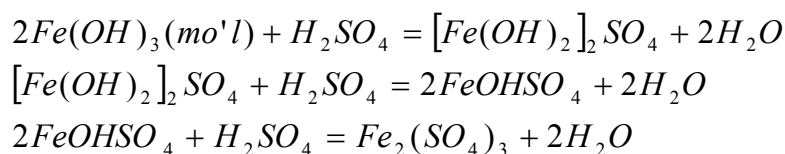
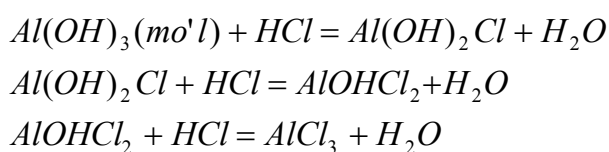
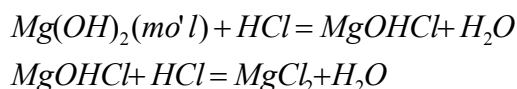
**Olinishi.** Kuchsiz va ko'p negizli asoslarga kuchli kislotalar ta'sir ettiriladi va bu reaksiyalarda asoslar mo'l miqdorda olinadi:



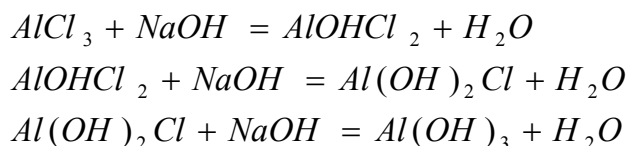
9- jadval.

**Asosli tuzlar hosil qiladigan asoslarning qoldiqlari**

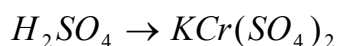
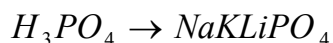
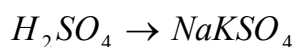
Asoslar	Qoldig'i	Asosli tuz	Asosli tuzning Nomlanishi
Mg(OH) <sub>2</sub>	MgOH <sup>+</sup>	MgOHCl	Magniygidrokso xlorid
Cu(OH) <sub>2</sub>	CuOH <sup>+</sup>	CuOHNO <sub>3</sub>	Misgidrokso(II) nitrat
Al(OH) <sub>3</sub>	Al(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Al(OH) <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Aluminiygidrokso nitrat
	AlOH <sup>2+</sup>	AlOH(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Aluminiygidrokso nitrat
Cr(OH) <sub>3</sub>	Cr(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Cr(OH) <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Xromdigidrokso(III) nitrat
	CrOH <sup>2+</sup>	CrOH(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Xromdigidrokso(III) nitrat
Al(OH) <sub>3</sub>	Al(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	[Al(OH) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Aluminiygidrokso sulfat
	AlOH <sup>2+</sup>	AlOHSO <sub>4</sub>	Aluminiygidrokso sulfat
Fe(OH) <sub>3</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	[Fe(OH) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Temirdigidrokso(III) sulfat
	FeOH <sup>2+</sup>	FeOHSO <sub>4</sub>	Temirgidrokso(III) sulfat
Mg(OH) <sub>2</sub>	MgOH <sup>+</sup>	(MgOH) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Magniygidrokso fosfat



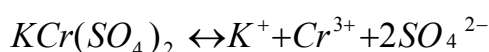
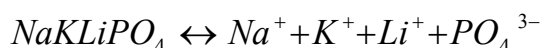
Ko'p kislotali asoslarning o'rta tuzlariga ishqor eritmalari ta'sir ettirib asosli tuzlar olinishi mumkin:



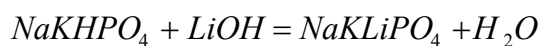
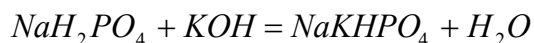
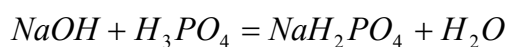
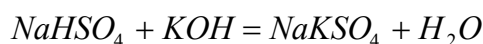
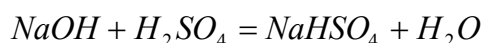
**Qo'sh tuzlar** o'z tarkibida bir paytni o'zida ikkita har xil metall kationi ushlab turadi. Qo'shaloq tuzlar ko'p asosli kislotalardagi vodorod atomlarini har xil metallarga almashinishi tufayli hosil bo'ladi:



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



**Olinishi.** Ko'p asosli kislotalarga turli asoslarni bosqichli ta'sir etish kerak:



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

Eritmada eriganda kompleks kation, anion yoki neytral zarrachalar hosil qiladigan murakkab moddalar kompleks birikmalarga kiradi.

Kompleks birikmalar tuzilishining o'ziga xos tomonlari mavjud:

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

2. Kompleks hosil qiluvchi bilan bevosita bog'langan qutbli neytral molekularlar ( $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $NO$ ) yoki anionlar ( $SO_4^{2-}$ ;  $NO_3^-$ ;  $CO_3^{2-}$ ;  $CN^-$ ;  $Cl^-$ ;  $OH^-$ ) ligandlar deb ataladi.

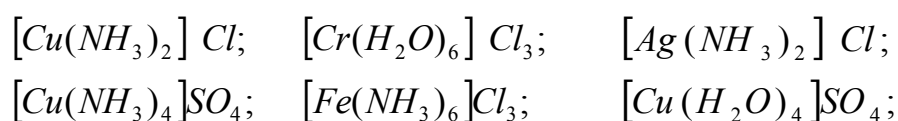
3. Kompleks hosil qiluvchi ionlar ushlab turgan neytral molekularlar va ionlar

soni koordinatsion son deyiladi.

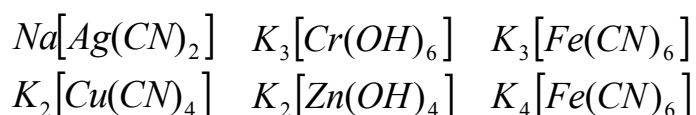
4. Kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlar ichki sferani hosil qiladi va o'rta qavsga olib yoziladi.

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

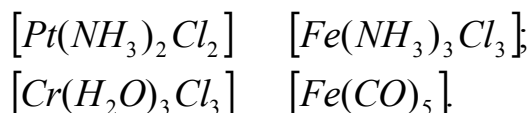
Kompleks birikmalarda ichki sfera zaryadiga ko'ra ular uch xil turga bo'linadi: kation, anion va neytral kompleks birikmalar. Kation kompleks birikmalarga misollar :



Ichki sfera zaryadi anion bo'lgan kompleks birikmalar:



Ichki sfera zaryadi neytral bo'lgan komplekslar birikmalar ham bor:



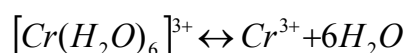
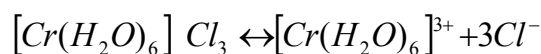
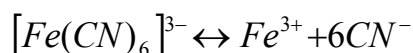
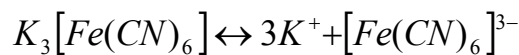
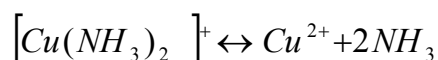
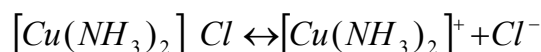
10- jadval.

**Ba'zi kompleks birikmalarning tarkibi**

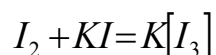
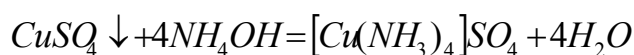
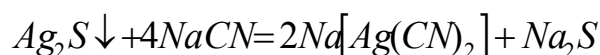
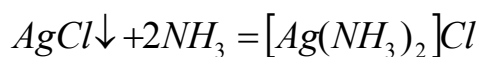
Kompleks birikma	Me <sup>n+</sup>	Ligand	Koordinatsion soni	Ichki Sfera	Tashqi Sfera
[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub>	Cu <sup>2+</sup>	NH <sub>3</sub>	4	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	Cr <sup>3+</sup>	H <sub>2</sub> O	6	[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	Fe <sup>2+</sup>	CN <sup>-</sup>	6	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	K <sup>+</sup>
Na <sub>3</sub> [Al(OH) <sub>6</sub> ]	Al <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup>	6	[Al(OH) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>
[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	Pt <sup>2+</sup>	NH <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup>	4	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	-
[Fe(CO) <sub>5</sub> ]	Fe <sup>0</sup>	CO	5	[Fe(CO) <sub>5</sub> ]	-

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

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



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



#### Nazorat uchun savollar:

1. Noorganik birikmalarning asosiy sinflari.
2. Oksidlar deb qanday moddalarga aytiladi va ular qanday sinflarga bo'linadi?
3. Oksidlarning asosiy olinish usullariga misollar keltiring.
4. Asoslarning kimyoviy xossalariga mos reaksiya tenglamalarini yozing.
5. Asoslarning olinish usullari to'g'risida tushuncha bering.
6. Kuchli kislotalarning xossalarini tushuntiring.

7. Kuchsiz kislotalarning olinish usullari to`g`risida misollar keltiring.
8. Tuzlar qanday sinflarga bo`linadi?
9. Aralash tuzlar bilan qo`shtuzlarning farqini ayting.
- 10.** Kompleks tuzlar bilan qo`shtuzlarning farqini ayting.

## II-BOB. KIMYOVIY KINETIKA, ERITMALAR, ELEKTRO-KIMYOVIY JARAYONLAR, METALLAR VA METALLMASLAR

### 2.1. Kimyoviy termodinamika va kinetika asoslari.

**Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti.** Kimyoviy reaksiyalar ko'pincha issiqlik yoki boshqa energiya turlarini yutish yoki chiqarish bilan sodir bo'ladi. Agar reaksiya o'zgarmas bosimda olib borilsa, ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik *reaksiyaning o'zgarmas bosimdagi issiqlik effekti* deyiladi va  $Q_p$  bilan belgilanadi. Reaksiya o'zgarmas hajmda olib borilsa, uning issiqlik effekti  $Q_v$  bilan belgilanadi va u *reaksiyaning o'zgarmas hajmdagi issiqlik effekti* deyiladi. Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effektlarini o'rganuvchi sohasi *termokimyo* deyiladi. Reaksiyaning issiqlik effekti kalorimetrlar yordamida aniqlanadi.

Issiqlik chiqishi bilan sodir bo'ladigan reaksiyalar *ekzotermik reaksiyalar*, issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar *endotermik reaksiyalar* deyiladi.

Issiqlik miqdorining o'lchov birliklari joule (j), kilojoule (kj), kaloriya (kal), kilokalloriyalardir (kkal). Termokimyo qoidasiga ko'ra,  $Q$  issiqlik ajralib chiqsa, musbat (+), issiqlik yutilsa manfiy (-) ishorali bo'ladi.

Reaksiyaning o'zgarmas bosim ( $Q_p$ ) va o'zgarmas hajm ( $Q_v$ ) dagi issiqlik effektini to'laroq tushunish uchun termodinamika qonunlariga murojaat etamiz.

**Termodinamikaning 1-qonuni.** Har bir sistema o'zining ichki energiyasiga ega bo'lib, uning o'zgarishi, sistemaga berilgan issiqlik va sistema bajargan ish  $A$  ning qiymatlariga bog'liq.

$$\Delta U = Q - A \quad Q = \Delta U + A$$

Tashqi muhitdan ajralgan deb faraz qilinganda modda yoki moddalar guruhi termodinamikada *sistema* deyiladi.

**Sistemaning ichki energiyasi** deyilganda moddaning umumiy energiya zahirasi tushunish kerak. Agar sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tsa, sistemaning ichki energiyasi o'zgaradi:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Kimyoviy jarayon paytida sistema hech qanday ish bajarmasa, ya'ni sistemaning hajmi o'zgarmasa, sistemaga o'zgarmas hajmda berilgan issiqlik ( $-Q_v$ ) sistemaning ichki energiyasining o'zgarishiga sabab bo'ladi:

$$-Q_v = \Delta U$$

Demak, reaksiyaning o'zgarmas hajmdagi issiqlik effekti sistema ichki energiyasining o'zgarishiga teng.

Kimyoviy reaksiyalar asosan o'zgarmas bosimda (**izobarik sharoitda**) olib boriladi. Bunday sharoitda sistema tashqi bosimga qarshi kengayish ishini bajaradi. Har qanday mexanik ish  $A$ , kuch  $F$  va masofa  $\Delta l$  ko'paytmasiga teng:

$$A = F \cdot \Delta l$$

Bosim  $P$  bo'lganda  $F$  ni topish uchun  $P$  ni sirt kattaligi  $S$  ga ko'paytiramiz:

$$F = P \cdot S$$

Bunda:  $A = P \cdot S \cdot \Delta l$  bo'ladi, yoki  $S \cdot \Delta l = \Delta V$

$$A = P \cdot \Delta V$$

U holda termodinamikaning birinchi qonuni

$$Q_p = \Delta U + A$$

quyidagicha yoziladi:

$$Q_p = \Delta U + P\Delta V$$

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$Q_p = U_2 - U_1 + P(V_2 - V_1) \text{ yoki}$$

$$Q_p = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$$

$$U + PV = H \text{ bo'lsa,}$$

$$Q_p = H_2 - H_1 = -\Delta H \text{ bo'ladi.}$$

$\Delta H$  - *kimyoviy reaksiya entalpiyasining o'zgarishi* deyiladi va issiqlik ajralsa manfiy (-), issiqlik yutilsa musbat (+) ishorasi bo'ladi.

$$Q_p = \Delta U + P\Delta V \text{ dan}$$

$$\Delta U = Q_v \text{ bo'lgani uchun}$$

$$Q_p = Q_v + P\Delta V$$

$$Q_p - Q_v = P\Delta V$$

Demak, sistemaning o'zgarmas bosimidagi issiqlik effekti bilan o'zgarmas hajmdagi issiqlik effektlari orasidagi ayirma sistemaning tashqi bosimga qarshi bajaradigan kengayish ishiga ( $P\Delta V$ ) tengdir.

Demak, reaksiyaning termodinamik issiqlik effekti  $\Delta H$  va termokimyoviy issiqlik effekti qarama-qarshi ishora bilan tengdir:

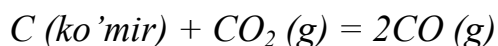
$$\Delta H = -Q_p \text{ yoki } \Delta U = -Q_v.$$

**Termodinamikaning 2-qonuni.** Termodinamikaning 1-qonuni orqali kimyoviy reaksiyalarda moddalarning ichki energiyasi o'zgarishini ko'rib chiqdik. Ikkinchi qonunda kimyoviy muvozanat holatini aniqlash, tajriba o'tkazmay turib reaksiyalar unumini hisoblash, reaksiyalarning borish-bormasligini aniqlash kabilarni o'rganish mumkin. Buning uchun biz berilgan sistemadagi har bir komponentni harakterlovchi kattaliklar — energiya, entropiya va izobar potensialini bilishimiz lozim.

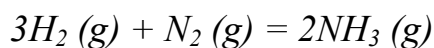
**Entropiya — muvozanat holatida turgan har qanday sistemadagi moddalarning harakatlanganligini ifodalovchi kattalik.**

Masalan, suyuqlik bug'ga o'tganda entropiya ortadi, bug' kondensatlanib suyuq yoki kristall holatga o'tsa entropiya kamayadi. Shuningdek, kimyoviy jarayonlarda ham entropiya ortishi yoki kamayishi mumkin.

Quyidagi reaksiyada entropiya ortadi:



Quyidagi reaksiyada esa entropiya kamayadi:



Qattiq jismlarda entropiya kam o'zgaradi. Entropiyaning o'zgarishi:

$$\Delta S = Q/T$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 \text{ ga teng.}$$

Bolsman nazariyasiga muvofiq mikroholatlar soni bilan entropiya orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$S = \frac{R \ln W}{N}$$

bu yerda: N - Avogadro soni, R - universal gaz doimiysi, W - mikroholatlar soni

$$S = R \cdot \ln \frac{2 - \text{holatdagi tartibsizl ik}}{1 - \text{holatdagi tartibsizl ik}}$$

Entropiyaning o'lchov birligi: **j/mol•grad.**

Tabiiy jarayonlar ikkita harakatlantiruvchi kuch ta'sirida amalga oshishi mumkin.

1) har qanday sistema o'zining energiya zahirasini kamaytirishga va jarayon paytida o'zidan issiqlik chiqarishga intiladi. Bunday jarayon paytida entalpiya o'zgarishi manfiy ( $\Delta H < 0$ ) bo'ladi.

2) sistemaning tartibsizligi o'zining eng yuqori holatiga o'tishga intiladi. Bu jarayon haroratga va entropiya ( $\Delta S$ ) o'zgarishiga bog'liq.

Agar modda bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda uning energiya zahirasi o'zgarmasa (ya'ni  $\Delta H=0$  bo'lsa), unda jarayon entropiya o'zgarishiga bog'liq bo'ladi va bu entropiya ortadigan tomonga yo'naladi (ya'ni  $\Delta S > 0$ ).

Agar sistemaning tartibsizlik darajasi o'zgarmasa (ya'ni  $\Delta S=0$ ), jarayonning yo'nalishi entalpiya kamayish tomonga yo'naladi (ya'ni  $\Delta H < 0$ ).

Kimyoviy jarayon paytida bir vaqtning o'zida ham entalpiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda o'zgarmas bosimlarda sodir bo'ladigan jarayonlarni harakatlantiruvchi kuchi **izobar potensialining o'zgarishi** deyiladi.

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

$\Delta G < 0$  bo'lsa o'z o'zicha boradigan jarayon bo'ladi,  $\Delta G > 0$  bo'lsa ayni sharoitda borishi mumkin bo'lmagan jarayon bo'ladi.

$$\Delta G = \sum G_{mahsulot}^0 - \sum \Delta G_{dast.modda}^0$$

$\Delta G^0$  - standart izobar potensial.

$$\Delta H = \sum H_{mahsulot}^0 - \sum \Delta H_{dast.modda}^0$$

$$\Delta S = \sum S_{mahsulot}^0 - \sum \Delta S_{dast.modda}^0$$

$\Delta G = 0$  muvozanat holatida  $\Delta H = T \cdot \Delta S$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

**Kimyoviy reaksiyalarning issiqligi. Gess qonuni.**

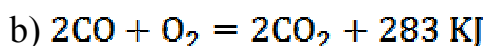
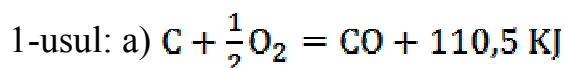
Oddiy moddalarda 1 mol birikma hosil bo'lganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu birikmaning *hosil bo'lish issiqligi* deyiladi.

**1 mol modda to'liq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori *yonish issiqligi* deyiladi.**

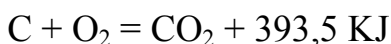
1840 yilda G.I.Gess tajriba asosida termokimyoning asosiy qonunini ta'rifladi:

***Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonining oraliq bosqichlariga bog'liq bo'lmay, moddalarning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liq.***

Masalan, karbonat angidrid CO<sub>2</sub> ikki usulda hosil qilingan.



2-usulda reaksiya bosqichsiz o'tadi.



Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, 12 g grafit bilan 16 g O<sub>2</sub> ning birikishidan hosil bo'lgan 28 g CO 16 g O<sub>2</sub> da yondirilganda, yoki 12 g grafit 32 g O<sub>2</sub> bilan to'g'ridan-to'g'ri biriktirilgandagi CO<sub>2</sub> ning hosil bo'lish issiqligi bir xil qiymatga ega.



**67-rasm. G.I.Gess**

Gess qonuni tajribada qilib ko'rilmagan kimyoviy reaksiyaning ham issiqlik effektini hisoblab chiqarishga imkon beradi. Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effektini topish uchun reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisiga reaksiya uchun olingan moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayrib tashlash kerak:

$$\Delta H = \sum \Delta H_{mahsulot} - \sum \Delta H_{dast.modda}$$

**Kimyo va energetika muammolari.** Hozirgi vaqtda jamiyatning moddiy farovonligi darajasi aholi jon boshiga ishlab chiqariladigan energiya miqdoriga ko'ra belgilanadi. Uylarni isitish, tezyurar transportdan foydalanish imkoniyati va

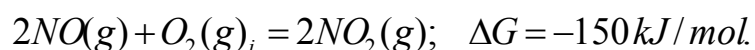
sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish ko'p jihatdan energiyaning yetarli ekanligiga bog'liq. Energetik muammolar mohiyat e'tibori bilan insoniyat moddiy madaniyatining yanada o'sishi uchun real to'siq bo'lib qoldi. Buni G'arbda XX asrning 70-yillari boshida energetik taqchilik (krizis) nomini olgan davrda ayniqsa o'tkir his qilindi. Energetik muammolar energetika, shu jumladan, atom energetikasini rivojlantirishning ekologik oqibatlariga yetarlicha baho bermaslik tufayli yanada qiyinlashdi.

Hozirgi vaqtda energiyaning talaygina qismi kimyoviy jarayonlar, jumladan, neft, gaz va ko'mir yoqish hisobiga ishlab chiqilmoqda. Yorug'lik va issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirish muammolari ham kimyoviy jarayonlar asosida hal qilinadi. Nihoyat, energiya olish uchun mo'ljallangan zamonaviy moslamalar, yangi konstruksion materiallar va issiqlik tashuvchilar barpo qilishni talab etadi. Bu — energetika muammolarini hal qilishda kimyogarlarning asosiy ro'li o'ynaydi, degan gapdir.

Rivojlangan mamlakatlarda kimyoviy mahsulot qiymati umumiy milliy mahsulot qiymatining 16-20%ga yetadi va bu tasodifiy hol emas: Kimyo sanoati xo'jalikning energiya eng ko'p sarf bo'ladigan sohasidir. Masalan, 1 t xlor yoki kalsiy karbid olish uchun 3,5 ming kVt/soat elektr energiya, 1 tonna alyuminiy yoki magniy ishlab chiqarish uchun esa 18 ming kVt/soat elektr energiya sarflanadi. Ilg'or mamlakatlarda Kimyo korxonalarida uchun sanoat sarf qiladigan butun energiyaning 1/3 qismi sarflanadi. Buning hammasi kimyoning energetika bilan uzviy aloqasi borligidan dalolat beradi: kimyo sanoatini energetikani rivojlantirmasdan taraqqiy ettirib bo'lmaydi va aksincha, energetikaning taraqqiyoti kimyoviy jarayonlardan foydalanishga chambarchas bog'liq.

### **Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi va muvozanat.**

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



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



Bu jarayon 1000 °C da ( $\Delta G = -495,3 \text{ kJ/mol}$ ) bir lahzada sodir bo'lishi aniqlangan. Kimyoviy reaksiyalarning tezligini topish orqali reaksiyalarning borish mexanizmini va qonuniyatlarini o'rganish mumkin. Kimyoviy reaksiyalarning borish mexanizmi va tezligi kimyoning maxsus bo'limi kimyoviy kinetikada o'rganiladi. Murakkab kimyoviy jarayonlarning mexanizmini bilish esa kimyoviy jarayonlarni boshqarish, jadallashtirish va texnologik jarayonlarni boshqarish uchun zarur bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyalar ikkiga bo'linadi: **geterogen** va **gomogen reaksiyalarga**.

**Gomogen reaksiyalar** faqat bir fazada, ya'ni suyuqlik yoki gaz fazasida amalga oshib, muhit bir jinsli bo'ladi. Reaksiya aralashmaning butun hajmi bo'ylab ketadi.

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

### **Kimyoviy reaksiyalar tezligi**

Reaksiya tezligi odatda reaksiyaga kirishayotgan yoki hosil bo'layotgan moddalardan birortasining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

**Kimyoviy reaksiyalarning tezligi deb vaqt birligida moddalar miqdorining o'zgarishiga aytiladi.**

Reaksiyaning tezligi to'g'risida sistemaning biror-bir xossasi o'zgarishi (elektr o'tkazuvchanligi, rangi, bosimi, spektri) bilan fikr yuritish mumkin. Agar

$t_1$  vaqtdan  $t_2$  vaqtgacha reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birortasining konsentratsiyasi  $C_1$  dan  $C_2$  ga o'zgarsa,  $t_1$  dan  $t_2$  gacha bo'lgan vaqt oralig'ida reaksiyaning o'rtacha tezligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar**

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

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

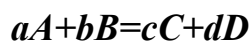
Vaqt birligi ichida ro'y beradigan to'qnashishlarning soni o'zaro to'qnashayotgan zarrachalarning konsentratsiyalariga proporsional bo'ladi. Bu son qanchalik katta bo'lsa, moddalar orasidagi o'zaro ta'sir shunchalik kuchli bo'ladi, ya'ni kimyoviy reaksiya shunchalik tez boradi. Reaksiya tezligiga konsentratsiyaning ta'siri massalar ta'siri qonunida o'z ifodasini topgan.

### **Massalar ta'siri qonuni**

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

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

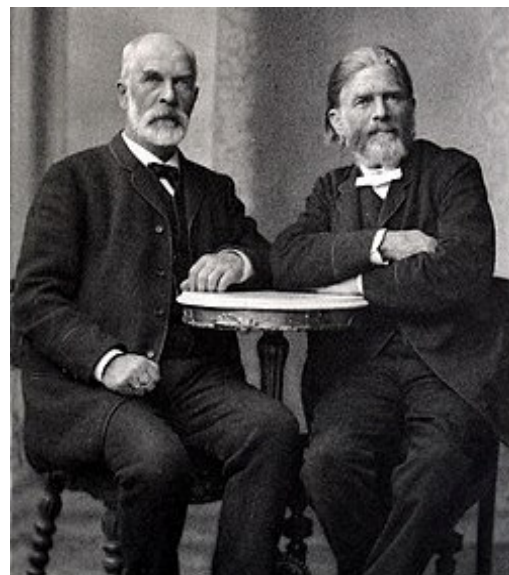
Masalan quyidagi reaksiya berilgan bo'lsin:



Reaksiyaning kinetik tenglamasi ifodasi:

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

V -reaksiya tezligi; [A] va [B] - reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi; a va b reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsientlar; k- proporsionallik koeffitsientlari bo'lib, tezlik konstantasi deb ataladi, reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, haroratga va katalizatorga bog'liq bo'lgan kattalikdir.

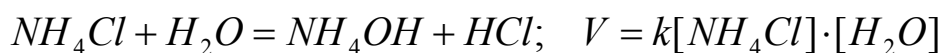
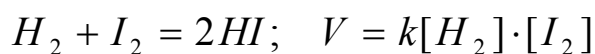


**68-rasm. Guldberg va Vaage**

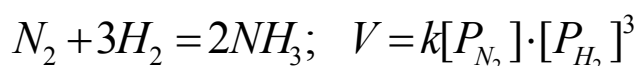
Tezlik konstantasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari 1 mol/l

ga teng bo'lgan paytdagi reaksiyaning tezligini ko'rsatadi.

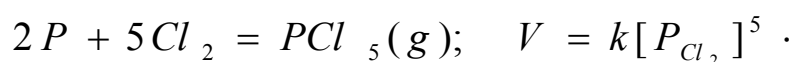
Agar reaksiya eritmalarda borsa reaksiya tezligi moddalar konsentratsiyasini o'zgarishi asosida baholangani ma'qul. Masalan, vodorod iodidning hosil bo'lishi:



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



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



### **Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri.**

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun molekulalar bir-biri bilan to'qnashishlari kerak. Lekin har bir to'qnashish ham reaksiyaga olib kelavermaydi. Masalan, vodorod va kislorod aralashmasi uzoq vaqt saqlanganda ham ular orasida sezilarli reaksiya sodir bo'lmaydi. Reaksiya sodir bo'lishi uchun dastlabki moddalar molekulalaridagi atomlar orasidagi bog' bo'shashishi yoki uzilishi darkor. Buning uchun molekulalar ma'lum energiyaga ega bo'lishlari lozim.

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

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

**Harorat har 10°C ga oshirilganda reaksiya tezligi 2-4 marta tezlashadi.**

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

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

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

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

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

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



**69-rasm. Y. Vant-Goff**

**Zarrachalar to'qnashganda reaksiya sodir bo'lishi uchun kerak bo'ladigan energiya faollanish (aktivlanish) energiyasi deyiladi.**

Shunday energiyaga ega bo'ladigan molekulalar faol molekulalar deyiladi.

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

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

B va C - haroratga bog'liq bo'lmagan doimiy sonlar, ular reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati bilan aniqlanadi. Bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

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

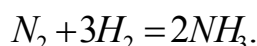
tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi bo'lib grafik usulda  $\ln K$  bilan  $1/T$  orasidagi bog'lanishdan topiladi.

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

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

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

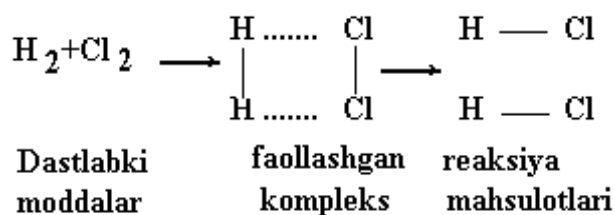
Faollanish energiyasi katta ( $E_a > 120 \text{ kJ/mol}$ ) bo'lgan reaksiyalarning tezligi juda kichik bo'ladi. Masalan, oddiy sharoitda azot va vodorod o'rtasidagi reaksiya:



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



Reaksiya modda molekulasidagi atomlar orasidagi bog'ning bo'shashishi yoki uzilishi hisobiga boshlanadi. Bunda oraliq faollangan kompleks hosil bo'ladi. Bu oraliq kompleks faollanish energiyasini yutish hisobiga hosil bo'ladi. Faollashgan kompleks beqaror bo'lib, tezda parchalanadi va reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladi. Bunda energiya ajralib chiqadi. Jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Faollanish energiyasi reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga,

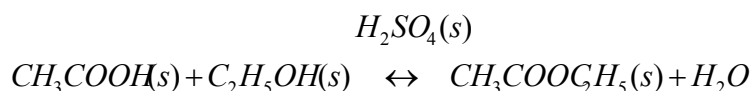
konsentrasiyaga (bosimga) katalizatorga bog'liq bo'lib, lekin haroratga bog'liq emas.

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

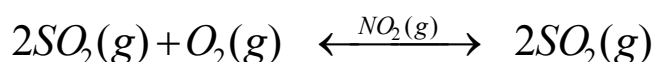
**Kimyoviy reaksiyaning tezligini oshirib, o'zi reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar katalizatorlar deyiladi.**

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

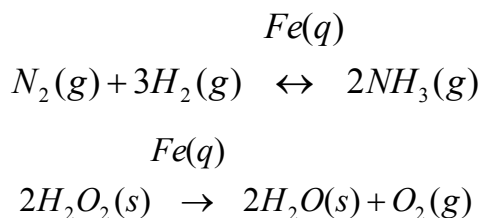
**Gomogen katalizda** katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar bitta fazada (gaz yoki suyuq) bo'ladi. Masalan:



Kislota, asos, tuzlar (ayniqsa d-elementlar – Cr, Mn, Fe, Co, Ni) eritmalari ishtirokida bo'ladigan reaksiyalar gomogen katalizga misol bo'ladi. Gomogen katalizga vodorod peroksidini  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $WO_4^{2-}$ ,  $MoO_4^{2-}$  ishtirokida suv va kislorodga parchalanishi ham kiradi. Gomogen katalizga kompleks hosil bo'lishi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, gidrogenlash, sulfolash, kislota va asoslarning o'zaro ta'siri va boshqa juda ko'p reaksiyalar kiradi. Faqat gazlar ishtirokida amalga oshadigan reaksiyalar ham gomogen kataliz hisoblanadi:



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

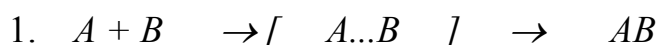


Katalitik reaksiyalar tabiatda ko'p uchraydi. Sanoatda nitrat, sulfat kislotalarni ishlab chiqarish, ammiakning olinishi, ko'plab moddalarning olinishi katalizator ishlatish orqali amalga oshadi. Katalizatorlar sifatida Mn(IV), Ni, Co,

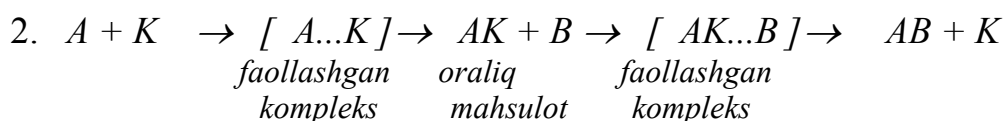
Fe, AlCl<sub>3</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> va boshqalar ishlatiladi.

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

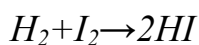
Katalizator ta'sirining mohiyati shundaki u faollanish energiyasini kamaytiradi, natijada reaksiya tezligi keskin ortadi. Masalan A va B moddalar orasidagi reaksiya tezligi kichik, chunki faollanish energiyasi (E<sub>a</sub>) katta. Agar katalizator ishlatilsa, u reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birortasi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



*faollashgan kompleks*



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

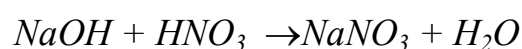
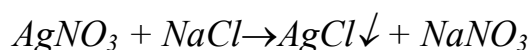
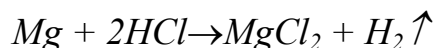


Agar reaksiya katalizatorsiz olib borilsa E<sub>a</sub>=168 kJ/mol, shu reaksiyada katalizator (Au) ishlatilsa reaksiyaning faollanish energiyasi E<sub>a</sub>=105 kJ/mol, agar shu jarayonda katalizator platina ishlatilsa E<sub>a</sub>=59 kJ/mol. Ikkala holda ham katalizator ishtirokida reaksiyaning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

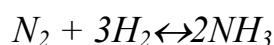
Katalizator reaksiyaning issiqlik effektini o'zgartirmaydi. To'g'ri va teskari reaksiyalarni bir xilda tezlashtirib kimyoviy muvozanat hosil bo'lishini jadallashtiradi.

## Kimyoviy muvozanat

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



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



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

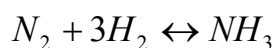


$$V_1 = K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b; \quad V_2 = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d; \quad V_1 = V_2; \quad K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a [B]^b}.$$

[A], [B], [C], [D] – reaksiyaning muvozanat konsentratsiyalari; a, b, c, d- reaksiya tenglamasining stexiometrik koeffitsientlari; K – kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasi bo'lib, u haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

### **To'g'ri va teskari reaksiyalar tezliklari tenglashgan holat kimyoviy muvozanat deyiladi.**

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

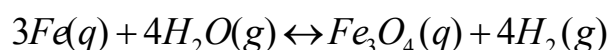


$$V_1 = K_1 \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3; \quad V_2 = K_2 \cdot [NH_3]^2; \quad K = K_1 / K_2$$

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

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

Geterogen reaksiyalarda qattiq moddalar konsentratsiyasi muvozanat konstantasi ifodasiga kirmaydi:



$$K = \frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4}$$

Kimyoviy reaksiyalarning muvozanat konstantasi asosida izobarik izotermik potensial hisoblanishi mumkin:

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

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

**Le-Shatele prinsipi.** Muvozanatda turgan sistemaga biror bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat buziladi va ma'lum vaqtdan so'ng yangi muvozanat qaror topadi. Bu jarayon muvozanatning siljishi deyiladi.

Muvozanatni qay tarafga siljishini **Le-Shatele** prinsipi aniqlab beradi:

**Muvozanatda turgan sistemaga tashqi ta'sir ko'rsatilsa, sistema muvozanati ta'sirni kamaytiruvchi reaksiya borishi tarafga siljiydi.**

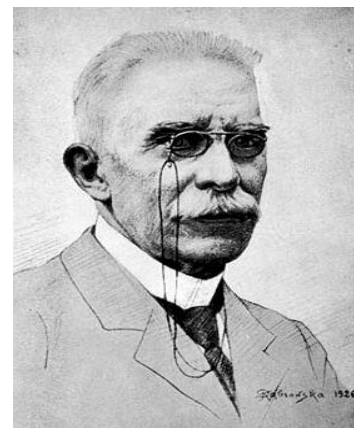
Masalan:  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3 \quad \Delta H < 0$

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

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

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

Katalizator kimyoviy jarayonni tezlashtirmaydi, faqat muvozanat holatiga kelishini tezlashtiradi.



**70-rasm. Le-Shatele**

#### **Nazorat uchun savollar.**

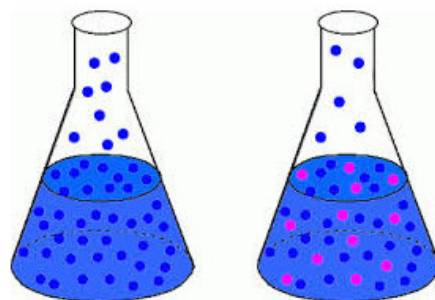
1. Sulfat angidridning oltingugurt va kisloroddan hosil bo'lish issiqligi 288 kkal/mol bo'lsa, 1 kg oltingugurt yonganda qancha issiqlik chiqadi?
2. Endotermik reaksiyaga misollar yozing.
3. Ekzotermik reaksiyaga misollar yozing.
4. Kimyoviy kinetika nima?
5. Geterogen va gomogen reaksiyalar deb qanday jarayonlarga aytiladi?
6. Kimyoviy reaksiyalar tezligi qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
7. Katalitik jarayonlar qanday omillarga bog'liqligini misollarda tushuntiring.
8. Qanday reaksiyalar qaytar va qaytmas reaksiyalar deb ataladi?
9. Kimyoviy muvozanat sodir bo'lishiga qanday omillar ta'sir etadi?
10. Kimyoviy muvozanat nima?

## 2.2. Eritmalar va ularda boradigan jarayonlar

**Eritmalarni hosil bo'lishi.** Dispers sistemalar - “dispers” so'zi lotincha bo'lib, “tarqalmoq” ma'nosini beradi. Bir modda zarrachalarining boshqa modda zarrachalari orasida bir tekis tarqalishiga dispers sistemalar deyiladi.

Dispers sistema eritmalar kabi ikki qismdan iborat. Eritmalardagi ko'p qismi erituvchi va kam qismi eruvchi, dispers sistemalarda esa ko'p qismi dispers muxit, kam tarqalgan qismi dispers faza deb yuritiladi. Masalan: tuproq zarrachalarining suvda tarqalib loyqa suv hosil qilishi. Bunda suv dispers muxit, tuproq zarrachalari dispers faza hisoblanadi. Dispers faza zarrachalarining katta-kichikligiga qarab dispers sistemalar uch xil bo'ladi. Dispers faza o'lchami 1 nanometr (*nm*) dan kichik bo'lsa chin, o'lcham 1 nm va 100 nm oralig'ida bo'lsa kolloid ( yoki zoll), dispers faza o'lchami 100 nm dan katta bo'lsa dag'al sistema deb ataladi.

Barcha eritmalar erigan moddalar va erituvchidan tashkil topgan bo'ladi, bunday muhitda moddalar molekula yoki ionlar sifatida bir tekis tarqaladi. Eritmalar tarkibining doimiy emasligi ularni mexanik aralashmalarga yaqinlashtiradi, ammo o'zining bir jinsliliigi bilan ulardan farqlanadi. Erigan modda bilan muvozanatda bo'lgan eritma to'yingan hisoblanadi. Bular kam tarqalganligi sababli u qadar amaliy ahamiyatga ega emas. Amaliyotda toyinmagan eritmalar, ya'ni tarkibida erigan modda konsentrasiyasi kamroq bo'lgan eritmalar ko'p ishlatiladi. Eritma yoki erituvchining ma'lum hajmida erigan moddaning miqdori eritmaning konsentrasiyasi deyiladi. Eritmada erigan modda konsentrasiyasi yuqori bo'lganda konsentrlangan, kam bo'lganda suyultirilgan eritma deb yuritiladi.



**80-rasm. Sof va ikki modda aralashmasining eritmada tarqalishi**

### **Eruvchanlik**

**Moddaning erituvchilarda erish xususiyati *eruvchanlik* deyiladi.**

Mazkur sharoitda moddaning eruvchanlik o'lchovi uning to'yingan eritmasi konsentrasiyasi bilan belgilanadi.

**100 g erituvchi massa birligida mazkur sharoitda to'yintiruvchi suvsiz moddaning massa birligi soni eruvchanlik koeffitsienti deyiladi.**

100 g suvda 1g dan ortiq modda erisa - yaxshi eriydigan, 100 g suvda 1 g dan 0,001 gacha modda erisa kam eriydigan, 0,001 g dan oz eriydigan moddalarga erimaydigan moddalar deyiladi.

Qattiq jismlarning erishi issiqlik yutilishi bilan boradi. Bunda energiyaning ko'pgina qismi kristall panjarani parchalashga sarflanadi. Bu energiya gidrat (solvatlar) hosil bo'lishida ajraladigan energiya bilan qoplanadi.

Le-Shatele prinsipini moddaning kristall holati va uning to'yingan eritmasiga qo'llab, modda energiya yutish bilan eriganda temperaturasining ko'tarilishi uning erishini oshiradi, degan xulosa qilish mumkin. Aksincha, gidratlanish energiyasi eritma hosil bo'lishi uchun yetarli bo'lganda, ya'ni erish energiya ajralishi bilan borsa, bunday holda temperatura ko'tarilishi eruvchanlikni kamaytiradi. Bunday hodisa suvda ishqorlar, litiy, magniy va alyuminiyning ko'pgina tuzlari eriganda roy beradi.

**Suyuqliklarning bir-birida erishi chegaralangan holatdan chegaralanmagan holatga o'tish temperaturasi eruvchanlikning kritik temperaturasi deyiladi.**

Agar ikki bir-biri bilan aralashmaydigan suyuqlikdan iborat sistemaga bularning har birida eriy oladigan uchinchi modda kiritilsa, unda erigan modda bu suyuqliklarda erishiga mos proporsionallikda tarqaladi. **Bundan tarqalish qonuni** kelib chiqadi, ya'ni ikki aralashmaydigan erituvchida eriy oladigan modda o'zgarmas temperaturada moddalar orasida shunday tarqaladiki, bu eritmalardagi uning konsentrasiyalari nisbatan umumiy erigan modda miqdoriga bog'liq bo'lmagan holda doimiy bo'ladi:

$$C_1/C_2=K$$

Bu erda  $C_1$  va  $C_2$  - erigan moddaning birinchi va ikkinchi erituvchidagi konsentrasiyalari;  $K$  - tarqalish koeffitsienti.

Ikki yoki bir necha komponentdan iborat qattiq yoki suyuq gomogen sistema eritma deb ataladi. O'z agregat holatini eritmaga o'tkazadigan modda erituvchi hisoblanadi. Har qanday eritma erituvchi va eruvchi moddalardan iborat bo'ladi. Moddalar chegarasiz eriganida eritmada erigan moddaning foiz miqdori 0 % dan 100 % gacha bo'ladi.

Bunday hollarda eruvchi va erituvchi orasidagi ayirma yo'qoladi. Bulardan istaganimizni erituvchi deb qabul qilishimiz mumkin. Lekin juda ko'pchilik moddalar ayni temperaturada ma'lum chegaraga qadar eriydi. Masalan, uy temperaturasida osh tuzining suvdagi eritmasi NaCl ning miqdori hech qachon 36.48% dan ortmaydi. Eritmalarning fizikaviy xossalari (masalan, qaynash temperaturasi) erigan modda miqdori ortishi bilan o'zgaradi. Ko'pincha, eritma hosil bo'lganda hajmiy va energetikaviy o'zgarishlar yuz beradi. Ko'pchilik moddalar eritmalarning kimyoviy xossalari eritmada eruvchi modda miqdori ortishi bilan kam o'zgaradi.

Qattiq modda erituvchiga tushirilganda uning ionlari yoki molekulalari erituvchi molekulalarining qutblariga tortilishi natijasida erish jarayoni boshlanadi. Erish vaqtida erish jarayoniga qarshi kristallanish jarayoni ham sodir bo'ladi. Eritmaga o'tgan zarrachalar qattiq jism sirt bilan uchrashganda qattiq jismga tortilib, qaytadan krisstallanadi. Demak, bu yerda ikki qarama - qarshi jarayon boradi. Dastlab, erish jarayon tezlashadi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin ikkala jarayon tezliklari bir-biriga barobar bo'lib qoladi, ya'ni bir sekundda necha molekula eritmaga o'tsa, shuncha molekula qaytadan krisstallanadi. U vaqtda erigan modda bilan erimay qolgan modda orasida dinamik muvozanat qaror topadi, eritma to'yinadi. Shunday qilib, erimay qolgan modda bilan cheksiz uzoq vaqt birga mavjud bo'la oladigan, ya'ni muvozanatda turadigan eritma to'yingan eritma deyiladi.

Moddaning biror erituvchida eriy olish xususiyati shu moddaning eruvchanligi deyiladi. Moddalarning eruvchanligi eruvchi moddaning va erituvchining tabiatiga, hamda temperatura va bosimga bog'liq. Ayni moddaning ma'lum temperaturada 100 gr erituvchida erib to'yingan eritma hosil qiladigan

og'irlik miqdori uning eruvchanlik koeffitsiyenti (yoki eruvchanligi) deyiladi.

Ba'zi moddalarning 100 gr suvda 20° C dagi eruvchanligi:

Modda	Eruvchanligi
$C_6H_{12}O_6$	200 gr
NaCl	35 gr
$H_3BO_3$	5 gr
$CaCO_3$	0.0013 gr
AgJ	0.00000013 gr

Nazariy jihatdan olganda mutlaqo erimaydigan moddalar bo'lmaydi. Xatto oltin va kumush ham juda oz darajada suvda eriydi.

Gazlarning suyuqliklarda eruvchanligi Genri qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga muvofiq o'zgarmas temperaturada ma'lum hajm suyuqlikda erigan gazning og'irlik miqdori shu gazning bosimiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$m = k \cdot P$$

m- ma'lum hajmdagi suyuqlikda erigan gazning og'irligi

P- gaz bosimi

k- proporsionallik koeffitsiyenti

Gazlar aralashmasi eritilganda har qaysi gaz mustaqil ravishda eriydi, ya'ni bir gazning erishiga aralashmadagi boshqa gazlar hech qanday xalal bermaydi, erish gazning porsial bosimiga proporsional bo'ladi. (Genri-Dalton qonuni) Genri va Genri - Dalton qonunlariga suyuqlik bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan gazlarga (past bosimda) bo'ysunadi, 1 litr erituvchida harorat (t) da va bosimda (p) eriy oladigan gaz hajmi gazning eruvchanlik koeffitsiyenti deyiladi. Temperatura ko'tarilganda gazning suyuqlikda eruvchanligi kamaya boradi, chunki gazning suyuqlikda erishi ko'pincha issiqlik chiqarish bilan boradi.

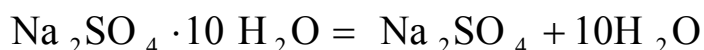
Suyuqliklarning suyuqliklarda erishida uch hol bo'lishi mumkin:

1. Suyuqliklar o'zaro istalgan nisbatda aralashadi (masalan, suv bilan spirt);
2. Suyuqliklar o'zaro ma'lum chegaradagina aralashadi (suv bilan fenol);

3. Suyuqliklar o'zaro aralashmaydi (suv bilan simob). Suyuqlikning suyuqlikda erishi temperatura ortishi bilan ortadi, lekin bosim o'zgarganda kam o'zgaradi. Erish nihoyatda katta (1000 atm) bosim qo'lanilgandagina ko'paya boshlaydi.

Qattiq jismning suyuqlikda eruvchanligi o'zgarmas bosimda temperatura ortishi bilan ortadi, lekin qattiq modda eriganda issiqlik chiqsa, bu moddaning eruvchanligi temperatura ortishi bilan kamayadi.

To'yingan eritma ehtiyotlik bilan sovutilganida o'ta to'yingan eritma hosil bo'lishi mumkin, lekin o'ta to'yingan eritma barqaror sistema emas. Agar o'ta to'yingan eritmaga eruvchi moddaning kichkina kristali kiritilar ekan, sistema to'yingan eritmaga aylanib ketib, erigan moddaning ortiqcha miqdori eritmadan ajralib chiqadi. Ba'zi hollarda eruvchanlik diagrammasida chiziqning sinishi ko'rsatiladi. Masalan,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tuzining eruvchanlik diagrammasi chizig'i  $32.38^\circ\text{C}$  da sinadi. Bu temperaturada quyidagi muvozanat qaror topadi.



Agar biz eritmani  $32.38^\circ\text{C}$  dan past  $t^\circ$  da bug'lantirsak,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  tarkibli krisstalgidrat hosil bo'ladi; lekin  $32.38^\circ\text{C}$  dan yuqori temperaturada bug'lantirsak  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  kristallariga ega bo'lamiz.

Shunday qilib, eruvchanlik diagrammasini o'rganish orqali eritmada borayotgan kimyoviy jarayonlar haqida to'g'ri xulosa chiqarish mumkin. Eritmalarning xossalari eritmada diffuziya, osmos hodisalari, eritmalarning bug' bosimi, muzlash va qaynash  $t^\circ$  lari kiradi. Bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida o'z-o'zicha bir tekisda taqsimlanish jarayoni diffuziya deyiladi. Agar konsentratsiyasi ko'proq eritma olib, uning ustiga suv quysak, erigan modda zarrachalari suvga o'ta boshlaydi, borib-borib eritma butun idish ichida bir xil konsentratsiyaga erishadi. Eritmalarda diffuziya hodisasini puxta o'rganish natijasida tubandagi qonuniyatlar chiqarilgan.

1. Eritmalarda diffuziya juda sust boradi.

2. Diffuziya tufayli zarrachalar konsentratsiyasi yuqori bo'lgan joydan

konsentratsiyasi kam bo'lgan joyga o'tadi, nihoyat sistema bir xil konsentratsiyaga erishadi.

3. Eritmalarda diffuziya tufayli og'irlik kuchi ham yengillashadi: har qanday og'ir tuz eritmasi ustiga suv solsak, og'ir zarrachalar yuqoriga ko'tariladi;

4. Diffuziya hodisasida ikkala modda zarrachalari bir-birining orasiga kirishadi. Agar erituvchi bilan eritma o'rtasiga yarimo'tkazgich parda qo'ysak, bu parda orqali erituvchi zarrachalari eritmaga o'tib, uni suyultiradi. Erituvchi zarrachalarining yarim o'tkazgich parda orqali eritmaga o'tish jarayoniga osmos deyiladi. Osmos hodisasi natijasida har bir eritma ma'lum osmotik bosimga ega bo'ladi.

**Eritmalarning xossalari. Osmotik bosim. Vant-Goff qonuni.** Eritmadagi erigan modda va erituvchi zarrachalarining tartibsiz harakati tufayli eruvchi modda erituvchining butun hajmi bo'yicha bir tekisda taqsimlanadi. Agar silindrga qandning konsentrlangan eritmasini quyib, uning ustiga ehtiyotlik bilan suyultirilgan qand eritmasini solsak, qandning konsentrlangan eritmada suyultirilgan eritmaga o'tishi, suvning esa suyultirilgan eritmada konsentrlangan eritmaga o'tishi yuz beradi. Har bir modda o'zining konsentratsiyasi kam bo'lgan tomonga o'ta boshlaydi. Ana shunday moddalarning o'z-o'zidan o'tishiga, ya'ni ular konsentratsiyalarining tenglashishiga olib keluvchi jarayon *diffuziya* deyiladi.

Agar shisha silindrga  $\text{KMnO}_4$  ning eritmasini quysak va unga chayqatmasdan turib, suv qo'shilsa, diffuziya hodisasini kuzatish mumkin. Avval keskin chegara kuzatiladi, lekin sekin-asta chegara yo'qola boshlaydi; bir necha vaqtdan keyin erigan modda erituvchining butun hajmi bo'yicha bir tekis taqsimlanadi va butun suyuqlik bir xil rangga kiradi. Bunda erituvchi va eruvchi moddalar zarrachalari qarama-qarshi yo'nalishda diffuziyalanadi. Bu jarayon - *ikki yoqlama diffuziya* deb ataladi.

Agar ikki eritma orasiga erituvchi o'ta oladigan, lekin eruvchi modda o'ta olmaydigan to'siq parda qo'yilsa, ahvol boshqacha bo'ladi. Bunday pardalar *yarimo'tkazgich pardalar* deb ataladi. Ular tabiatda ham uchraydi va sun'iy yo'l

bilan ham hosil qilinadi. Masalan, mis kuporosi eritmasi shimdirilgan g'ovak sopol silindr kaliygeksatsiano (II)-ferrat eritmasiga tushirilsa, silindr g'ovaklariga mis geksatsiano (II)-ferrat cho'kib qoladi. Shunday usul bilan ishlangan silindr yarimo'tkazgich parda xossasiga ega bo'lib qoladi. Silindrga shakar eritmasi solinib, suvga botirilsa, faqat suv molekulalarining o'tishi hisobiga sopol idishdagi eritmaning hajmi ko'paya boshlaydi, undagi qandning konsentratsiyasi kamaya boshlaydi. Yarimo'tkazgich orqali bo'ladigan bunday bir yoqlama diffuziya **osmos** deb ataladi. Eritmaning ko'tarilishi hisobiga nayda suv ustunining ortiqcha bosimi vujudga keladi. Bunday gidrostatik bosim *eritmaning osmotik bosimi* deyiladi. Gidrostatik bosim ma'lum qiymatga yetganda osmos to'xtaydi va muvozanat hosil bo'ladi.

Osmos hodisasi hayvonlar va o'simliklar organizmi hayotida muhim rol uynaydi. Hujayralar po'sti suv yaxshi o'ta oladigan, lekin xujayra ichi suyuqligida erigan moddalar deyarli o'ta olmaydigan pardadan iborat.

Turli eritmalarining osmotik bosimini o'lchash natijasida 1886 yilda golland olimi Vant Goff elektrolit bo'lmagan moddalarning uncha yuqori bo'lmagan konsentratsiyali eritmalarini osmotik bosimini konsentratsiya va haroratga bog'liqligini aniqladi (Vant-Goff qonuni):

$$P_{osm} = CRT$$

bunda:  $P_{osm}$ - eritmaning osmotik bosimi

C - eritmaning molyar konsentratsiyasi

R - gazlarning universal doimiysi

T - absolyut temperatura

Eritmaning molyar konsentratsiyasi:  $C = \frac{n}{V}$ ; bundan:  $n = \frac{m}{M}$ .

U holda bu ifodani C o'rniga qo'ysak, Vant-Goff tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$P_{osm} = mRT/MV$$

Bunda, M-erigan moddaning molekulyar massasi, m - erigan moddaning

grammlarda ifodalangan massasi, V - eritmaning litrda ifodalangan hajmi.

Tenglama Mendeleev-Klapeyron tenglamasiga o'xshaydi.

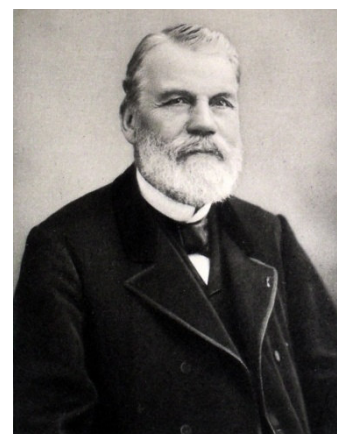
**Eritmaning bug bosimi. Raul qonunlari.** Suyuqlik bilan muvozanatdagi bug'ning o'zgarish haroratdagi bosimi *suyuqlikning bug' bosimi* deyiladi. Suyuqlikning bug' bosimi bilan tashqi atmosfera bosimi tenglashsa suyuqlik qaynaydi.

Toza erituvchining bug' bosimidan eritmaning bug' bosimi doimo past bo'ladi. Eritma bug' bosimlarini o'rganish natijasida 1887 yilda fransuz fizigi Raul quyidagi bog'lanishni aniqladi.

Berk idishdagi suyuqlik yuzasidagi bo'shliqda suyuqlikning bug'lanish va bug'langan suyuqlikning kondensatlanishi orasida muvozanat vujudga keladi.

Suyuqlik bilan muvozanatda bo'lgan bug' **to'yingan bug'**

deyiladi. To'yingan bug'ning idish devoriga beradigan bosimi shu suyuqlikning to'yingan bug' bosimi deyiladi. To'yingan bug' bosimi temperaturaga bog'liq



**81-rasm. Raul**

bo'lib, ayni moddaning harakterli xususiyati hisoblanadi. Suyuqlikda uchuvchan bo'lmagan modda eritilsa, eritmaning bug' bosimi  $P_1$  toza erituvchining bug' bosimi  $P$  ga nisbatan kamayadi. Bu farqni  $(P-P_1)$  eritmani bug' bosimini pasayishi deyiladi va u  $\Delta P$  bilan belgilanadi. Eritma bug' bosimini pasayishining toza erituvchini bug' bosimiga nisbati  $\Delta P/P$  eritma bug' bosimining nisbiy pasayishi deyiladi.

*Raulning I-tanometrik qonuni:*

***Eritma bug bosimining pasayishi eritmadagi erigan moddaning molyar qismiga***

***teng.***

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{n_1}{n_1 + n}$$

$$\frac{(P_0 - P)}{P_0} = N_2$$

$$\frac{n_1}{n_1 + n} = N_2$$

bunda  $\Delta P$ - eritma bug' bosimining pasayishi,  $P_0$  - toza erituvchining bug' bosimi,  $n_1$  - erigan moddaning mollar soni,  $n$  - erituvchi moddaning mollar soni,  $P$  - eritmaning bug bosimi,  $N_2$  - erigan moddaning molyar qismi.

**1000 gr erituvchida 1 mol modda eritilishidan hosil bo'lgan eritma muzlash temperaturasining pasayishi ayni erituvchi uchun o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, uni shu erituvchining krioskopik konstantasi ( $K_k$ ) deyiladi.**

**Qaynash temperaturasining ko'tarilishi ham o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, uni erituvchining ebulioskopik konstantasi ( $K_e$ ) deyiladi.**

$$\text{Suv uchun } K_e = 0.52^\circ; \quad K_k = 1.86^\circ$$

Suyultirilgan eritmalar qaynash temperaturasining ko'tarilish yoki muzlash temperaturasining pasayishi Eritmaning molyar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir.

$$\Delta t_{\text{muz}} = K_k \cdot C \quad \Delta t_{\text{qay}} = K_e \cdot C$$

bunda  $\Delta t_{\text{muz}}$  - eritma muzlash temperaturasining pasayishi

$\Delta t_{\text{qay}}$  - eritma qaynash temperaturasining ko'tarilishi

$C$ - eritmaning molyar konsentratsiyasi

Eritmaning molyal konsentratsiyasi  $C_M = \frac{a \cdot 1000}{b \cdot M}$  ifodaga teng. Shuning

uchun

$$\Delta t_{\text{muz}} = K_k \frac{a \cdot 1000}{b \cdot M} \quad \Delta t_{\text{qay}} = K_e \frac{a \cdot 1000}{b \cdot M} .$$

Bu tenglamalardan foydalanib, eritmaning qaynash temperaturasining ko'tarilish, yoki muzlash temperaturasining pasayishini, erigan moddaning molekulyar massasini, erituvchi moddalarning miqdorini, hamda erituvchining krioskopik va ebulioskopik konstantalarini hisoblash mumkin.

*Raulning II - (ebulioskopik va krioskopik) qonuni.*

***Eritma qaynash haroratining ko'tarilishi va muzlash haroratining pasayishi eritmaning molyal konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir.***

$$t_{qay.} = E^*m$$

$$t_{muz.} = K^*m$$

Eritmalarda zaryadlangan zarrachalar mavjudligini 1818 yilda T.Grotgus aniqlagan. Shuning uchun eritmalardan elektr toki o'tadi. Moddalarning suvdagi eritmaları elektr tokini o'tkazishiga qarab ular elektrolitlar va elektrolitmaslarga ajratiladi.

**Suvdagi eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazuvchi moddalar  
*elektrolitlar* deyiladi.**

Masalan, ko'pgina asos, kislota va tuzlar bunga misol bo'ladi.

**Suvdagi eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar  
*elektrolitmaslar* deyiladi.**

Masalan, shakar va boshqa organik birikmalar shular jumlasidandir.

Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligi ulardagi molekulalar va kristallardan musbat va manfiy zaryadlangan ionlarning hosil bo'lishiga bog'liq. Bu faktlarni 1887 yilda shved olimi Svante Arrenius elektrolitik dissotsiatsiyalanish nazariyasi bilan tushuntirdi. Arrenius nazariyasiga muvofiq, elektrolitlar suvda eritilganda qarama-qarshi zaryadlangan ionlarga ajraladi. Musbat zaryadlangan ionlar — *kationlar*, manfiy zaryadlangan ionlar — *anionlar* deyiladi. Eritmada kation va anionlarning zaryadlari yig'indisi teng bo'ladi.

**Moddalarning suvda eritilganda yoki yuqori haroratda suyuqlantirilganda  
ionlarga ajralish hodisasi *elektrolitik dissotsilanish* deyiladi.**

Moddalarning tuzilishiga qarab, ularning dissotsiatsiyasi ham turlicha bo'ladi. Suvli muhitda gidratlangan ionlarning hosil bo'lishi quyidagi ikki mexanizm bo'yicha boradi:

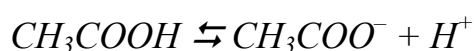
1. Ion tuzilishdagi kristallarning eritmadagi dissotsiatsiyasi. Natriy xlorid NaCl kristallari suvga tushirilganda kristallar yuzasidagi Cl<sup>-</sup> ionlariga suvning qutbli molekulalari o'zining musbat zaryadlangan tomoni, Na<sup>+</sup> ionlariga esa manfiy tomoni bilan elektrostatik tortiladi (ion-dipol o'zaro ta'sir). Ionlarining suvni dipollari bilan bunday o'zaro ta'siri natijasida kristallning ionlari o'rtasidagi o'zaro bog'lanish bo'shshadi va ular eritmaga gidratlangan ionlar holida o'tadi.

2. Qutbli tuzilishdagi moddalarning erishdagi dissotsiatsiyasi. Qutbli molekulalarning (masalan, HCl) suv bilan o'zaro ta'siri natijasida (dipol-dipol o'zaro ta'sir) dipollararo bog'lanish vujudga kelib, eruvchi modda molekulasi qutblanadi. Natijada eruvchi modda ionli holatga o'tadi va ionlarga parchalanadi. Qutbli molekuladan hosil bo'lgan ionlar ham gidratlanadi.

Elektrolitlarning dissotsilanishi natijasida erkin ionlar hosil bo'lmay, balki bu ionlarning erituvchi molekulalari bilan hosil qilgan birikmalari vujudga keladi. Bunday birikmalar umumiy qilib **ionlarning solvatlari** deyiladi. Dissotsilanish tenglamalarini yozishda odatda ionlarning formulalari yozilib, ularning gidrat yoki solvatlari formulasi ko'rsatilmaydi, chunki ionlar bilan bog'langan erituvchi molekulalari soni eritmaning konsentratsiyasi va boshqa sharoitlarga bog'liq holda o'zgaradi.

Erituvchi molekulalarining qutbliligi ion va molekulyar tuzilishdagi moddalarning dissotsilanishi uchun imkon beradi. Suvdan tashqari, qutbli molekulalardan tashkil topgan boshqa suyuqliklar ham (etil spirti, ammiak, chumoli kislota va boshqalar) **ionlashtiruvchi erituvchilar** hisoblanadi. Bu suyuqliklarda erigan tuzlar, kislotalar va asoslar ionlarga ajraladi.

Elektrolitik dissotsilanish ham qaytar jarayondir:



Dissotsiatsiyaga teskari jarayonni **molekulyarizatsiya** deyiladi. Dissotsiatsiya va molekulyarizatsiya jarayonlari tezliklari tenglashib, muvozanat qaror topadi.

*Ionlarga ajralgan molekulalar sonini umumiy erigan molekulalar soniga nisbati elektrolitik dissotsilanish darajasi deyiladi:*

$$\alpha = x/n \text{ yoki foizlarda quyidagicha bo'ladi } \alpha = (x/n) \cdot 100\%$$

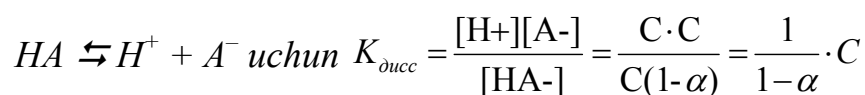
bu yerda:  $\alpha$ -dissotsilanish darajasi; x-elektrolitning eritmadagi erkin gidratlangan ionlari mollar soni; n - eritish uchun olingan elektrolitning umumiy mollar soni.

Elektrolitning dissotsilanish darajasi qiymatiga qarab, elektrolitlar:

- 1) kuchsiz elektrolitlar:  $\alpha = 0-3\%$  gacha;
- 2) o'rtacha kuchli elektrolitlar:  $\alpha = 3-30\%$  gacha;
- 3) kuchli elektrolitlar:  $\alpha = 30-100\%$  ga bo'linadi.

KCl uchun  $\alpha = 86\%$ , CuSO<sub>4</sub> uchun  $\alpha = 38\%$ , HNO<sub>3</sub> uchun  $\alpha = 92\%$ , H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uchun  $\alpha = 58\%$ , KOH uchun  $\alpha = 91\%$ , HCl uchun  $\alpha = 91\%$ .

Kuchsiz elektrolitlar eritmasidagi ionlar o'rtasida vujudga keladigan muvozanatga massalar ta'siri qonunini qo'llab, muvozanat konstantasini chiqarish mumkin. Bunda muvozanat konstantasi **elektrolitning dissotsilanish konstantasi** deyiladi.



Bu tenglama **Ostvaldning suyultirish qonuni tenglamasi**dir.

Dissotsiatsiya darajasi eritma suyultirilishi bilan oshib boradi. Juda kam dissotsilanadigan elektrolit eritmalari uchun Ostvaldning suyultirish qonuni tenglamasi:

$$K = \alpha^2 \cdot C$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

### **Asos, kislota va tuzlarning dissotsialanishi**

**Asoslarning dissotsialanishi.** Asoslar suvda eritilganda metall kationi va gidroksid anioniga dissotsilanadi.



**Kislotalarning dissotsilanishi.** Kislotalar suvda eritilganda vodorod kationi va kislota qoldig'i anionlariga dissotsilanadi.



**Tuzlarning dissotsilanishi.** Tuzlar suvda eritilganda metall kationi va



82-rasm.V.Ostvald

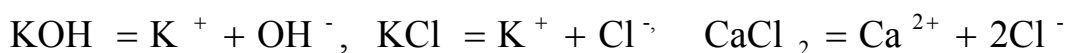
kislota qoldig'i anionlariga dissotsilanadi.



Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasiga muvofiq, kislota, asos va tuzlar eritmalari orasida boradigan reaksiyalarda ta'sirlashuv molekulalar o'rtasida emas, balki ulardan hosil bo'ladigan ionlar o'rtasida sodir bo'ladi. Elektrolit eritmalaridagi almashinish reaksiyalari kuchsiz elektrolitlar, yomon eruvchi va gaz mahsulotlar hosil bo'lgandagina ohirigacha boradi. Bunday reaksiyalar qatoriga cho'kma, gaz moddalar hosil qilish bilan boradigan va neytrallanish reaksiyalari kiradi.

### Elektrolit eritmalarining xossalari

Eritmalari yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazadigan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga kislota, asos va tuzlar misol bo'la oladi. Bu moddalar eritmalarda yoki suyuqlanmalarda ionlarga parchalanadi. Masalan:



Musbat zaryadlangan ionlar kationlar, manfiy zaryadlangan ionlar esa anionlar deyiladi. Elektrolit molekulalari parchalangani uchun eritmada zarrachalar soni ortadi. Shuning uchun suyultirilgan noelektrolit eritmalar uchun aniqlangan Vant-Goff va Raul qonunlarining matematik ifodasini elektrolitlarga qo'llashda tuzatma koeffitsiyentni (bu koeffitsiyent Vant-Goffning **izotonik koeffitsiyenti** deb ataladi) (i) kiritish kerak. U vaqtda Vant-Goff tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$P=iCRT$$

Raul qonunining tenglamasi  $\Delta t=KCi$  shaklida yoziladi. Izotonik koeffitsiyent tajribada topilgan osmotik bosim, elektrolit eritmasining bug' bosimini, eritmaning muzlash temperaturasi kamayishining va eritma qaynash temperaturasining ko'tarilishi, xuddi shu parametrlarning nazariy hisoblab topilgan qiymatlaridan necha marta kattaligini ko'rsatadi, ya'ni

$$i = \frac{P^1}{P} = \frac{\Delta P^1}{\Delta P} = \frac{\Delta t_{muz}^1}{\Delta t_{muz}} = \frac{\Delta t_{qay}^1}{\Delta t_{qay}}$$

Bu yerda  $P^1$ ,  $\Delta P^1$ ,  $\Delta t_{\text{muz}}^1$ ,  $\Delta t_{\text{qay}}$  - tajribada topilgan,  $P$ ,  $\Delta P$ ,  $\Delta t_{\text{muz}}$ ,  $\Delta t_{\text{qay}}$  nazariy hisoblab topilgan qiymatlar.

Shunday qilib, noelektrolit eritmalar uchun izotonik koeffitsiyent birga teng, elektrolit eritmaları uchun hamma vaqt birdan katta.  $i$  ning qiymati elektrolit eritmasining konsentratsiyasi kamayishi bilan ortib boradi: NaCl da  $i=2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  da  $i=3$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  da  $i=4$ , ya'ni ionlar soniga yaqinlashadi.

Shved olimi S.Arrenius (1887 y) elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi bilan Vant-Goff va Raul qonunlariga bo'ysunmasligi orasida ichki bog'lanish bor degan xulosaga keladi.

U elektrolit molekulari suvda eriganda ionlarga parchalanadi, deb taxmin qildi. Shunday qilib, elektrolitik dissotsilanish nazariyasi vujudga keldi. Elektrolit molekularini parchalanishiga erituvchining qutblangan molekulari sabab bo'ladi.

Noorganik moddalarning oddiy erituvchisi bo'lgan suv juda katta solvatlash xususiyatiga ega. Erituvchining qutblangan molekulari ularga tushgan elektrolit



**83-rasm. S.Arrenius**

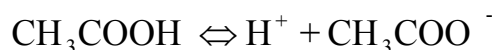
molekularini o'rab olib, unda ichki bog'lanishni bo'shashtiradi, bu esa dissotsilanishga olib keladi. Natijada eritmada gidratlangan ionlar paydo bo'ladi. Ionlarga parchalanish faqat suvda emas, balki boshqa qutbli erituvchilarda, masalan, suyuq ammiakda ham bo'lishi mumkin, u vaqtda dissotsilanish mahsulotlari ionlarning solvatlari deyiladi.

Eritmaga o'tgan ionlar erituvchining qutbli molekulari bilan bog'langan bo'ladi va ionlarning solvatlarini hosil qiladi. Eritmada solvatlangan ionlar uzluksiz betartib harakatda bo'ladi (masalan; NaCl tuzining suvda erish jarayoni). Kristall panjarasi ionlardan iborat moddalardan tashqari qutbli molekular ham ionlarga dissotsilanadi.

Oddiy erituvchi suvning dielektrik o'tkazuvchanligi juda yuqori, bundan tashqari suv eng yaxshi ionlashtiruvchi erituvchidir. Suvning dielektrik

o'tkazuvchanligi 80.1 ga teng. Bu shuni ko'rsatadiki, kristallda bo'lgan musbat va manfiy ionlararo tortishish kuchlari suvdagi eritmalarda 80.1 marta kamayadi. Dielektrik doimiylik efir, benzol, uglerod (IV)-sulfid kabi erituvchilarda, ya'ni dissotsilanmaydigan moddalar uchun juda kichikdir. Kuchsiz darajada ionlatuvchi spirt, aseton va boshqa erituvchilarda dielektrik o'tkazuvchanlik o'rtacha qiymatga ega bo'ladi.

Elektrolitlar tabiatiga qarab kuchli va kuchsiz elektrolitlarga bo'linadi. Kuchli elektrolitlar to'liq, kuchsiz elektrolitlar qisman eritmada ionlarga dissotsilanadi. Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanishi qaytar jarayondir: chunki eritmada gidratlangan ionlar to'qnashishi natijasida yana dissotsilanmagan molekullarni hosil qilishi mumkin. Bunday qaytar jarayonni molyarlanish deyiladi. Elektrolitik dissotsilanish jarayoni kinetik muvozanat qaror topganda, ya'ni dissotsilanish tezligi molyarlanish tezligiga teng bo'lganda sodir bo'ladi. Masalan, sirka kislotaning suvli eritmasi uchun bu quyidagicha yoziladi:



Elektrolitlar dissotsilanish darajasi bilan xarakterlanadi.

*Elektrolitning dissotsilangan molekullar sonining umumiy erigan molekullar soniga nisbati dissotsilanish darajasi deb ataladi.*

Dissotsilanish darajasi kasr sonlar bilan yoki foiz hisobida ifodalanadi.

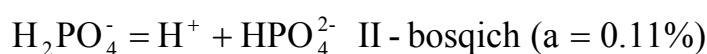
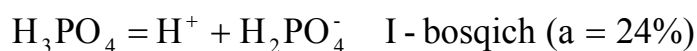
Kuchli elektrolitlarga dissotsilanish darajasi 0.3 yoki 30% dan yuqori, kuchsiz elektrolitlarga esa dissotsilanish darajasi 0.3 yoki 30% dan past bo'lgan moddalar kiradi. Dissotsilanish darajasi konsentratsiyaga bog'liq bo'lib, eritma suyultirilgan sari ortadi. Chunki eritmaning kichik konsentratsiyasida ionlarning to'qnashish ehtimolligi kamayadi. Dissotsilanish darajasi temperaturaga bog'liq bo'lib, u ko'tarilishi bilan ortadi, chunki bu holatda molekuladagi bog'lanishlar kuchsizlanadi. Kuchli elektrolitlarga kuchli asos, kuchli kislota va tuzlar; kuchsiz elektrolitlarga esa kuchsiz kislota, kuchsiz asoslar va barcha organik kislotalar misol bo'la oladi. Elektrolitlarning dissotsilanish darajasi ( $\alpha$ ) ni izotonik koeffitsiyenti ( $i$ ) yordamida quyidagi tenglama asosida hisoblash mumkin:

$$a = \frac{i - 1}{n - 1}$$

bu yerda n - eritmada umumiy ionlar soni.

Masalan, CaCl<sub>2</sub> tuzi eritmada 1 ta Ca<sup>2+</sup> ioniga va 2 ta Cl<sup>-</sup> ioniga dissotsilanadi, demak bu eritmada umumiy ionlar soni (n) 3 ga teng.

Ko'p negizli kislotalar, asoslar, tuzlar bosqich bilan dissotsilanadi. Masalan, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> uch bosqichda quyidagicha (uch negizli bo'lgani uchun) ionlarga dissotsilanadi:



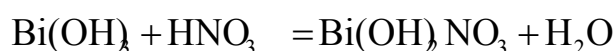
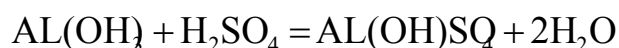
Dissotsilanishning birinchi bosqichi kuchli boradi, ikkinchisi kuchsizroq, uchinchi bosqich esa juda kam kuchsiz bo'ladi. Neytral H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> molekuladan vodorod ionini ajratib olish manfiy zaryadlangan H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> ioniga nisbatan oson, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ionidan esa H<sup>+</sup> ionini ajratib olish qiyinroqdir.

Ko'p negizli kislotalar kabi, ikki va undan ortiq valentli metallarning asoslari ham bosqichli dissotsilanadi. Masalan, Mg(OH)<sub>2</sub> ning dissotsilanishi quyidagicha bo'ladi:

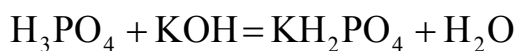


Ko'p negizli kislota va yuqori valentli metall asoslarining bosqichli dissotsilanishi nordon va asosli tuzlar hosil bo'lishini ko'rsatadi.

Asosni neytrallash uchun kam miqdorda kislota olingan bo'lsa, asosning bir qism gidroksidi kislota qoldig'iga almashadi, bunda hosil bo'lgan tuz tarkibida suv qoldig'i bo'lib, u asosli tuz hosil qiladi. Masalan,

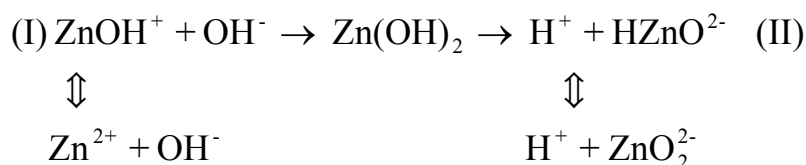


Agar asosdan kam miqdorda olingan bo'lsa, tarkibida metallga almashmagan kislolaning vodorodi bo'lgan nordon tuz hosil bo'lishi mumkin. Masalan:



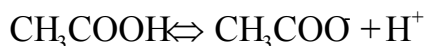
Amfoter elektrolitlar. Suvda kam eriydigan metallarning ko'p gidroksidlari kislotali muhitda asos kabi, asosli muhitda esa kislota kabi reaksiyaga kirishadi.

Bunday molekular ikki xil: ham kislota, ham asos kabi dissotsilanishi mumkin. Masalan,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  molekulasini ham asos (I), ham kislota (II) kabi dissotsilanadi:



Kislota ishtirokida, ya'ni  $\text{H}^+$  ionlari ortiqcha bo'lganda dissotsilanish II tipda bormay I bo'yicha boradi, ishqor ishtirokida  $\text{OH}^-$  ionlar ortiqcha bo'lganda I tip bo'yicha dissotsilanish to'xtab, ionlarga parchalanish II tip bo'yicha boradi.

Kuchsiz elektrolit eritmalariga, xuddi gomogen sistema muvozanatidagi kabi massalar ta'sir qonunini qo'llash va muvozanat konstantasi uchun ifoda yozish mumkin. Masalan, sirka kislotaning eritmasida ionli muvozanat quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Muvozanat konstantasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Bu yerda K- dissotsilanish konstantasi deyiladi. U temperaturaga bog'liq bo'lib, eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq emas. Bunday qonuniyat kuchli elektrolit eritmalarida kuzatilmaydi. (ularda K konsentratsiya va temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi.)

Elektrolitik dissotsilanish darajasi eritma konsentratsiyasi bilan o'zgarishini uchun kislota va asoslarning kuchini dissotsilanish konstantasi bilan xarakterlash qabul qilingan. Bu konstanta qanchalik kichik bo'lsa, elektrolit shunchalik kuchsiz

bo'ladi. Masalan, sirka kislota ( $K=1.76 \cdot 10^{-5}$ ) chumoli kislotadan ( $K=1.8 \cdot 10^{-4}$ ) 10 marta kuchsizdir: sianid kislotadan ( $K=4.79 \cdot 10^{-10}$ ) esa 2600 marta kuchlidir.

Eritma konsentratsiyasi ( $C$ ), dissotsilanish darajasi ( $a$ ) va dissotsilanish konstantasi ( $K$ ) bir-biri bilan Ostvaldning suyultirish qonuni orqali bog'langanligiga asoslanib,  $a$  ni hisoblash mumkin.

$$K = a^2 \cdot C \text{ bundan } a = \sqrt{K/C}$$

Masalan, quyidagi tenglama bo'yicha dissotsilanuvchi:  $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$  bir negizli kislota HA eritmasining konsentratsiyasi  $C$  mol/l ga, dissotsiyalanish darajasi  $a$  ga teng bo'lsa, muvozanat konstantasi.

$$[H^+] = C \cdot a, [A^-] = C \cdot a, [HA] = C(1 - a) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

$$K = [H^+][A^-]/[HA] = C \cdot a \cdot C \cdot a / C(1 - a) = a^2 \cdot C / 1 - a$$

formula kelib chiqadi.

Kuchsiz elektrolitlarda  $a$  ning qiymati 1 ga nisbatan juda kichik: shuning uchun  $(1-a)$  qiymatini 1 ga teng deb olish mumkin. U holda yuqoridagi ifoda  $K = a^2 C$  ko'rinishga ega bo'ladi.

Eritmada ionlar konsentratsiyasi 1 l eritmadagi ionlarning mol sonlari (mol-ion/l) bilan ifodalanadi. Uni avval g-ion/l shaklida ifodalab kelingan, uning qiymati 1 l eritmadagi ion massasiga teng. Masalan, 1g-ion/l  $SO_4^{2-}$  massasi 1 l eritmada 96 g  $SO_4^{2-}$  ionlari borligini ko'rsatadi. Hoziri vaqtda g-ion/l ni mol-ion/l (yoki mol/l) bilan ifodalanadi.

Ionning gramm ekvivalenti uglerod birligida grammda va son jihatidan bitta ionning ekvivalentiga teng bo'lgan ifodasidir. Masalan, 1 g-ekv  $SO_4^{2-}$  ion  $96/2=48$  g teng (ion valentligi  $n=2$  bo'lgani uchun) tajriba natijalari ko'rsatadiki, kuchli elektrolitlarning dissotsilanishi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunmaydi. Kuchli elektrolitlar eritmalarda ionlarga to'liq dissotsilanadi ( $a=1$ ).

Kuchli elektrolit eritmalar spektrlarini o'rganish eritmada dissotsilanmagan molekulalar yo'qligini tasdiqlaydi. Kristallarni rentgenografik o'rganish (masalan KCl ni), ular ionli kristall panjaraga ega ekanligini ko'rsatadi. Kristall modda eritilganda kristall panjara yemiriladi va ionlar eritmaga o'tadi. Lekin elektr

o'tkazuvchanlikni o'lchash kuchli elektrolit eritmalarida to'liq dissotsilanish mavjudligini tasdiqlamadi, chunki eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi faqat elektrolitning dissotsilanish darajasiga bog'liq bo'lmay, ionlarning harakat tezligiga ham bog'liqdir. Kuchli elektrolit eritmalarida ionlar soni juda ko'p va ular bir-biri bilan shunday yaqin masofada joylashganki, ular orasida elektrostatik tortishish va itarilish kuchlari vujudga keladi.

Buning natijasida har qaysi ion o'z atrofida qarama-qarshi zaryadli ionlardan iborat "ion atmosferani" hosil qiladi va u eritmada ionlar harakatiga to'sqinlik qiladi. Bu esa elektr o'tkazuvchanlikni kamaytiradi. Shuning uchun elektrolitning elektr o'tkazuvchanligini o'lchab topilgan dissotsilanish darajasi birdan kichik bo'lib, uni effektiv yoki ko'rinma dissotsilanish darajasi deyiladi.

Effektiv dissotsilanish darajasining qiymati, ionlar orasida o'zaro ta'sir kuchi bo'lgani uchun, go'yo elektrolit elektr tokini xuddi hamma ionlarga dissotsilangandek o'tkazishini ("ion juftlari" hosil bo'lishini) ko'rsatadi. Ionlar orasidagi kuchlar eritmaning osmotik bosimiga, muzlash va qaynash temperaturasiga, ionlarning kimyoviy reaksiyaga kirishish qobiliyatiga va boshqa xossalarga ham ta'sir qiladi.

Kuchsiz elektrolit xossasini xarakterlovchi qonunlarning matematik ifodasini kuchli elektrolitlarga qo'llash uchun ionlar "aktivligini" yoki "aktiv konsentratsiyasini" aniqlash kerak. Ionning aktivligi deb, eritmaning ma'lum xossalari javob beradigan ionning effektiv konsentratsiyasi tushuniladi. Ionning aktivligi  $a_{ion}$  ionning konsentratsiyasi  $C_{ion}$  ga to'g'ri proporsional:

$$a_{ion} = f C_{ion}$$

$f$  - proporsionallik koeffitsiyenti (uni aktivlik koeffitsiyenti ham deyiladi),  $a_{ion}$ ,  $C_{ion}$  lar mol/l bilan ifodalanadi.

Odatda aktivlik koeffitsiyenti birdan kichik va faqat juda ham suyultirilgan eritmada 1 ga teng bo'ladi. Bu holda:

$$a_{ion} = C_{ion}$$

Agar  $f > 1$  bo'lsa, ionlar aktivligi ularning konsentratsiyasidan kichik bo'ladi:

$$a_{ion} = f C_{ion}$$

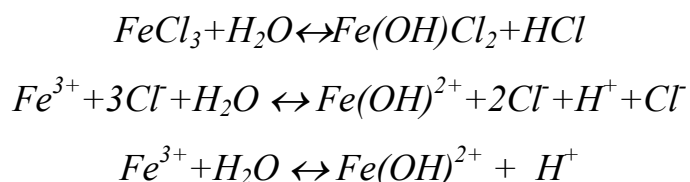
Elektrolit eritmalarida reaksiya molekular orasida bormay, erigan moddaning ionlari orasida boradi. Elektrolit eritmalarda boradigan reaksiyalarni molekulyar tenglama ko'rinishida emas, balki ion tenglama ko'rinishida uch qatorda; 1) molekulyar 2) ion 3) qisqartirilgan ion tenglama holida ifodalanadi.

Elektrolit eritmalarda reaksiya borishi uchun:

- 1) qiyin eriydigan moddalar
- 2) gazsimon moddalar
- 3) kam dissotsilanuvchi moddalar hosil bo'lishi kerak.

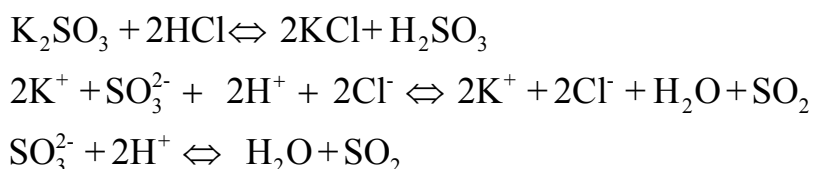
Agar shu moddalar hosil bo'lmasa reaksiya bormaydi yoki qaytar bo'ladi.

1. Qiyin eriydigan birikmaning hosil bo'lishi

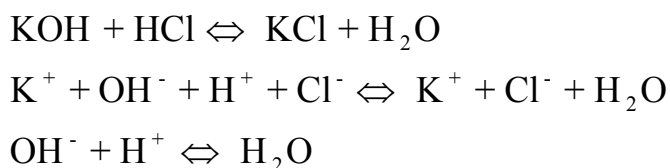


Agar reaksiyada bir necha qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lsa, u holda oldin juda kam eriydigan modda cho'kmaga tushadi.

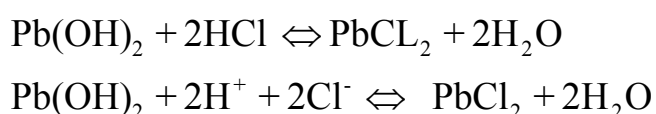
2. Gazsimon moddaning hosil bo'lishi.



3. Kam dissotsilanuvchi moddalarning hosil bo'lishi.



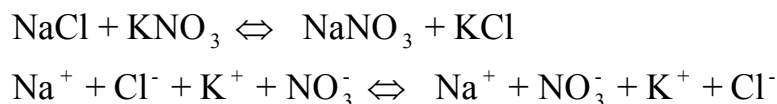
Eritmadagi cho'kma sirtida erigan moddaning ionlari bo'ladi. Agar qiyin eriydigan birikmaning biror miqdor ionni erituvchi bilan biriksa, u holda modda eriydi.



Bu misolda  $PbCl_2$  cho'kmaga tushadi va kam dissotsilanuvchi suv hosil

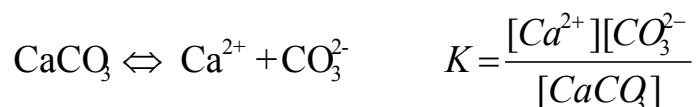
bo'ladi, natijada  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  eriydi.

Agar kuchli elektrolit eritmalarini aralashirsak ularning ionlari orasida qaytar reaksiya boradi, ya'ni eritmada molekula hosil bo'lmaydi, elektrolitlarning ionlari o'zgarmay qoladi.

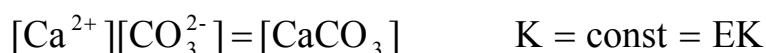


Eritmalar aralashmasdan va aralashirilgandan keyin ham eritmada faqat  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ionlar erkin holda bo'ladi, Lekin eritma sovutilib, kristallarga aylanganida 4 ta tuzning aralashmasi hosil bo'ladi:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$

Qiyin eruvchan birikmaning cho'kmasi sirtida shu cho'kma bilan ionlar o'rtasida muvozanat sodir bo'ladi. Kam eriydigan tuzga massalar ta'siri qonunini qo'llasak.



Muvozanat qattiq modda ( $\text{CaCO}_3$ ) va eritmada ionlarning to'qnashish sirtida sodir bo'lgani uchun  $[\text{CaCO}_3]$  konsentratsiyasi o'zgarmaydi. O'zgarmas temperaturada  $K[\text{CaCO}_3]$  ko'paytmasi o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun uni EK bilan ifodalanadi:



*Qattiq fazaning sirtidagi to'yingan eritmada kam eruvchan birikmaning ionlar konsentratsiyasini ko'paytmasi biror temperaturada o'zgarmas qiymat bo'lib, moddaning eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deyiladi.*

$$\text{EK}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,73 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{EK}_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1,43 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{EK}_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 4,52 \cdot 10^{-9}$$

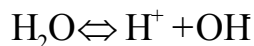
$$\text{EK}_{\text{CuS}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 6 \cdot 10^{-36}$$

$$\text{EK}_{\text{HgS}} = [\text{Hg}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 5 \cdot 10^{-52}$$

Eruvchanlik ko'paytmasi qiyin eriydigan elektrolitning umumiy eruvchanligi

bilan bog'liqdir. Yuqoridagi misollardan ko'rinib turibdiki, CuS va HgS larning eruvchanligi juda ham kichik.

Suv juda kuchsiz elektrolit. U vodorod kationiga va gidroksid anioniga quyidagicha dissotsilanadi:



Suvning 15°C dagi dissotsilanish darajasi  $1.89 \cdot 10^{-16}$  ga teng.

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]/[\text{H}_2\text{O}] = 1.89 \cdot 10^{-16} \text{ ga teng}$$

Agar bir litrda  $1000/18=55.56$  mol suv molekulasi bo'lishini hisobga olsak, unda quyidagini yozish mumkin:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{H}_2\text{O}] = 1.8 \cdot 10^{-16} \cdot 55.56 = 1 \cdot 10^{-14}$$

Bu tenglama suvda va suv eritmalarida vodorod hamda gidroksid ion konsentratsiyasining ko'paytmasi 22°C da doimiy qiymat bo'lib,  $K[\text{H}_2\text{O}]$  bilan ishoralanishini ko'rsatadi:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K[\text{H}_2\text{O}] = 1 \cdot 10^{-14} \text{ neytral muhitda:}$$

$[\text{H}^+][\text{OH}^-]=10^{-14}$   $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  konsentratsiyasining ko'paytmasi faqat suv uchun emas, balki tuz, kislota, ishqorlarining suvli eritmaları uchun ham o'zgarmas sonidir. Bu son suvning ion ko'paytmasi deyiladi. Suvning ion ko'paytmasidan foydalanib har qanday reaksiya muhitini (neytral, kislotali, ishqoriy) vodorod ionlari konsentratsiyasi bilan ko'rsatish mumkin. Buning uchun quyidagi hisoblash bajariladi:

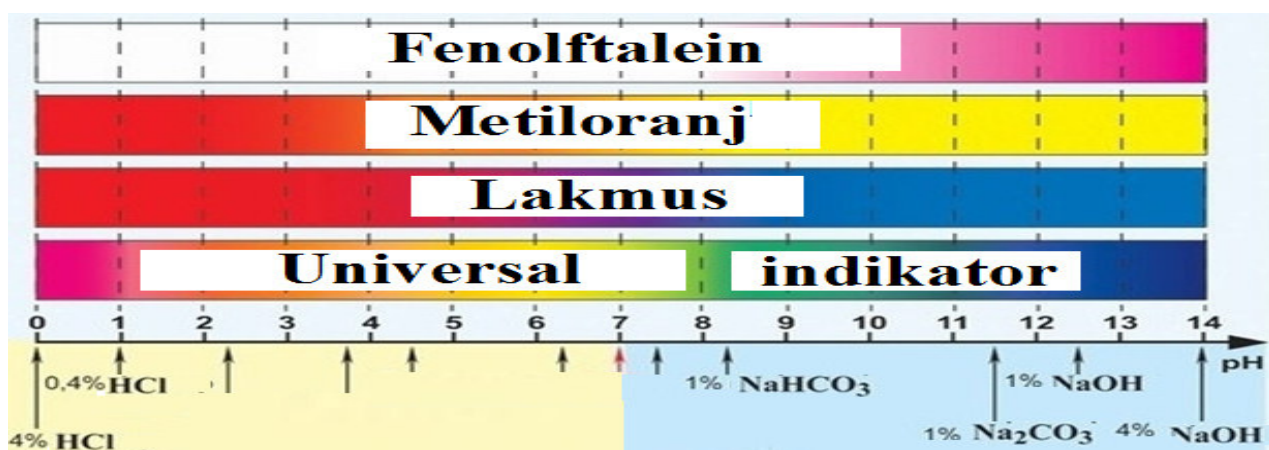
$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]}; \quad [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

Har qanday suvli muhitni xarakterlash uchun vodorod ioni konsentratsiyasi o'rniga bu konsentratsiyaning o'nli logarifm qiymatidan foydalanish ancha qulay. U pH bilan belgilanib vodorod ko'rsatkich deyiladi ( $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ ). Masalan, agar  $[\text{H}^+] = 10^{-5}$  bo'lsa,  $\text{pH} = -\lg 10^{-5} = 5$  bo'ladi. Eritmaning  $\text{pH} < 3$  bo'lsa kuchli kislotali,

pH<7 bo'lsa kuchsiz kislotali, pH=7 bo'lsa neytral, pH>7 bo'lsa ishqoriy xossani namoyon qiladi.

### 11-jadval.

[H <sup>+</sup> ]	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-14</sup>
pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Eritma muxiti	Kuchli kislota		Kuchsiz kislota				Neytral	Kuchsiz ishqoriy				Kuchli ishqoriy		
O'zgarishi	Kislotalilik ortadi ←						0	→ Ishqoriylik ortadi						



84-rasm. Indikatorlar pH ko'rsatkichlari

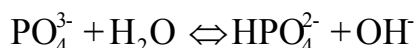
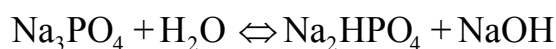
*Tuzlarning suv bilan har qanday o'zaro ta'siriga tuzlar gidrolizi deyiladi.*

Amalda ko'pincha tuzlarning gidrolizi bilan ish tutishga to'g'ri keladi. Agar kislotali vodorod metallga to'liq almasha, muhit neytral bo'lishi kerak. Lekin kuchli asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlarga neytral muhitga ega bo'ladi. Boshqa tuzlar gidrolizga uchrashi natijasida neytral muhit hosil qilmaydi. Gidroliz natijasida eritmada vodorod va gidroksil ionlar konsentratsiyasi o'zgaradi. Shuning uchun ham ko'p tuzlarning eritmaları kislotali yoki ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Bu hodisani erigan tuz ionlarining suv ionlari bilan biriktirish natijasida eritmada H<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> ortib qolishi bilan tushuntirish mumkin. Lekin suvda H<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> konsentratsiyasi juda oz bo'lsa ham, bu ionlar dissotsilanmagan suv

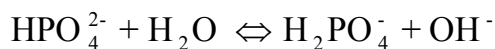
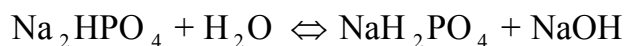
molekulalari bilan muvozanatda bo'ladi. Chunki, o'zgarmas temperaturada suvning ion ko'paytmasi o'zgarmasdir. Agar suv ionlaridan biri tuz ionlari bilan bog'lanib, muvozanat buzilsa, bu boshqa suv molekulasini dissotsilanishga olib keladi, eritmada boshqa ionning konsentratsiyasi ortadi va natijada eritma kislotali yoki ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Tuzlar gidrolizlanishining sababi shundaki, tuzning kation va anionlari suvdagi  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarini bog'lab kam dissotsilanadigan moddalar hosil qilishi tufayli  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  muvozanati o'ng tomonga siljiydi. Gidroliz reaksiyasini yozishda hamma vaqt kuchsiz elektrolit qoldigi gidrolizga uchrashini unutmaslik kerak. Chunki, deyarli hamma tuzlar kuchli elektrolitlardir. Ion tenglamada kam dissotsilanuvchi, gazsimon va cho'kmaga tushadigan moddalar molekula ko'rinishda yoziladi. Reaksiyaning molekulyar va ion tenglamasini yozish gidroliz jarayonini to'liq ko'rsatadi. Quyidagi asos va kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchraydi.

1. Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar.

Masalan,



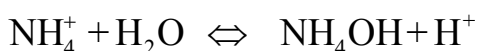
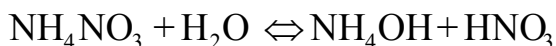
Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz gidrolizlanganda nordon tuz va ishqor hosil bo'ladi:



Eritmada erkin holda ishqor yig'ilib qolgani uchun gidroliz kuchsiz kislota hosil bo'lguncha davom etmaydi.

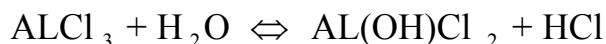
2. Kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar

Agar kation va anion bir valentli bo'lsa, gidroliz natijasida asos va kislota hosil bo'ladi:

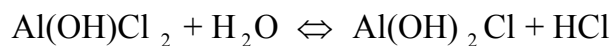


Kation ko'p valentli anion bir valentli bo'lsa, gidroliz natijasida asosli tuz va

kislota hosil bo'ladi:

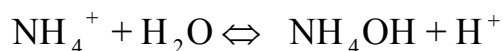
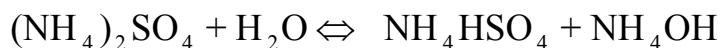


Agar suv juda ham ko'p bo'lsa gidroliz davom etadi:

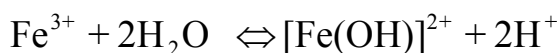
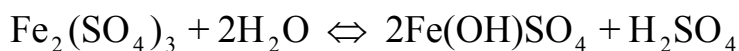


Eritmada  $\text{H}^+$  ionlari yig'ilgani uchun gidroliz kuchsiz asos hosil bo'lguncha davom etmaydi.

Kation bir valentli, anion ko'p valentli bo'lgan holda gidroliz natijasida  $\text{H}^+$  ioni va nordon tuz hosil bo'ladi:

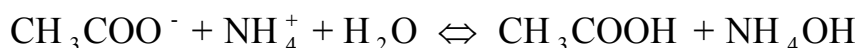
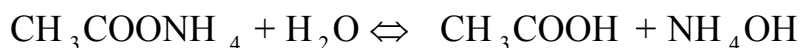


Kation va anion ko'p valentli bo'lganda gidroliz natijasida asosli tuz va kislota hosil bo'ladi:



3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar.

Eritma reaksiyasi asos va kislolaning nisbiy kuchiga bog'liq bo'ladi. Masalan, ammoniy asetatning gidroliz reaksiyasini ko'raylik:



Bu reaksiyada muhit neytral ( $\text{pH}=7$ ), chunki gidroliz natijasida hosil bo'lgan maxsulotlarning dissotsilanish konstantalari bir-biriga deyarli teng:

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1.79 \cdot 10^{-5}, \quad K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.75 \cdot 10^{-5}$$

*Gidrolizga uchragan tuz molekulari sonining umumiy erigan tuz molekulari soniga nisbati tuzning gidrolizlanish darajasi ( $\beta$ ) deyiladi.*

U konsentratsiyaga bog'liq bo'lib suyultirilishi bilan ortadi. Masalan,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ni 0.1 n eritmasining  $\beta=4.5$ , 0.001 n eritmasiniki esa  $\beta=34$  bo'ladi

### Nazorat savollari:

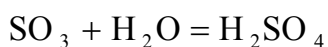
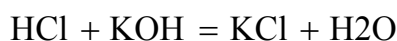
1. Moddalarning eruvchanligi deb nimaga aytiladi?
2. Osmotik bosim deb nimaga aytiladi?
3. Eritmaning muzlash va qaynash temperaturasi deb nimaga aytiladi?
4. Kuchsiz elektrolit  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  dissotsialanadi: muvozanatdagi sistemaga kaliy gidroksid qo'shilsa, sistemada muvozanat qanday o'zgaradi?
5. Quyidagi sanab chiqilgan elektrolitlardan qaysi biri kuchli elektrolitlarga kiradi: KCN, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, Cu(OH)<sub>2</sub>;
6. Quyidagi sanab chiqilgan elektrolitlardan qaysi biri kuchsiz elektrolitlarga kiradi? HBr, NaHCO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, NaCl, Al(OH)<sub>3</sub>;
7. Quyidagi elektrolitlar uchun dissotsiyalanish konstantasi ifodasini yozing: NH<sub>4</sub>OH, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.
8. Ionli reaksiyalar deb nimaga aytiladi?
9. Tuzlarning gidrolizi deb nimaga aytiladi?

### 2.3. Elektrokimyoviy jarayonlar

**Oksidlanish-qaytarilish tenglamalari.** Noorganik kimyodagi barcha reaksiyalarni ikki turga bo'lish mumkin:

1. Reaksiyaga kirishuvchi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmay qoladigan reaksiyalar;
2. Oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar.

Birinchi tur reaksiyalarga almashinish, parchalanish va birikish reaksiyalari misol bo'la oladi. Masalan:

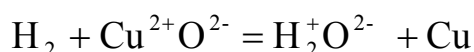
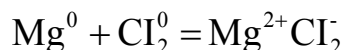


Bu misollarda hech qaysi elementning oksidlanish darajasi o'zgarmaydi. Ikkinchi tur reaksiyalariga siqib chiqarish va boshqa reaksiyalar misol bo'ladi.

*Elektronlar bir atom yoki ionlardan ikkinchi atom yoki ionlarga o'tgan reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.*

O'ziga elektron biriktirib olgan atom, ion, molekular **oksidlovchi** deb, elektron yo'qotadigan atom, ion, molekular **qaytaruvchi** deb ataladi. Elektron biriktirib olish jarayoni - **qaytarilish jarayoni** deb, elektron berish jarayoni - **oksidlanish jarayoni** deyiladi.

Demak, oksidlovchi qaytariladi va qaytaruvchi oksidlanadi.

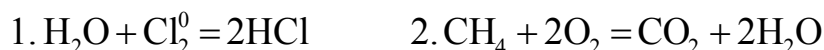


Element atomi oksidlanganda uning oksidlanish darajasi ortadi, qaytarilganda esa oksidlanish darajasi pasayadi.

Masalan,  $\text{Sn}^{2+} - 2e = \text{Sn}^{4+}$  jarayonida qalayning oksidlanish darajasi +2 dan +4 gacha ortdi,  $\text{Cr}^{6+} + 3e = \text{Cr}^{3+}$  jarayonida xromning oksidlanish darajasi +6 dan +3 gacha kamayadi.

Element atomi o'zining eng yuqori oksidlanish darajasida (masalan  $\text{S}^{6+}$ ,  $\text{P}^{5+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{7+}$  ionlarda) boshqa elektron yo'qota olmaydi va faqat oksidlovchi xossasini namoyon qiladi, va aksincha, element atomi o'zining eng kichik oksidlanish darajasida o'ziga elektron qabul qila olmaydi va faqat qaytaruvchi (masalan,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{J}^-$  ionlari) xossasini namoyon qiladi. Agar element atomi o'zining o'rtacha oksidlanish darajasiga ega bo'lsa, u eritmaning muhitiga qarab yoki **oksidlovchi yoki qaytaruvchi** xossasini namoyon qiladi.

Qaytaruvchidan oksidlovchiga elektronlar o'tganda odatda reaksiyada ishtirok etayotgan elementning valentligi o'zgaradi. Lekin oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida element valentligi o'zgarmay qolishi mumkin. Masalan:



Birinchi reaksiyada vodorod va xlorning valentligi reaksiyadan oldin ham keyin ham birga teng. Metanning yonish reaksiyasida uglerod, kislorod va vodorodlarning valentliklari o'zgarishsiz qolyapti. Lekin, bu reaksiyalarda atomlarning holatlari o'zgaradi. Demak, molekulada atom holatini valentlik

tushunchasi to'liq ifodalay olmaydi. Shuning uchun ham, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanish darajasi tushunchasidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

*Valentlik kovalent bog'lanishda (musbat yoki manfiy) ishoraga ega emas, u faqat bog'lanish sonini ko'rsatadi.*

Kimyoviy bog'lanishda esa elektronlar elektrmanfiyroq element atomiga siljigan bo'ladi, natijada atomlar ma'lum zaryadga ega bo'ladi.

Quyidagi misollar valentlik bilan oksidlanish darajasi orasidagi farqni yaqqol ko'rsatadi.

1. Azot molekulasida ikkita azot ( $N \equiv N$ ) atomi o'zaro uch juft elektron orqali birikkan. Uning oksidlanish darajasi nolga teng. Chunki kimyoviy bog' hosil qilgan umumiy elektron jufti har ikki azot atomidan bir xil masofada joylashgan.

2. Gidrazin ( $N_2H_4$ ) molekulasida, har bir azot atomining valentligi 3 ga teng, oksidlanish darajasi esa minus 2 ga teng.

3. Oksidlanish darajasi musbat, manfiy, nol va kasrli bo'lishi mumkin.

Umumiy elektron juftini o'ziga tortgan elektrmanfiyroq element manfiy (-) va ikkinchi element musbat (+) oksidlanish darajasiga ega. Kimyoviy birikmada yoki eritmada haqiqiy bo'lgan ionlarni ko'rsatish uchun musbat va manfiy ishorasi raqamdan keyin yoziladi.

Masalan:  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$  va boshqalar.

Kimyoviy birikmalarda atomning oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qonundan foydalaniladi.

1. Oddiy moddalarda atomning oksidlanish darajasi nolga teng ( $H_2$ , Fe, S).

2. Metallar hamma vaqt musbat oksidlanish darajasiga ega.

3. Vodorod, gidridlardan tashqari hamma birikmalarda +1, gidridlarda esa -1 oksidlanish daraja namoyon etadi.

4. Kislorod hamma birikmalarda -2 oksidlanish daraja namoyon etadi.

Kislorodning oksidlanish darajasi peroksidlarda (-O-O-) -1,  $O_2F_2$  da +1,  $OF_2$  da +2 ga teng.

5. Metallamaslarni oksidlanish darajasi ham musbat, ham manfiy bo'lishi

mumkin.

Bu ma'lumotlarga asoslanib murakkab birikmalardagi atomlarning oksidlanish darajasini hisoblab topish mumkin, bunda molekuladagi atomlar oksidlanish darajalarining algebraik yig'indisi doimo nolga, murakkab ionda esa ionning zaryadiga teng bo'lishini e'tiborga olish kerak. Misol,  $H_2SO_4$  dagi oltingugurtning oksidlanish darajasini hisoblab topamiz.

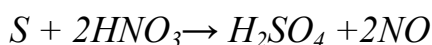
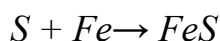
$$H^{+2}S^xO_4^{-2}$$
$$(+1) \cdot 2 + x + (-2) \cdot 4 = 0 \quad x = +6$$

Demak, oltingugurtning oksidlanish darajasi +6 ga teng.

O'ziga elektron qabul qilib, davriy sistema qatoridagi inert gazning elektron strukturasi ega bo'lgan yoki manfiy zaryadlangan ionlar hosil qiluvchi neytral atomlar oksidlovchi bo'ladi. Masalan, galogenlarning neytral atomlari  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  oksidlovchi funksiyasini bajarib, manfiy zaryadlangan  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$  ionlarga aylanadi. Galogenlardan fluor va xlor kuchli oksidlovchi hisoblanadi.

Asosiy oksidlovchilarga yana kislorod, oltingugurt va boshqalar misol bo'la oladi. Ba'zi metall ionlari o'zlarining eng yuqori valentliklarida (masalan,  $Cr^{6+}$ ,  $Pb^{4+}$  va boshq.) oksidlovchi bo'lishi mumkin.

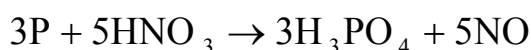
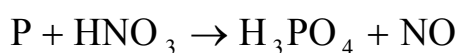
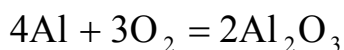
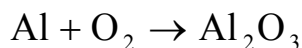
Erkin holda barcha metallar, asosan ishqoriy (Li, Na, K, Rb, Cs) va ishqoriy-yer (Ca, Sr, Ba) metallari, kislorodsiz kislota qoldiqlarining ionlari ( $J^-$ ,  $Br^-$ ,  $S^{2-}$ ) hamda gidridlar ( $KH$ ,  $NaH$ ,  $CaH_2$ ,  $LiAlH_4$ ) qaytaruvchi bo'ladi. Shuni nazarda tutish kerakki, oksidlovchi bilan qaytaruvchi o'rtasida keskin chegara yo'q, modda bir sharoitda oksidlovchi, ikkinchi sharoitda esa qaytaruvchi bo'lishi mumkin. Masalan, temir sulfid hosil bo'lish reaksiyasida oltingugurt S elektron qabul qilib oksidlovchi, nitrat kislota bilan reaksiyada qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi:



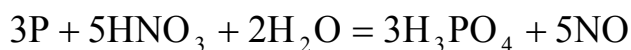
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda elektron-balans va ion-elektron (yarim reaksiyalar) metodlaridan foydalaniladi.

1. Elektron-balans metodi yordamida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda oksidlovchi va qaytaruvchilarni qabul qilgan va yo'qotgan

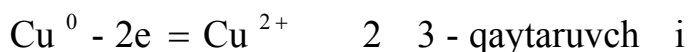
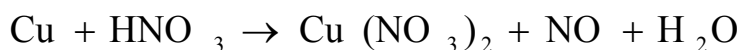
elektronlar sonini aniqlash kerak. Qaytaruvchining yo'qotgan va oksidlovchining qabul qilgan elektronlar soni reaksiyadan oldin va keyin atom, ionlarning oksidlanish darajasi o'zgarish bilan aniqlanadi. Qaytaruvchining umumiy yo'qotgan elektronlar soni, oksidlovchining umumiy qabul qilgan elektronlar soniga doimo teng bo'lishi kerak.



Reaksiyaning o'ng va chap tomonidagi atomlar sonini hisoblash tenglamaning chap tomonidan vodorod va kislorod atomlari o'zaro teng emasligini ko'rsatadi. Bu holda tenglamaning chap tomoniga suv molekulari yoziladi va reaksiyaning tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.



Ba'zi bir hollarda metall oksidlanganda tuz hosil bo'ladi, bunday holda reaksiyaga kislota molekulasidan ortiqcha miqdorda olinadi. Masalan;



Tenglamaning o'ng qismida 8 ta, chap qismida 2 ta, ya'ni uch molekula tuz hosil bo'lishida ishtirok etayotgan 6 ta azot atomi yetishmaydi, bundan yana nechta suv molekulasini yozish kerakligi aniqlanadi va reaksiya tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi;



Eritmada boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining to'liq molekulyar tenglamalarini tuzishda elektron-balans metodidan foydalanib oksidlanish darajasi tushunchasini ishlatish o'zining fizik ma'nosini yo'qotadi. Chunki elektron balans metodida ishlatiladigan  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Mn}^{7+}$ ,  $\text{N}^{5+}$  va boshqa kationlar eritmada umuman bo'lmaydi. Ular suvli eritmada suvning kislorodi bilan birikib  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  ionlari holida mavjud bo'ladi.

Bundan tashqari, elektron-balans metodi oksidlanish-qaytarilish jarayonida gidroksid va vodorod ionlari holida suv molekularining rolini ko'rsatmaydi. Shuning uchun ham suvli eritmalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda ion-elektron metodidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bu metodda koeffitsiyentlar ion-elektron tenglama yordamida topiladi. Ion-elektron tenglamaning elektron-balans tenglamadan farqi shuki, unda suvli eritmada xaqiqatan mavjud bo'lgan ionlar yoziladi.

Ion-elektron metodi yordamida eritmalarda boradigan oksidlanish -qaytarilish reaksiyalarining to'liq tenglamalarini tuzish uchun quyidagi tartibga rioya qilish kerak.

1. Reaksiyaning molekulyar tenglamasini yozish zarur.
2. Reaksiyaning ion sxemasini yozish kerak.
3. Oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini ion-elektron tenglamasini yozishda quyidagilarga asoslaniladi:

- a) Ayni element atomlarining soni tenglamaning o'ng va chap tomonida teng bo'lishi kerak

- b) Reaksiya uchun olingan modda tarkibida kislorod kam bo'lsa, kislotali muhitda (vodorod ioni bilan birikib) suv hosil qiladi. Neytral yoki ishqoriy muhitda esa ajralib chiqqan kislorod suv bilan birikib, gidroksid gruppani hosil qiladi

- c) Reaksiya uchun olingan modda tarkibida kislorod ko'p bo'lsa kislotali va neytral muhitda suv, ishqoriy muhitda gidroksid ioni hosil bo'ladi

- d) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining umumiy zaryadi tenglamaning

chap va o'ng tomonlarida bir-biriga teng bo'lishi kerak

4. Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarini ion-elektron tenglamalari birgalikda yozilib, oksidlovchi va qaytaruvchi oldiga yoziladigan koeffitsiyentlar topiladi. Uni aniqlashda qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng bo'lishi nazarda tutiladi.

5. Jarayonlarning o'ng va chap tomonlarini aniqlangan koeffitsiyentlarga ko'paytirib, ularni birgalikda yoziladi. Natijada to'liq ion tenglama hosil bo'ladi.

6. Jarayonning o'ng va chap tomonlaridagi 1 xil ionlarni qisqartirib reaksiyaning qisqartirilgan ion tenglamasi yoziladi.

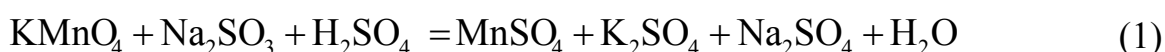
7. Reaksiyaning molekulyar tenglamasi yoziladi.

8. Molekulyar tenglama to'g'ri yozilganligini xamma element atomlari soni orqali tekshiriladi. Oxirida kislorod va/yoki vodorod atomlari sonini hisoblash bilan tugallanadi.

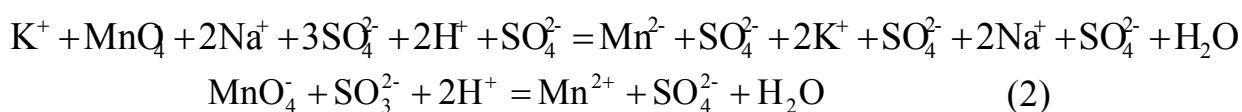
Masalan, ion-elektron metod bo'yicha sulfit ionining kaliy permanganat ta'sirida sulfat ioniga o'tishi uch xil muhitda sodir bo'ladi.

### 1) Kislotali muhitda

a) Reaksiyaning molekulyar tenglamasi:



b) Reaksiyaning ionli sxemasi:



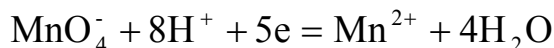
Demak, kislotali muhitda permanganat ionini  $\text{Mn}^{+2}$  ionigacha (eritma rangsizlanadi) qaytariladi.

v) Oksidlanish va qaytarilish jarayonini ion-elektron ko'rinishida yozish uchun tenglama (2) dan ko'rinib turibdiki,  $\text{MnO}_4^-$  ionidagi 4ta kislorod atomi  $\text{H}_2$  bilan bog'lanib, to'rt molekula suv hosil qiladi, natijada



Sxemaning chap va o'ng tomonidagi umumiy zaryadni hisoblash shuni

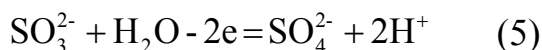
ko'rsatadiki, o'ng tomondagi umumiy zaryad +2 ga, chap tomondagi umumiy zaryad esa +7 ga teng. Sxemaning chap va o'ng tomondagi zaryadlar teng bo'lishi uchun tenglamaning chap tomoniga beshta elektron qo'shish kerak. U holda qaytarilish jarayonining ion-elektron tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



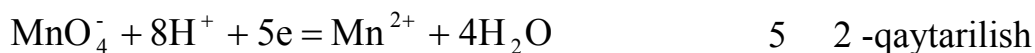
$\text{SO}_3^{2-}$  ning  $\text{SO}_4^{2-}$  ioniga oksidlanishi kislorod atomining soni ortishi bilan kuzatiladi:



Sxema (4) ning o'ng tomondagi umumiy zaryad nolga, chap tomondagisi esa -2 ga teng. Sxemaning o'ng va chap tomonida zaryadlar soni teng bo'lishi uchun sxemaning chap tomonidan ikkita elektronni olish kerak, u holda oksidlanish jarayonining ion - elektronli tenglamasi quyidagicha yoziladi:



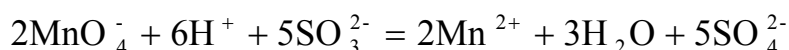
g) Endi qaytarilish (3) va oksidlanish (5) jarayonlari bir-birini ostiga yozilib, oksidlovchi va qaytaruvchi uchun koeffitsiyentlar aniqlanadi:



Oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soni qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar soniga teng bo'lishi kerak. Buning uchun (3) tenglamani 2 ga va (5) tenglamani 5 ga ko'paytirib, reaksiyaning qisqa ionli tenglamasiga ega bo'lamiz:



To'liq ionli tenglama yozish uchun umumiy tenglikni saqlagan holda hosil bo'lgan qisqa ionli tenglamaning chap va o'ng tomoniga bir xil miqdorda qarama-qarshi ionlar yozamiz:



d) Endi to'liq ionli tenglamadan foydalanib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:



To'g'ri yozilgan tenglamaning o'ng va chap tomonida kislorod atomining soni doimo bir xil bo'lishi kerak!

## 2) Neytral muhitda

a) Bunda permanganat ion  $\text{MnO}_4^-$  marganes(IV) oksidigacha  $\text{MnO}_2$  qaytariladi. Natijada eritmaning to'q qizil rangi yo'qolib, jigar rang cho'kma hosil bo'ladi. Bu reaksiyaning ionli sxemasi quyidagicha:



b) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining ion-elektron tenglamalarini ayrim-ayrim yozamiz:

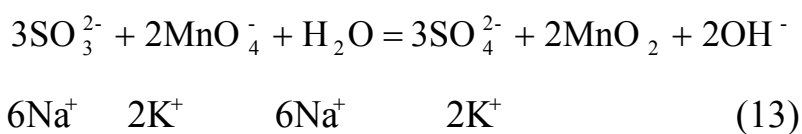


Demak, oksidlovchi oldidagi koeffisient ikkiga va qaytaruvchi oldidagi koeffisient uchga teng.

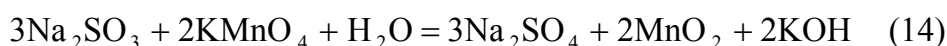
v) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining ion-elektron tenglamalarini topilgan koeffisientlarga ko'paytirib ionli tenglamani yozamiz:



g) qisqa ionli tenglamaga (12) qapama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamaga ega bo'lamiz (13):

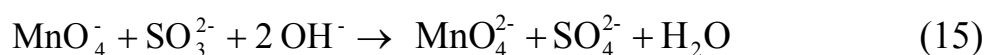


d) Berilgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:



## 3) Ishqoriy muhitda

a) Bunda permanganat ion manganat ioniga qadar qaytariladi. Natijada eritmaning olcha rangli qizil tusi yashil rangga o'tadi. Reaksiyaning ionli sxemasini quyidagicha yozish mumkin:

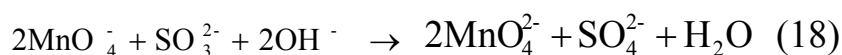


b) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining ion-elektron tenglamalarini yozamiz:

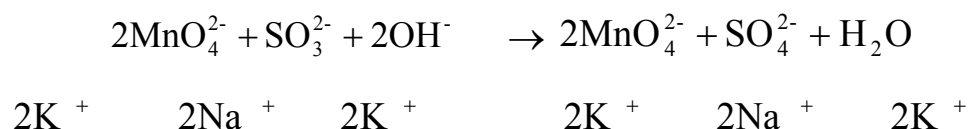


Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, oksidlovchini 2 ga, qaytaruvchini 1 ga ko'paytirish kerak.

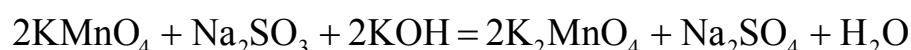
c) Yuqoridagi (16) va (17) tenglamalarni koeffitsiyentlarga ko'paytirib, birgalikda yozsak, reaksiyaning qisqa ionli tenglamasiga ega bo'lamiz:



Qisqa (18) ionli tenglamaga qarama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamani yozamiz:

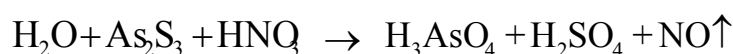


Endi reaksiyaning to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:

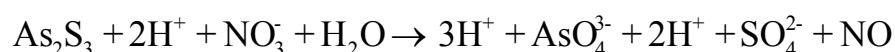


Ba'zi qaytaruvchilar kation bo'lib, reaksiya natijasida murakkab anionlarga yoki ba'zi oksidlovchilar murakkab anionlar bo'lib, reaksiya natijasida kationlarga aylanadi. Masalan, arsenit sulfidning suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  bilan oksidlanishini ko'rib chiqaylik.

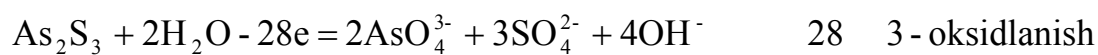
a) Reaksiyaning molekulyar tenglamasi:



b) Ionli sxemasi:



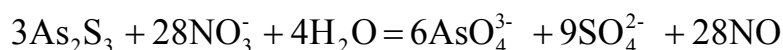
c) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining ion-elektron tenglamalari:



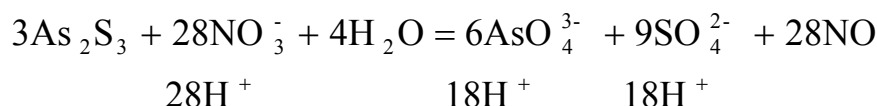
d) yuqoridagi tenglamalarni koeffitsiyentlariga ko'paytirib birgalikda yozsak, reaksiyaning ionli tenglamasiga ega bo'lamiz:



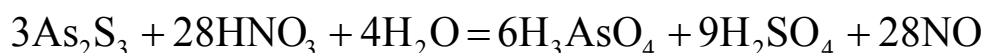
e) yuqoridagi tenglamalarni koeffitsiyentlarini qisqartirib birgalikda yozsak, reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasiga ega bo'lamiz:



Qisqacha ionli tenglamaga qarama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamani yozamiz:



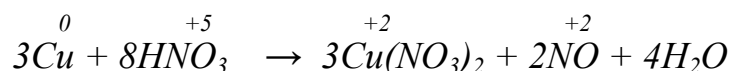
Endi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:



### **Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari. Disproporsiyalanish.**

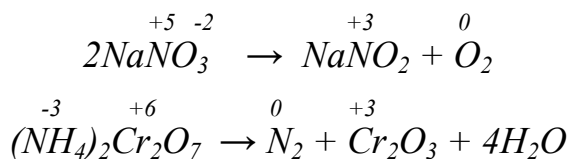
Barcha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini asosan 3 guruhga bo'lish mumkin:

1. Atomlararo yoki molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Bunday reaksiyalarda elektronlarning almashinishi atomlar, molekular yoki ionlar o'rtasida boradi:

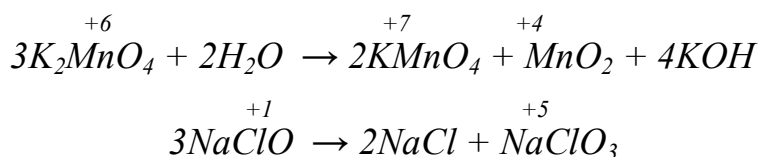


2. Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Bunday reaksiyalar jumlasiga bitta molekuladagi turli atomlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan

boradigan reaksiyalar kiradi. Bunda musbat oksidlanish darajasi kattaroq bo'lgan atom, oksidlanish darajasi kichikroq bo'lgan atomni oksidlaydi:

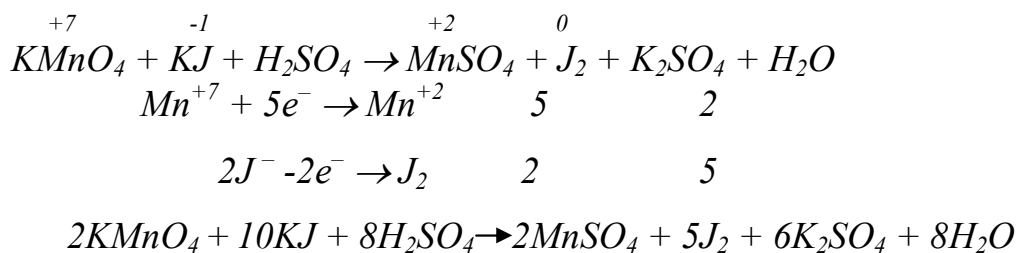


3. O'z-o'zidan oksidlanish va qaytarilish (disproporsiyalanish) reaksiyalari. Bunday reaksiyalarda bitta element atomlari yoki ionlarining oksidlanish darajasi bir vaqtning o'zida ortadi va kamayadi. Bunda boshlang'ich modda turli xil birikmalarni hosil qiladi, ulardan birida atomlarning oksidlanish darajasi yuqori, ikkinchisida esa past bo'ladi. Bunday reaksiyalar, molekulasida oraliq oksidlanish darajasiga ega bo'lgan atomlar mavjud bo'lgan moddalarda sodir bo'ladi:



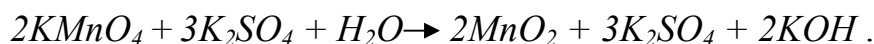
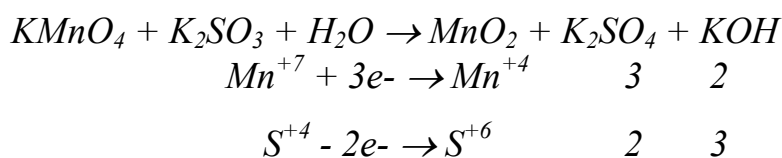
### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida muhitning ta'siri

Reaksiya borayotgan muhit oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida muhim ahamiyatga ega. Muhitning ta'siri masalan,  $\text{KMnO}_4$  ning qaytarilish xususiyatida yaqqol namoyon bo'ladi. Kislotali muhitda  $\text{MnO}_4^-$  ion  $\text{Mn}^{2+}$  iongacha, neytral muhitda  $\text{MnO}_2$  gacha, ishqoriy muhitda  $\text{MnO}_4^{2-}$  (yashil rang) iongacha qaytariladi.  $\text{KMnO}_4$  ning kislotali muhitda qaytarilishi:

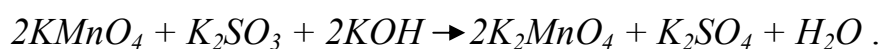
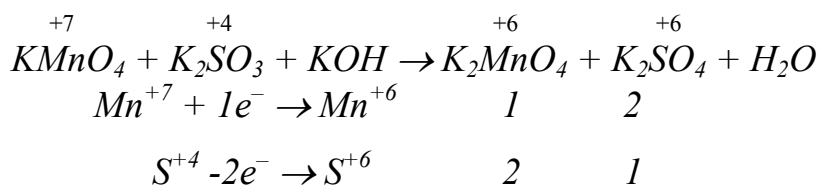


$\text{KMnO}_4$  ning neytral muhitda qaytarilishi:



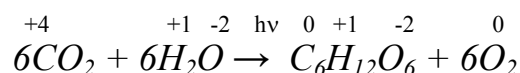


Kaliy permanganatning ishqoriy muhitda qaytarilishi:

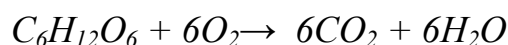


### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turmushdagi ahamiyati

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tabiatdagi biologik o'zgarishlar hamda texnikadagi kimyoviy jarayonlarda katta ro'l o'ynaydi. Ular yerdagi hayotning asosidir. Tirik organizmlarda nafas olish va moddalar almashinishi, chirish va bijg'ish, o'simliklarning yashil qismlaridagi fotosintez, odam va hayvonlarning nerv faoliyati oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bilan bog'liq. Ularni yoqilg'ining yonishida, metallarning korroziyalanish jarayonida va elektrolizda kuzatish mumkin. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yordamida ammiak, ishqorlar, sulfat kislota va boshqa ko'pgina qimmatli mahsulotlar olinadi. Galvanik elementlar va akkumlyatorlarda oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari tufayli kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Inson hayotining energiya manbai bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlarining hosil bo'lishida oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sodir bo'ladi:

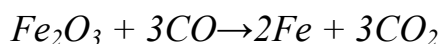
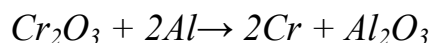


Organizmda mahsulotlarning parchalanishi ham oksidlanish-qaytarilish jarayonlari bilan bog'liq:

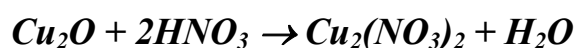
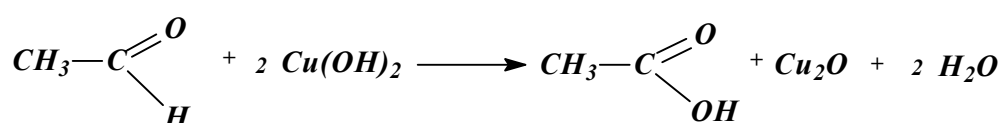


Oksidlanish-qaytarilish jarayonlaridan xalq xo'jaligida, kimyo sanoatida, qishloq xo'jaligida va boshqa sohalarda keng foydalaniladi.

Xalq ho'jalik iste'mol buyumlarini ishlab chiqarish, masalan rudalardan metallarni ajratib olish ham oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga asoslangan:

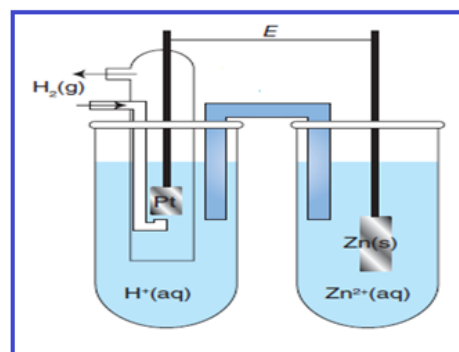


Kimyoviy analizda, masalan, turli xil oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi glyukoza miqdorini aniqlashda permanganometriya usulidan foydalaniladi:



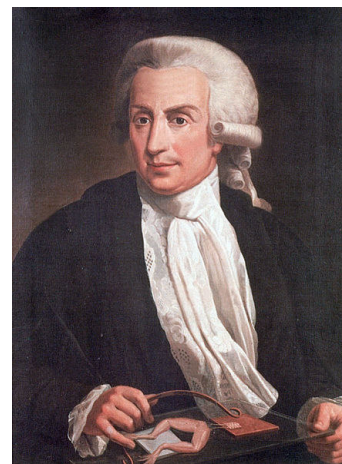
**Galvanik elementlar.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar bir atom yoki ionlardan boshqa atom yoki ionlarga o'tadi. Bunda kimyoviy reaksiya energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi. Shunga o'xshash oksidlanish-qaytarilish jarayonlari galvanik elementlar deb ataladigan asboblarda ham sodir bo'ladi. Bu asboblarda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi.

Galvanik elementlardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir-biriga bevosita tegib turmaydi hamda elektronlar oksidlovchi bilan qaytaruvchini tutashtirib turadigan metall o'tkazgich yordamida o'tadi.



**85-rasm. Galvanik element qurilmasi**

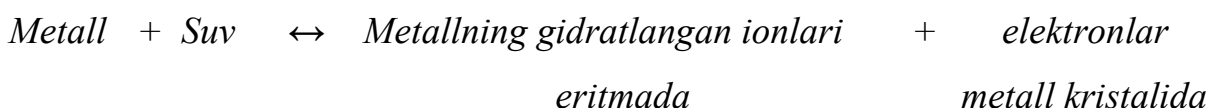
Luidji Galvani - turli metallar kontaktida tok xosil bo'lishini aniqlagan italyan fiziolog olimi. Uning sharafiga galvanoplastika, galvanjstegiya, galvanometr tushunchalari bilan bir qatorda Galvanik elementlar degan tushuncha xam kiritilgan!



86-rasm. L.Galvani

Galvanik elementlarning ta'sirlashuv mexanizmi metallarning kristall tuzilish xususiyati bilan chambarchas bog'liq. Ma'lumki metallarning kristallik panjaralari tugunlarida ionlar bo'ladi.

Metall suvga botirilganda sirtqi qavatidagi ionlar suvning qutbli molekullari ta'sirida metallardan uziladi, gidratlangan holatda suvli muhitga o'tadi. Buning natijasida, metall yaqinidagi eritma musbat zaryadlanadi. Ionlarning suvga o'tishi natijasida metallda ortiqcha erkin elektronlar paydo bo'lib, metall manfiy zaryadlanib qoladi. Suvga o'tgan musbat zaryadli ionlar metallda manfiy zaryad vujudga kelganligi sababli qaytadan metallga tortiladi. Natijada vaqt birligida metalldan eritmaga o'tayotgan ionlar soni metallga qaytayotgan ionlar soniga tenglashib tez orada muvozanat qaror topadi.



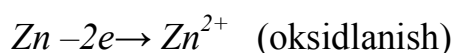
Metall bilan uni qurshab olgan suv muhiti orasida ma'lum darajada potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi, bu potentsiallar ayirmasi **metallning elektrod potentsiali** deyiladi. Ionlarning eritmaga o'tish tezligi ularning qaytadan metallga o'tish tezligiga teng bo'ladi, ya'ni muvozanat holatiga to'g'ri keluvchi elektrod potentsiali **muvozanat potentsiali** deyiladi. Turli metallar suv botirilganda vujudga keladigan potentsiallarning qiymati turlicha bo'ladi.

Metall qancha faol bo'lsa, uni qurshab turuvchi suv muhitiga shuncha ko'p ion o'tadi, demak, metall plastinkada paydo bo'ladigan manfiy zaryadlarning qiymati shuncha yuqori bo'ladi. Biroq barcha hollarda muvozanat qaror topganda eritmada metall ionlar konsentratsiyasi kam bo'ladi. Elektronlarni metalldan

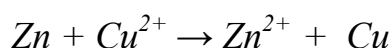
yo'qotish yo'li bilan muvozanatni o'ngga siljitish mumkin. Galvanik elementlarda ana shunday sharoit vujudga keltiriladi.

**Mis-ruxli galvanik element.**  $ZnSO_4$  va  $CuSO_4$  eritmalariga solingan rux va mis galvanik elementning elektrodleri deyiladi. Har ikkala tuz eritmasi bir-biridan g'ovak to'siq orqali ajratib qoyilgan. Faolroq metall-rux ionlari tuz eritmasiga o'tadi: shu sharoitda mis ionlari mis plastinka sirtiga adsorbilanadi. Har ikkala elektrod sim orqali tutashtirilsa elektronlar ruxdan misga o'tadi. Elektronlarning o'tishi natijasida har ikkala metall bilan ularni qurshab turuvchi eritma o'rtasidagi chegaralarda muvozanat buziladi. Rux elektrodan  $Zn^{2+}$  ionlarning yangi miqdorlari eritmaga o'tadi, ya'ni rux eriydi, oksidlanadi. Mis sulfat eritmasidagi  $Cu^{2+}$  ionlari mis elektrodga o'tadi va unga kelayotgan elektronlarni biriktirib oladi, ya'ni qaytariladi: buning natijada neytral mis atomlari hosil bo'ladi, ular mis elektrod sirtiga cho'kadi.

Oksidlanish jarayoni borayotgan elektrod anod, qaytarilish jarayoni borayotgan elektrod esa katod deyiladi. Hozir biz ko'rib chiqayotgan elementda anod - rux, katod - misdir. Elektrodlarda quyidagi jarayon sodir bo'ladi.



Galvanik elementdagi reaksiya umumiy qilib quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



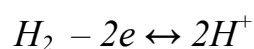
$Zn^{2+}$  ionlar hamma vaqt eritmaga  $Cu^{2+}$  ionlar esa aksincha eritmadan metall plastinkaga o'tib turishi sababli har qaysi elektrodlar atrofidagi eritmaning elektroneytralligi buziladi.  $Cu^{2+}$  ionlar zaryadsizlangan sari, idishning o'ng qismida ortiqcha  $SO_4^{2-}$  ionlar to'planadi. Buning oqibatida  $SO_4^{2-}$  ionlar g'ovak to'siq orqali o'ngdan chapga o'tadi va elektr zanjir yopishib qoladi.

Elektr tokining paydo bo'lishi, ya'ni elektronlarning tashqi zanjir bo'ylab rux elektrodan mis elektrodga o'tishining sababi, rux va misda vujudga keladigan potensiallar ayirmasidir. Ravshanki, bu farq qancha katta bo'lsa, boshqacha qilib

aytganda, olingan metallarning kimyoviy faolligi o'zaro qancha farq qilsa, galvanik elementda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi shuncha shiddatli boradi.

### **Standart elektrod potentsiallari qatori**

Elektrod platina kukundan iborat qatlam bilan qoplangan va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning 2N eritmasiga botirib qoyilgan platina plastinkadan iborat. Bu eritmada vodorod ionlarining faolligi 1000 g suvda 1 g ionga teng. Shu eritma orqali normal bosim ostida 25°C temperaturada gaz holdagi toza vodorod o'tkaziladi, u ko'p miqdorda platinaga adsorbilanadi. Elektrodda quyidagicha jarayon boradi:



Vodorod ionlari vodorod elektrodan eritmaga o'tadi. Natijada vodorodga to'yingan platina plastinka bilan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. U shartli ravishda nolga teng deb olinadi.

Biror metallning kimyoviy faolligiga miqdoriy xarakteristika berish uchun standart vodorod elektrod va o'z tuzi eritmasiga botirib qoyilgan tekshirilayotgan metalldan iborat galvanik element tuzish kerak: eritmada metall ionlarining faolligi 1000 g suvda 1 g-ion bo'lishi lozim. Standart vodorod elektrod bilan o'z tuzi eritmasiga botirilgan (eritmada metall ionlarining faolligi 1000 g suvda 1g-ion bo'ladi) metall orasidagi potentsiallar ayirmasi metallning standart elektrod potentsiali deyiladi. Standart vodorod elektrod bilan Zn<sup>2+</sup> ionlarining faolligi 1000 g suvda 1 g-ion bo'lgan ZnSO<sub>4</sub> eritmasiga botirilgan rux elektrodidan iborat galvanik elementda potentsiallar ayirmasi 0,76 v ga teng. Bu qiymat ruxning standart elektrod potentsiali bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}} = -0,76 \text{ v.}$$

Agar metall-standart vodorod elektrodi juftida metallda oksidlanish jarayoni borsa standart elektrod potentsial manfiy; agar metallda qaytarilish jarayoni borayotgan bo'lsa, potentsial musbat hisoblanadi. Shunday qilib, manfiy ishora ushbu metall vodorodga qaraganda oson oksidlanishi, metall ionlari esa vodorod ionlariga qaraganda qiyinroq qaytarilishini ko'rsatadi. Agar metall vodorodga

nisbatan qiyinroq oksidlansa, metall ionlari esa vodorod ionlariga qaraganda osonroq qaytarilsa, elektrod potensialining qiymati musbat ishora bilan ko'rsatiladi.

## 12-jadval

### Metallarning standart elektrod qatori

Elektrod	Standart elektrod potentsiali
K / K <sup>+</sup>	-2,92
Ca / Ca <sup>2+</sup>	-2,87
Na / Na <sup>+</sup>	-2,71
Mg / Mg <sup>2+</sup>	-2,37
Be / Be <sup>2+</sup>	-1,85
Al / Al <sup>2+</sup>	-1,66
Ti / Ti <sup>2+</sup>	-1,63
Mn / Mn <sup>2+</sup>	-1,18
V / V <sup>2+</sup>	-1,18
Zn / Zn <sup>2+</sup>	-0,76
Cr / Cr <sup>2+</sup>	-0,74
Fe / Fe <sup>2+</sup>	-0,44
Cd / Cd <sup>2+</sup>	-0,4
H/H <sup>+</sup>	0
Cu / Cu <sup>2+</sup>	+0,34

Metallning standart elektrod potensialining algebrik qiymatiqan kichik bo'lsa, uning kimyoviy faolligi shuncha katta, qaytaruvchilik xususiyati`shuncha kuchli bo'ladi. Metallar kimyoviy faolligiga ko'ra standart elektrod potentsiallar qatori yoki boshqacha aytganda kuchlanishlar qatori deb ataluvchi (9-jadval) qatorga joylashtiriladi.

Elektrod potentsiallar qatori metallarning kimyoviy xossalariga oid quyidagicha xulosalar chiqarishga imkon beradi.

1. Har bir metall elektrod potentsiallar qatorida o'zidan keyin turuvchi, ya'ni standart elektrod potensialining algebrik qiymati katta bo'lgan har qanday boshqa metallni shu metall tuzining eritmasidan siqib chiqara oladi. Demak, har

qanday metall standart elektrod potentsiallar qatorida o'zidan keyin turuvchi boshqa barcha metallarning ionlariga nisbatan qaytaruvchidir.

2. Suyultirilgan kislotalardan vodorodni faqat standart elektrod potentsiallari manfiy bo'lgan metallar ta'siridagina siqib chiqarish mumkin.

3. Metall standart elektrod potentsialining algebrik qiymati bir vaqtning o'zida metall atomlarining qaytarilish xususiyatini hamda ionlarning oksidlanish xususiyatini ko'rsatadi. Standart elektrod potentsialining algebrik qiymati qancha kichik bo'lsa, shu metallning qaytaruvchanlik xususiyati shuncha kuchli va aksincha uning ionining oksidlanish xususiyati shuncha past bo'ladi. Elektrod potentsiallar qatorida pastdan yuqoriga chiqilgan sari metallar atomlarining qaytaruvchanlik xususiyati ortib boradi. Demak, jadvalda keltirilgan metallardan qaytarish xususiyati eng kuchlisi K metalidir. Metallar ionlarining oksidlash xususiyati aksincha, yuqoridan pastga tomon ortib boradi, ya'ni eng faol oksidlovchi Au ioni  $Au^{3+}$  dir.

4. Galvanik elementda faolroq metal, ya'ni standart elektrod potentsialining algebrik qiymati kichik bo'lgan metall anod vazifasini o'taydi. Metallarning standart elektrod potentsiallarini bilgan holda, galvanik elementning EYuK hisoblab topish mumkin. Buning uchun algebrik qiymati katta elektrod potentsialidan algebrik qiymati kichik elektrod potentsialini ayirib topish kerak. Masala, mis-rux galvanik elementning EYuK sini hisoblayotganda, misning standart elektrod potentsialidan ( $E^\circ Cu/Cu^{2+} = 0,34$  v) ruxning standart elektrod potentsialini ( $E^\circ Zn/Zn^{2+} = -0,76$  v) ayirish kerak:

$$E_{YuK} = E^\circ Cu/Cu^{2+} - E^\circ Zn/Zn^{2+} = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ v.}$$

Metallar elektrod potentsialining qiymati jihatidan bir-biridan qancha ko'p farq qilsa, shu metallardan tuzilgan galvanik elementning EYuK shuncha katta bo'ladi. Metall o'zining metall ionlari faolligi 1000 g suvda 1 g-iondan ortiq yoki kam bo'lgan tuzi eritmasiga tushirilsa, metallning potentsiali E standart



**87-rasm.V.Nernst**

potensialdan farq qiladi. bu holda uning qiymati quyidagi V.Nernst formulasidan hisoblab chiqariladi:

$$E = E^{\circ} + \frac{0,058}{n} \lg a$$

bunda,  $E^{\circ}$  - metallning standart elektrod potentsiali;  $n$  - metall ionining valentligi;  $a$  - eritmadagi metall ionlarining faolligi.

Agar EYuK ni juda aniq hisoblash zarur bo'lmasa, Nernst formulasidagi  $a$  ni  $C$  ga almashtirish mumkin, bunda  $C$ -eritmadagi metall ionlarining konsentratsiyasi (1000 g suvda g-ion hisobida).

Galvanik elementlar xuddi elektr toki manbalari sifatida texnikada keng ko'lamda ishlatiladi. Birinchi galvanik elementni 1799 yilda italiyalik fizik A.Volt yaratgan. Sulfat kislotaning suyultirilgan eritmasiga botirilgan rux va mis elektrodlardan iborat. Buning sababi shuki, katod potentsiali kamayadi, demak, galvanik element potentsiallarining farqi ham kamayadi.

Galvanik elementlarning ishlashi natijasida elektrodlar potentsiallarining o'zgarishi galvanik polarizatsiya deyiladi. Galvanik elementlar polarizatsiyasining kamayishi depolarizatsiya, shu maqsadda ishlatiladigan moddalar esa depolarizatorlar deyiladi. Depolarizatorlar sifatida  $MnO_2$ ,  $O_2$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Cu^{2+}$  ionlari va boshqa oksidlovchilar ishlatiladi. Mis-rux elementida  $Cu^{2+}$  ionlari depolarizatorlardir.

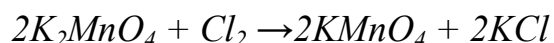


**88-rasm. A.Volt**

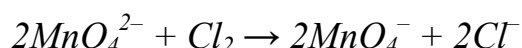
Agar ikki elektrokimyoviy sistemadan galvanik element tuzilsa, elektronlar manfiy qutbdan musbat qutbga o'ta boshlaydi, ya'ni kichik elektrod potentsialiga ega bo'lgan elektrokimyoviy sistemadan kattaroq elektrod potentsialiga ega bo'lgan sistemaga o'tadi. Bunda birinchi sistema qaytaruvchi, ikkinchi sistema esa oksidlovchi vazifasini bajaradi. Standart elektrod potentsiallari qatori oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish yo'nalishini aniqlashga imkon beradi.

K uchun  $E_0 = -2,93\text{V}$ , Mg uchun  $E_0 = -2,36\text{V}$ , Fe uchun  $E_0 = -0,44\text{V}$ ,  $\text{H}_2$   
uchun  $E_0 = 0$ , Cu uchun  $E_0 = 0,34\text{V}$ , Ag uchun  $E_0 = 0,80\text{V}$ .

Standart elektrod potentsiallari qiymatiga qarab, reaksiyalarning qaysi tomonga o'z-o'zidan borishini aniqlash mumkin. Masalan, quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlash lozim:



Bu tenglama ionli shaklda quyidagicha bo'ladi:



Ionlarning standart elektrod potentsialining qiymati:

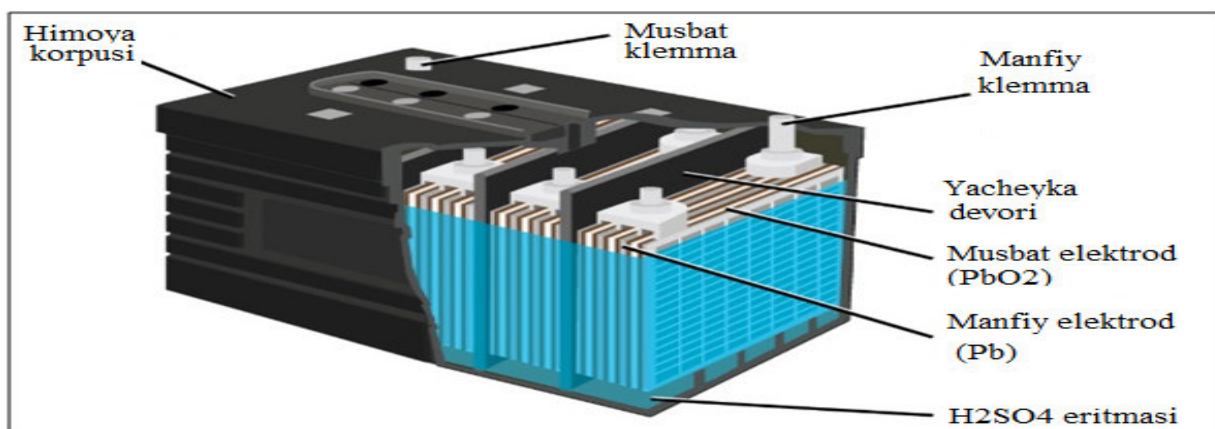
$\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}$  uchun  $E_0 = 0,56\text{V}$  qaytaruvchi

$2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  uchun  $E_0 = 1,36\text{V}$  oksidlovchi

Demak, yuqoridagi reaksiya o'z-o'zicha boradi.

Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida dastlabki moddalarning konsentratsiyalari kamayib, mahsulot moddalarining konsentratsiyalari ortib boradi. Bu ikkala yarim reaksiyalarning potentsiali qiymatlarini o'zgarishiga olib keladi. Oksidlovchining elektrod potentsiali kamayadi, qaytaruvchining elektrod potentsiali oshadi. Ikkala jarayonning potentsiallari bir-biriga tenglashganda kimyoviy muvozanat qaror topadi.

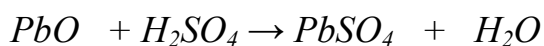
**Akkumulyatorlar.** Kerak bo'lganda elektr energiyasiga aylantiriladigan kimyoviy energiyani to'plash maqsadida ishlatiladigan asboblarni akkumulyatorlar deyiladi. Har qanday teskari galvanik element akkumulyator vazifasini bajara oladi. Elektroliz yordamida elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylantirilgandan keyin asbobdan galvanik element sifatida foydalanilsa shu energiyani qaytadan elektr energiyasiga aylantirish mumkin.



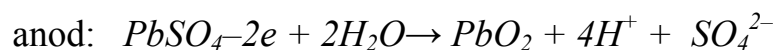
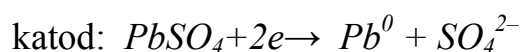
89-rasm. Akkumulator tuzilishi

Quyidagi tipda tuzilgan akkumlyator amalda eng ko'p ishlatiladi, kislotali (qo'rg'oshin) va ishqorli (temir-nikelli, kadmiy-nikelli, kumush-ruxli) akkumlyatorlar. Qo'rg'oshinli akkumlyator qo'rg'oshin (II)-oksid PbO pastasi to'ldirilgan panjara shaklidagi qo'rg'oshin plastinkalardan tuzilgan.

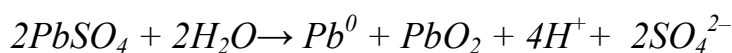
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning zichligi 1,18-1,22 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan 25-30% li eritmasiga plastinkalar botirilgan bo'ladi. PbO ning H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan o'zaro ta'siri natijasida plastinka sifatida qiyin eruvchan qo'rg'oshin sulfat qatlami hosil bo'ladi



Akkumlyator kimyoviy energiya to'plash uchun uni zaryadlash kerak. Buning uchun qo'rg'oshin plastinkaning biri doimiy elektr tokining manfiy qutbiga, ikkinchisi esa musbat qutbga ulanadi. Elektroliz natijasida elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi. Elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayonlarni quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



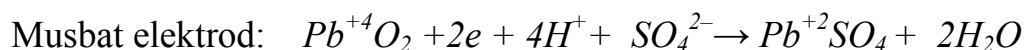
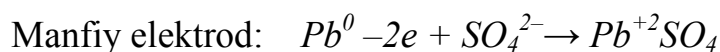
Tenglamadan ko'rinib turibdiki, manfiy elektrodda Pb<sup>2+</sup> ionlar 2 tadan elektron biriktirib olib, qo'rg'oshin atomiga aylanadi. Musbat elektrodda PbSO<sub>4</sub>, PbO<sub>2</sub> ga aylanadi. PbO<sub>2</sub> hosil bo'lishiga sabab shuki, Pb<sup>2+</sup> ionlari 2 tadan elektron yo'qotib, Pb<sup>4+</sup> ionlariga aylanadi. Har ikkala tenglamani qo'shib akkumlyatorni zaryadlash jarayonini ifodalovchi umumiy tenglamani hosil qilamiz.



Akkumlyatorni zaryadlash natijasida 1ta elektrodda qaytaruvchi xossasiga ega bo'lgan metall holdagi rux, ikkinchi elektrodda esa oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan qo'rg'oshin (IV)-oksid hosil bo'ladi. Demak, elektrodlar oksidlanish-qaytarilish xususiyatiga ko'ra har xil bo'lib qoladi va ular orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Boshqacha qilib aytganda, akkumlyator zaryadlanganda galvanik element hosil bo'lib, unda qo'rg'oshin manfiy elektrod,  $PbO_2$  esa musbat elektrod vazifasini o'taydi:



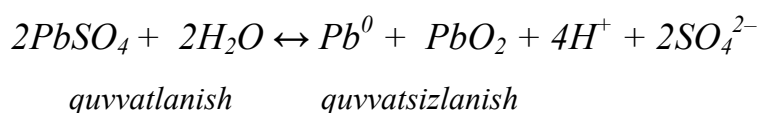
Zaryadlangan akkumlyatorning elektrodleri o'tkazgich orqali tutashtirilsa elektronlar manfiy elektroddan musbat elektrodga tomon harakatlanadi, ya'ni elektr toki paydo bo'ladi va kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Elektrodlarda quyidagi jarayonlar boradi:



Agar ikkala tenglamani qo'shsak, akkumlyatorning zaryadsizlanish jarayonini ifodalovchi umumiy tenglama kelib chiqadi:



Akkumlyatorni zaryadsizlashda uni zaryadlashdagiga teskari jarayon bori-shini nazarda tutib, har ikkala jarayonni 1ta tenglama bilan ifodalash mumkin:



Qo'rg'oshin akkumlyator zaryadsizlanganda paydo bo'ladigan elektr tokining kuchlanishi 2 v dan yuqori.

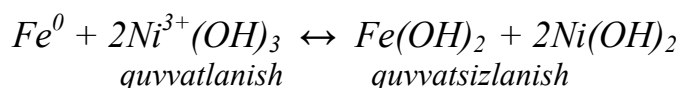
**Ishqoriy akkumlyatorlar.** Temir-nikelli akkumlyatorlar katta amaliy ahamiyatga ega. Manfiy elektrod  $HgO$  va boshqalardan iborat maxsus qo'shimcha qo'shib presslangan kukun holdagi temirdan, musbat elektrod esa elektr o'tkazuvchanligini kuchaytirish uchun toza grafit qo'shilgan nikel gidroksid  $Ni(OH)_3$  dan iborat. Elektrolit oyuvchi kaliyning zichligi  $1,21 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan 23 %li eritmasidir. Temir-nikelli akkumlyatorni zaryadsizlashda quyidagi kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi.

Manfiy elektrod:  $Fe^0 - 2e + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$

Musbat elektrod:  $Ni(OH)_3 + e \rightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$

Temir atomlari 2 tadan elektron yo'qotib,  $Fe^{2+}$  ionlarga aylanadi va  $Fe^{2+}$  ionlar  $OH^-$  ionlar bilan birikib gidroksid  $Fe(OH)_2$  hosil qiladi.  $Ni(OH)_3$  ning  $Ni^{3+}$  ionlari 1 tadan elektron biriktirib  $Ni^{2+}$  ionlarga aylanadi va bu ionlar  $Ni(OH)_2$  tarkibiga kiradi.

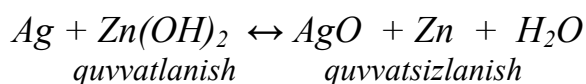
Bu reaksiyada gidroksid ionlarining bir qismi erkin holda qoladi. Akkumlyator zaryadlashda teskari jarayon boradi. Shuning uchun temir-nikelli akkumlyatorni zaryadlashda va zaryadsizlantirishda elektrodlarda sodir bo'ladigan reaksiyalarni quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



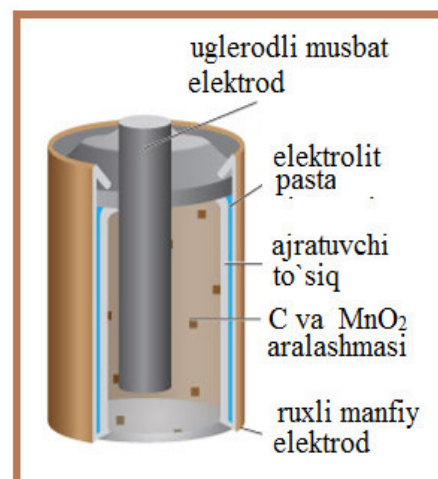
Temir-nikelli akkumlyator 1,35 v kuchlanishli elektr toki beradi.

Keyingi vaqtlarda kumush-ruxli akkumlyator amalda keng ko'lamda ishlatila boshlandi. Bu akkumlyatorlarning bitta elektrodu metall holdagi kumushdan, 2 chisi esa  $Zn(OH)_2$  dan tayyorlanadi. Zichligi  $1,4 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan uyuvchi kaliy elektrolit vazifasini o'taydi.

Kumush-ruxli akkumlyatorni zaryadlashda va zaryadsizlantirishda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



Bunday akkumlyatorlarda kuchlanish 1,85 v bo'ladi. Akkumlyatorlardan telefon va telegraf stansiyalari, radiustanovkalar, teplovozlar, suv osti kemalari, elektrokarlar va avtomobillarni ta'minlash hamda poyezdlarni yoritishda foydalaniladi.

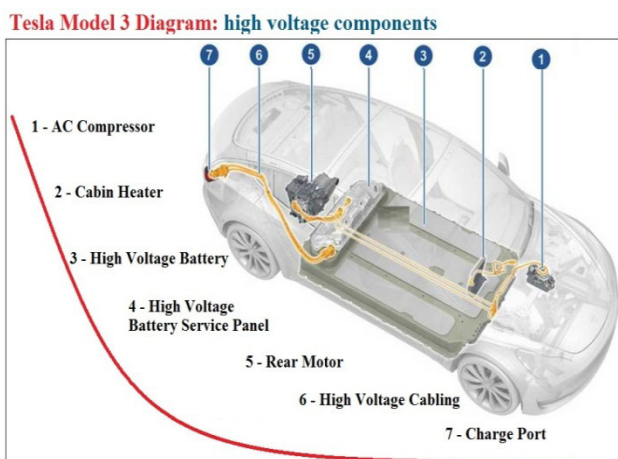
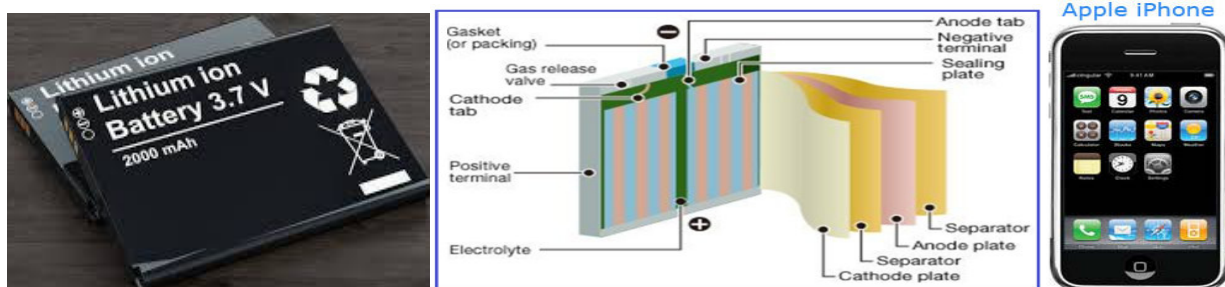


**90-rasm. Ishqoriy akkumulyator tuzulishi**



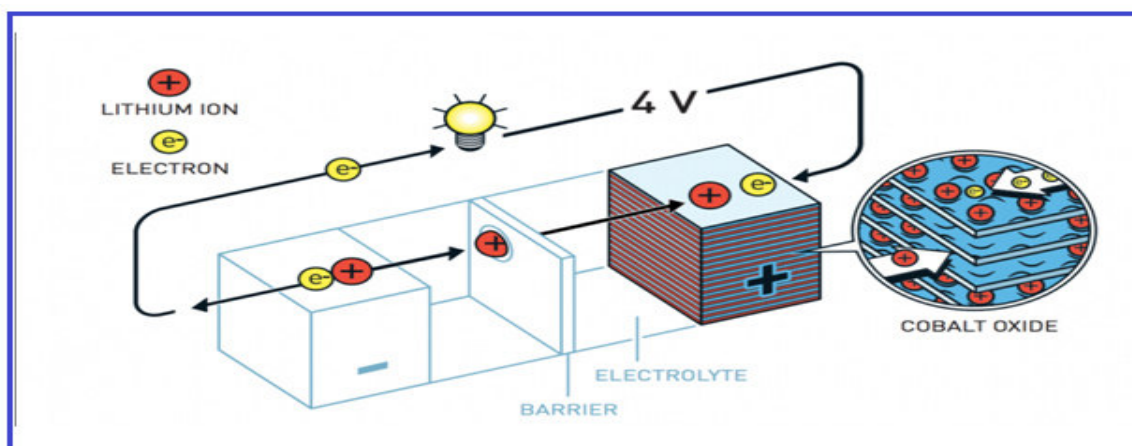
**91-rasm. Kumush-ruxli akkumulyator**

**Litiy ion akkumulyatorlar.** Oxirgi yillarda keng tarqalgan barcha elektronika qurilmalarida va TESLA avtomobillariga o'xshash elektromobillarda yuqori sig'imli litiy-ion akkumulyatorlar qo'llanmoqda.



**92-rasm. Litiy ion akkumulyatorlar ko'rinishi va tuzilishi**

Xozirda ularning sig'imlarini yanada oshirish bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. Grafen asosida batareyalarni sig'imini oshirish istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida qaralmoqda.



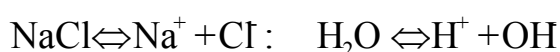
**93-rasm. Litiy ion akkumulyatorlar ishlash prinsipial sxemasi**

## Elektroliz

Elektr toki ta'sirida yoki o'zi elektr toki hosil qilib boradigan kimyoviy jarayonlar elektrokimyoviy jarayonlar deyiladi. Bunday jarayonlarni kimyoning elektrokimy bo'limi o'rganadi. Elektroliz jarayoni ham elektrokimyoviy jarayonlardan biridir.

*Elektroliz deb qizdirib suyuqlantirilgan elektrolit yoki uning suvdagi eritmasi orqali elektr toki o'tganda sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga aytiladi.*

Ma'lumki, har qanday elektrolit eritmasi kation va anionlardan tashkil topgan bo'ladi. Kation va anionlar eritmada tartibsiz harakatda bo'ladi. Agar ana shunday eritmaga musbat va manfiy elektrodlar (anod va katod) tushirilsa eritmadagi ionlar harakati ma'lum tartibga kiradi: anionlar anodga, kationlar katodga tomon harakat qiladi. Kationlar katodga borib, undan elektron oladi, anionlar esa aksincha ortiqcha elektronlarni anodga beradi; katodda qaytarilish, anodda oksidlanish jarayoni sodir bo'ladi. Natijada, elektroliz mahsulotlari erkin holda ajralib chiqadi yoki o'zaro (yoki erituvchi bilan) kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Tarkibida kislorod bo'lmagan anionlar (masalan,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ) elektroliz jarayonida o'z zaryadini yo'qotib, erkin holda (xlor, brom, oltingugurt holida) ajralib chiqadi. Masalan, osh tuzi eritmasi elektroliz qilinganida katodda vodorod, anodda xlor ajralib chiqadi. Uning dissotsilanish sxemasi quyidagicha yoziladi;

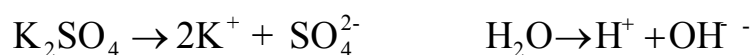


Elektroliz sxemasi:

**Katodda**  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$  qaytarilish jarayoni muhit ishqoriy,

**Anodda**  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$  oksidlanish jarayoni muhit neytral.

Ko'pincha, tuz, kislota va ishqorlar elektroliz qilinganda, o'sha moddalar tarkibiga kirgan elementlar ajralib chiqmasdan, katodda vodorod va anodda kislorod ajralib chiqadi. Masalan,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kabi moddalarning eritmaları elektroliz qilinganda vodorod va kislorod ajralib chiqadi. Kaliy sulfat eritmasi elektroliz qilinganda esa katodda vodorod, anodda kislorod ajralib chiqadi. Dissotsilanish sxemasi quyidagicha:

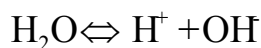
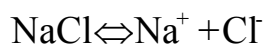


Elektroliz sxemasi:

**Katodda**  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$  - qaytarilish jarayoni muhit ishqoriy,

**Anodda**  $4OH^- - 4e^- \rightarrow O_2 + 2H_2O$  oksidlanish jarayoni muhit kislotali.

Buning sababi shundaki, eritmada elektrolit ionlari bilan birga suv ionlari ( $H^+$  va  $OH^-$ ) ham bo'lib, vodorod ionlari katodga, gidroksid ionlari esa anodga tomon harakat qiladi.;

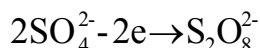


Elektroliz sxemasi:

**Katodda**  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$  qaytarilish jarayoni muhit ishqoriy

**Anodda**  $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow$  oksidlanish jarayoni muhit neytral.

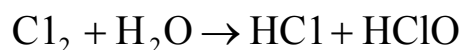
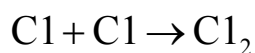
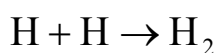
Ba`zan elektroliz juda murakkab boradi. Masalan, sulfat kislotalarning konsentrlangan eritmaları elektroliz qilinganda, anodda kislorod ajralib chiqmasdan, balki murakkab tarkibli persulfat kislota  $H_2S_2O_8$  hosil bo'ladi:



Elektroliz jarayonida birlamchi va ikkilamchi holatlar boradi. Elektr toki ta`sirida ionlarning elektron biriktirib olish yoki elektron berish hodisasi birlamchi jarayondir. Lekin ko`pincha, birlamchi jarayon natijasida hosil bo`lgan neytral zarrachalar ikkilamchi jarayonga, ya`ni kimyoviy jarayonga uchraydi. Masalan, HCl eritmasining elektrolizida quyidagi birlamchi va ikkilamchi jarayonlar sodir bo`ladi:

Birlamchi jarayon

Ikkilamchi jarayon



Elektroliz vaqtida sodir bo`ladigan ikkilamchi jarayonlar turli moddalarni elektrokimyoviy usul bilan olishda, metallarni zanglashdan saqlash uchun zanglamas metallar bilan galvanik usulda qoplashda (nikellash, kadmiylash va hokazo) katta ahamiyatga ega; masalan, katod sifatida sirtiga nikel yuritilishi kerak bo`lgan jism, anod sifatida esa nikel metali olinib  $\text{NiSO}_4$  eritmasi elektroliz qilinsa, nikel ajralib chiqqanligidan katod sirti nikel metali bilan qoplanadi, anod esa erib  $\text{NiSO}_4$  ga aylanadi. Natijada, eritmadagi  $\text{NiSO}_4$  ning miqdori o`zgarmay qoladi.

### Elektroliz qonunlari

Elektr energiyasi ta`sirida vujudga keladigan kimyoviy jarayonlar unumi bilan elektr toki o`rtasida miqdoriy bog`lanish borligini dastlab (1836-yilda) ingliz olimi M. Faradey aniqladi. M. Faradey fanga elektrod, anod, katod, anion, elektrolit, elektroliz tushunchalarini kiritdi.

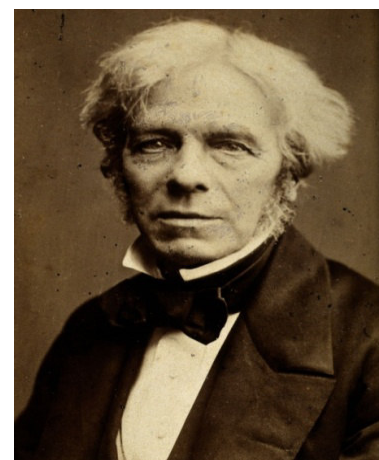
Faradey o`z tajribalarini bajarishda bir necha galvanik elementni ketma-ket ulab, batareya hosil qildi. Elektroliz qilishda ana shu batareyadan elektr toki manbai sifatida foydalandi. U o`z tekshirishlari natijasida quyidagi elektroliz qonunlarini kashf etdi:

**Faradeyning 1-qonuni:** *Elektroliz jarayonida elektrodda ajralib chiqadigan moddaning massa miqdori eritmadan o`tgan elektr toki miqдорiga to`g`ri proporsional bo`ladi.*

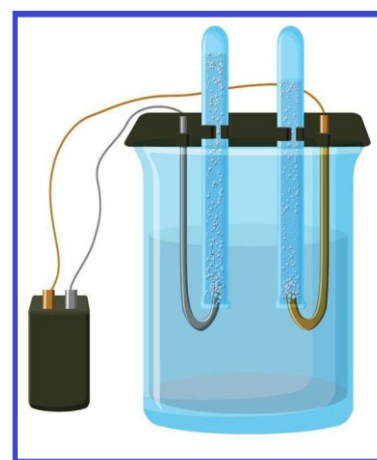
Agar elektrodda ajralib chiqqan moddaning massasini -  $m$ , elektr miqdorini -  $Q$  bilan, tok kuchini -  $I$ , vaqtni -  $t$  bilan ishoralasak, Faradeyning 1-qonuni quyidagicha yoziladi:

$$m=kQ \text{ (9)}$$

bu yerda  $m$ - modda miqdori,  $k$  - proporsionallik koeffitsiyenti (uni moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti ham deyiladi va u



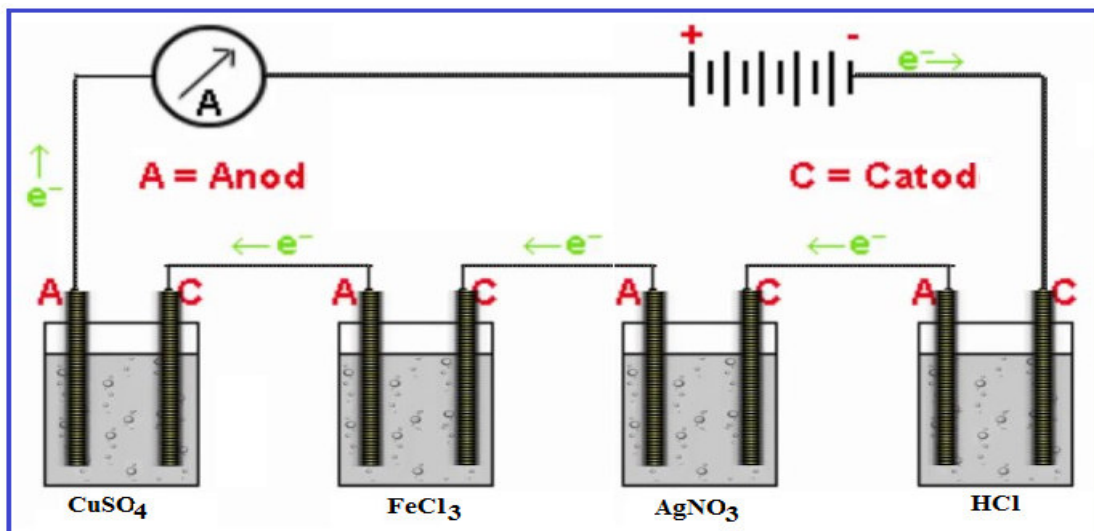
94-rasm. M. Faradey



95-rasm. Elektrolizyori

elektrolitdan bir sekunda bir amper tok kuchi yoki bir kulon elektr o'tganda ajralib chiqqan modda miqdorini ko'rsatadi), Q-elektrolitdan o'tgan elektr miqdori (kulonlar hisobida).

**Faradeyning 2-qonuni:** *Agar bir necha ketma-ket ulangan elektrolizerdagi elektrolit eritmasi orqali bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa, elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdorlari o'sha moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional bo'ladi.*



96-rasm. Turli eritmalaridan bir xil miqdorda elektr toki o'tishi

Bir idishga  $\text{AgNO}_3$ , ikkinchi idishga  $\text{HCl}$ , uchinchi idishga  $\text{CuSO}_4$ , to'rtinchi idishga  $\text{FeCl}_3$  eritmaları solinib, har qaysi idishga bir xil moddadan yasalgan va bir xil kattalikdagi ikki elektrod tushirilib, barcha elektrodlar bir-biri bilan ketma-ket ulanib elektrodlanga tok berilsa, sistema orqali 96485 kulon yoki 26,8 amper-soat elektr toki o'tganda, birinchi idishda 108 g kumush va 8 g kislorod, ikkinchi idishda 1 g vodorod va 35,46 g xlor, uchinchi idishda 31,8 g mis va 8 g kislorod, to'rtinchi idishda esa 18,66 g temir va 35,46 g xlor ajralib chiqadi. Faradeyning I, II qonunlarining matematik ifodasi quyidagicha:

$$m = \frac{E \cdot Q}{96500}; \quad m = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500}$$

Bu yerda, E — moddaning kimyoviy ekvivalenti. Elektroliz vaqtida asosiy jarayondan tashqari turli qo'shimcha hodisalar ham sodir bo'lishi sababli ma'lum

miqdor elektr toki o'tkazilganida elektrodalarda ajralib chiqadigan modda miqdorlari Faradey qonunlari bilan hisoblanadigan miqdordan kamroq bo'ladi. Shunga ko'ra «elektroliz unumi» yoki «tokga nisbatan unum» degan tushuncha kiritilgan:

$$h = \frac{m}{m_i} \cdot 100\%$$

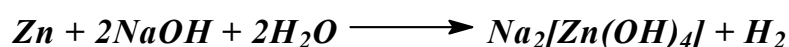
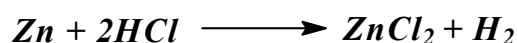
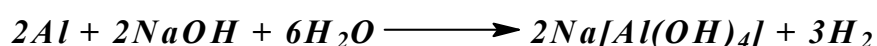
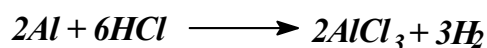
bu yerda:  $m_f$ —amalda ajralib chiqqan modda miqdori,  $m$  —nazariy miqdor.

### Nazorat uchun savol va mashqlar.

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb nimaga aytiladi?
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari necha xilga bo'linadi?
3. Quyidagi reaksiyada qaysi element oksidlovchi va uning koeffitsenti nechaga teng?  $NH_3 + KMnO_4 + KOH \rightarrow KNO_3 + K_2MnO_4 + H_2O$ .
4. Berilgan reaksiyadagi qaytariluvchining oldidagi koeffitsentni aniqlang.  $KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + O_2 + H_2O$ .
5. Ko'rsatilgan reaksiyada oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlang.  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + H_2O + CO_2 \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + SiO_2 + K_2CO_3$ .
6. Galvanik elementlar deganda nimani tushunasiz?
7. Elektrolizga misollar keltiring.
8. Standart elektron potensialni aniqlash.
9. Galvanik elementlar deb nimaga aytiladi?
10. Erimaydigan elektrodlar deb nimaga aytiladi?
11. Faradey qonunlari nechta?

## 2.4. Metallar va ularning birikmalari

Elementlar shartli ravishda **metallar** va **metallmaslarga** ajratiladi. Arosat xolatdagi elementlarga **amfoter metallar** deyiladi. Ular o'zida metal va metallmas elementlar xususiyatlarini ja'm qilgan, ya'ni kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlar xosil qiladi. Masalan – alyuminiy va rux elementlari kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi.



Davriy sistemada 22 ta metallmas bo'lsa, qolganlari metallardir. 12 tasi s – elementlar, 10 tasi p – elementlar, 28 tasi f – elementlar va qolganlari d-elementlar oilasiga kiradi. Metallar texnikada ikkita gruppaga ajratiladi.

- 1) Qora metallar – temir (marganets va xrom qo'shimcha) va uning qotishmalari (po'lat va cho'yan).
- 2) Rangli metallar – boshqa barcha metallar va ularning qotishmalari.

Metallar mexanik xossalariga qarab quyidagicha sinflanadi:

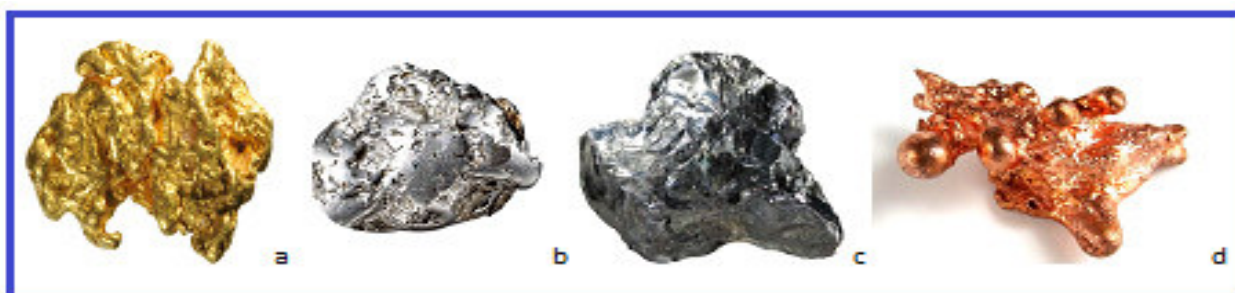
- 1) Yengil metallar – Li, Na, K, Rb, Al, Mg, Ti, Cs, Be, Ca;
- 2) Og'ir metallar – Cu, Pb, Ni, Zn, Sn, Sb, Hg, Ag;
- 3) Nodir metallar – Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Ru, Os;
- 4) Tarqoq metallar – Ga, In, Tl, Ge, Re;
- 5) Noyob metallar – Co, Cd, Mo, W, Sb, Hg, Bi;
- 6) Siyrak yer metallar – La va lantanoidlar;
- 7) Radioaktiv metallar – Ra, Po, Ac, U, Pu, At va aktinoidlar.

IA												VIIA		VIII			
(H)												B	C	N	O	F	Ne
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Re							

97-rasm. Metallarning davriy jadvalda joylashish o`rni

### Metallarning tabiatda uchrashi.

Metallarning asosiy qismi yer po‘stlog‘ida uchraydi. Deyarli barcha metallar birikma holatida uchraydi, ayrim metallar tabiatda erkin “*yombi*” holatda uchraydi. Masalan: nodir metallar – oltin, platina, kumush, mis va h.k.



98 – rasm. Nodir metallar oltin (a), platina (b), kumush (c), mis (d)

Metallar sanoatda toza (sof) holatda tabiiy birikmalardan ajratib olinadi. Metallarning sanoatda olinishi uchun yaroqli tabiiy xom-ashyo - *ruda* deyiladi. Rudalar toza bo‘lmaydi, ularga qo‘shimcha keraksiz jinslar – qum, loy, ohaktosh va boshqalar aralashgan bo‘ladi. Har qanday ruda ishlatilishidan oldin qo‘shimcha keraksiz jinslardan tozalanadi, ya’ni boyitiladi. Rudalarning boyitilgan shakli “konsentrat” deyiladi. Ruda tarkibida metallar oksid, sulfid, karbonat, sulfat, fosfat va h.k. ko‘rinishlarda uchraydi. Masalan: qizil temirtosh –  $Fe_2O_3$ , qo‘ng‘ir temirtosh –  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ , magnitli temirtosh –  $Fe_3O_4$ , temir kolchedani –  $FeS$ , pirit

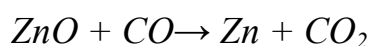
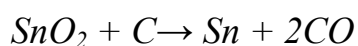
– FeS<sub>2</sub>, alyuminiy rudasi (boksit) – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O, marganets rudasi (pirolyuzit) – MnO<sub>2</sub>, qalay rudasi – SnO<sub>2</sub>, vismut oxrasi – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mis kolchedani – Cu<sub>2</sub>S·Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, mis yaltirog‘i – Cu<sub>2</sub>S, kinovar – HgS, qo‘rg‘oshin yaltirog‘i – PbS, rux aldamasi – ZnS, karnallit – KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, silvinit – KCl·NaCl, toshtuz – NaCl, kainit – MgSO<sub>4</sub>·KCl·3H<sub>2</sub>O, gips – CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, galmey – ZnCO<sub>3</sub> va h.k.

### Metallarning olinish usullari

Metallar rudadan turli usullarda ajratib olinadi. Bu usullar qaytarish, termik parchalash, almashinish, elektroliz jarayonlariga asoslangan. Sanoatda metallarning olinish usullarini o‘rganadigan sohaga **Metallurgiya** deyiladi.

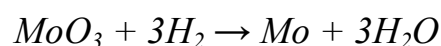
1) Pirometallurgiya – metallarni oksid ko‘rinishigacha kuydirib, qaytaruvchilar yordamida olish usullari:

a) Karbotermiya usuli – metallarni oksididan uglerod, is gazi yordamida qaytarish.

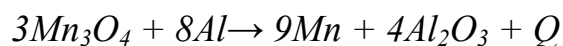


99– rasm. Karbotermiya

b) Vodorodotermiya usuli – metallarni oksididan vodorod yordamida qaytarish.

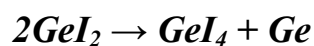
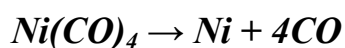
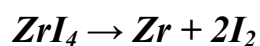


v) Metallotermiya metallarni oksididan boshqa metallar (Si, Mg, Al, Na, Fe) yordamida qaytarish, masalan alyuminotermiya;

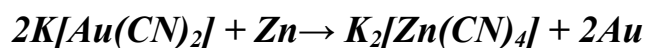
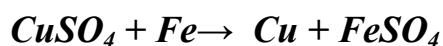
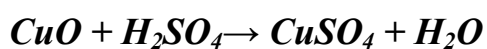
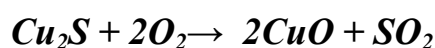


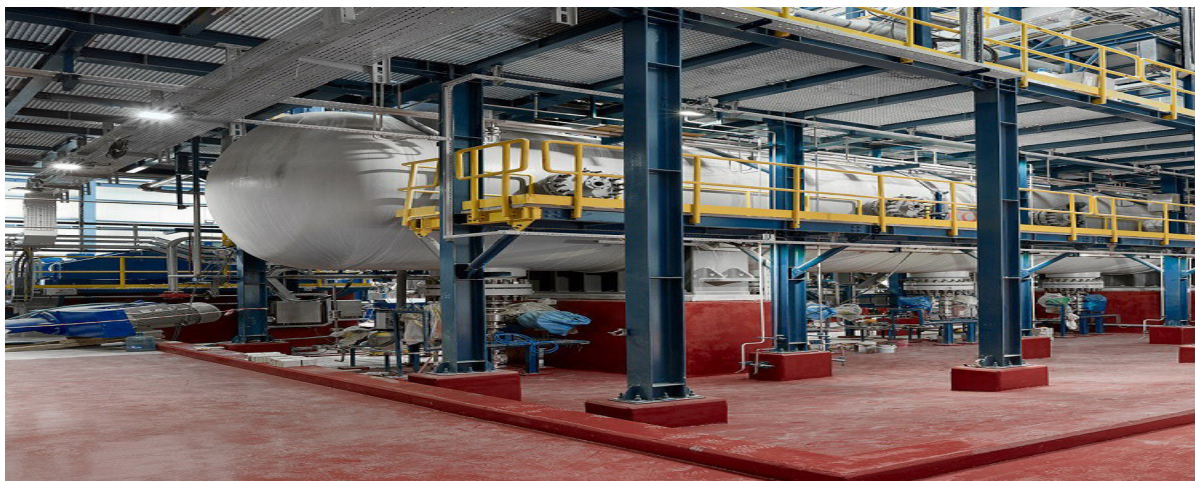
**100– rasm. Metallotermiya**

g) Termotermiya – moddalarni qizdirib parchalab toza metallar (Zr, Ni, Ge, Cr, Ti, V, Nb, Ta metallar olinadi) olish;



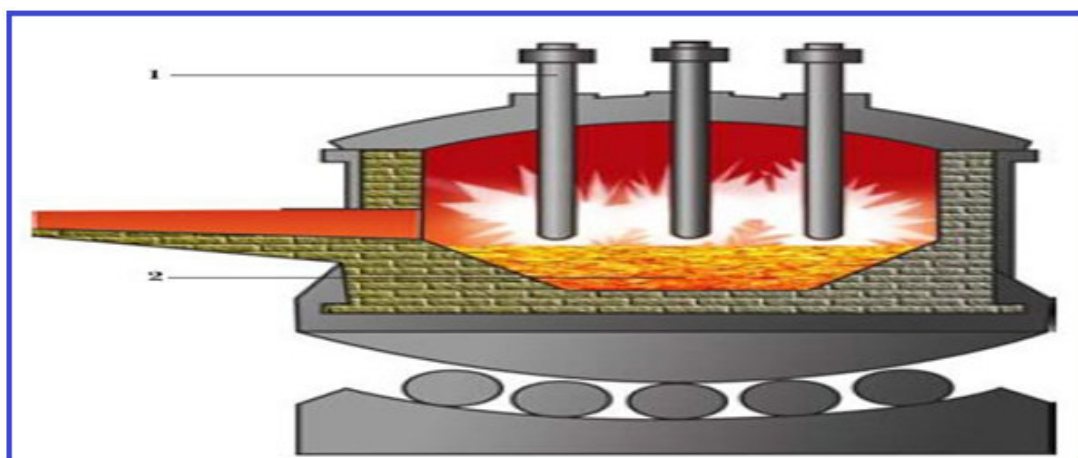
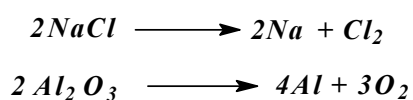
2) Hidrometallurgiya – metall rudalari kislotalar yordamida eritmaga o‘tkaziladi va eritma tarkibidan qaytaruvchilar yordamida ajratib olinadi.





101-rasm. Hidrometallurgiya usulida metal olish

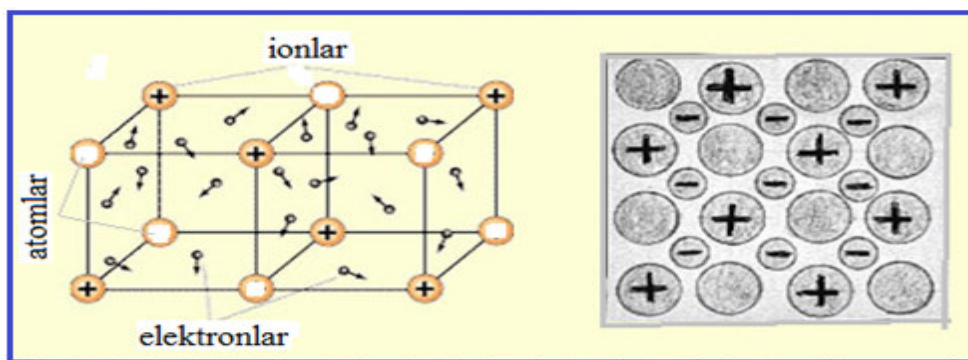
3) Elektrometallurgiya – metallarni ularning birikmalarini suvdagi eritmalaridan yoki suyuqlanmalaridan elektroliz yordamida ajratib olish.



102-rasm. Elektrometallurgiya: 1-anod, 2-katod.

### Metallarning fizik xossalari.

Simobdan tashqari barcha metallar oddiy sharoitda o‘ziga xos yaltiroq qattiq moddalardir.



**103-rasm. Metall kristall panjarasi tuzilishi**

Metallarning fizik xossalariga ularning optik, termik, mexanik, elektr va boshqa xossalari kiradi.

**Metallarning optik xossasi** – yaltiroqligi va shaffof emasligi. Metallar yaxlit holda yaltiroq, kukun holda yaltiroq emas (alyuminiydan tashqari). Kumush, palladiy, indiy yaltiroqligi eng yuqori, shuning uchun kumush va palladiy ko‘zgu ishlab chiqarishda ishlatiladi.



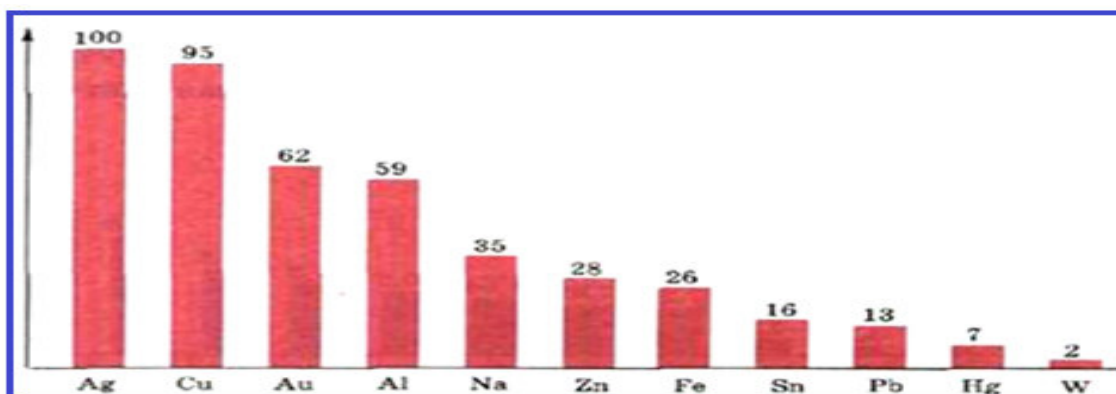
**104–rasm. Palladiy (a) va indiy metallari (b)**

Ko‘pchilik **metallarning rangi oq rang bilan to‘q kulrang orasida bo‘ladi**. Oltin va seziiy sariq, vismut qizg‘ish, mis to‘q-pushti rangda bo‘ladi. Metallar alangaga tutilsa alanga rangini o‘zgartiradi. Masalan: natriy – sariq, kaliy – binafsha, stronsiy – qizil, kalsiy – qizg‘ish-qovoq rangga bo‘yaydi.

**Metallarning elektr o‘tkazuvchanligi**. Metallardan elektr toki o‘tganda hech qanday kimyoviy o‘zgarish sodir bo‘lmaydi. Metallarning elektr o‘tkazuvchanligi temperatura pasayishi bilan ortadi va mutlaq nol gradusda ( $-273^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$ ) metall

o'ta o'tkazuvchan bo'lib qoladi. Metallarda elektr o'tkazuvchanlik turlicha. Quyidagi qatorda metallarning elektr o'tkazuvchanligi kamayib boradi:

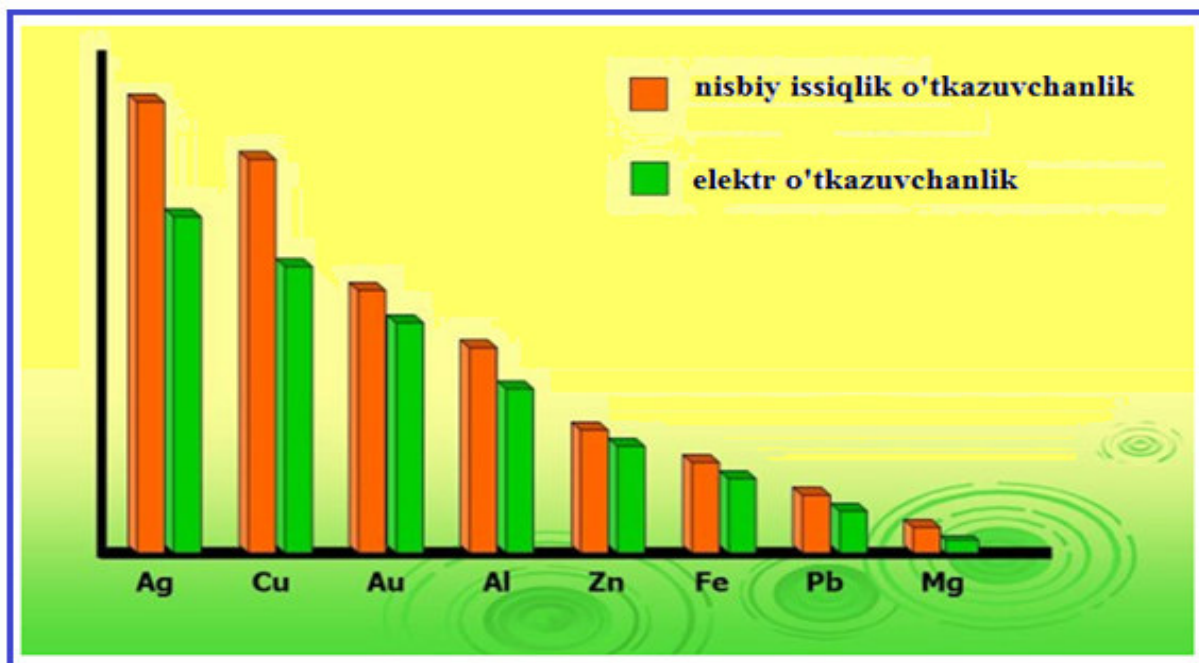
**Ag, Cu, Au, Cr, Al, Mg, Na, Ir, Be, Li, Fe, Hg, Bi, W**



**105– rasm. Metallarning nisbiy elektr o'tkazuvchanligi (%).**

Metallar suyuqlanish temperaturasi qarang farqlanadi:

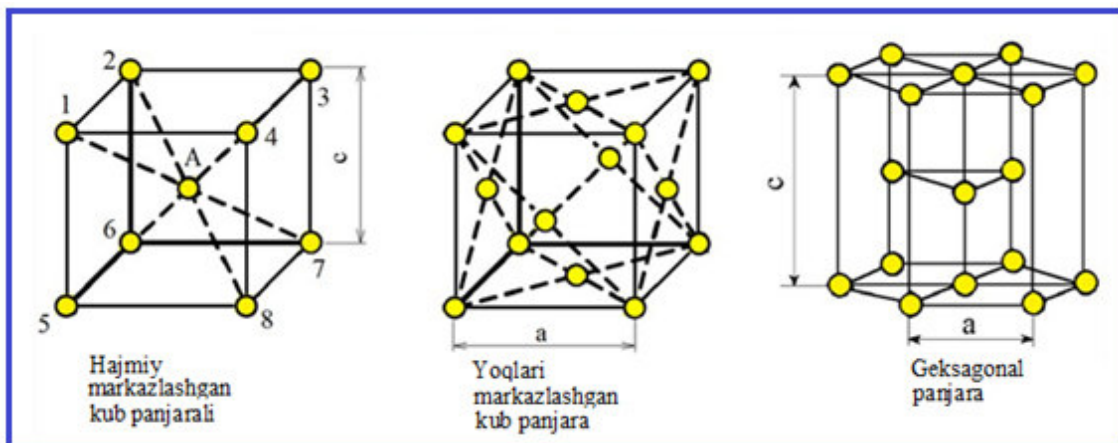
- 1) Oson suyuqlanuvchan (Cs, Hg, Rb, Tl)  $T_{\text{suyuq}} = 800^{\circ}\text{C}$  dan past
- 2) Qiyin suyuqlanuvchan (W, Os, Pt, Cr)  $T_{\text{suyuq}} = 800^{\circ}\text{C}$  dan yuqori gruppalariga bo'linadi.



**106-rasm. Metallarning nisbiy issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi**

Metallar kristall tuzilishiga ko'ra 3 sinfga bo'linadi:

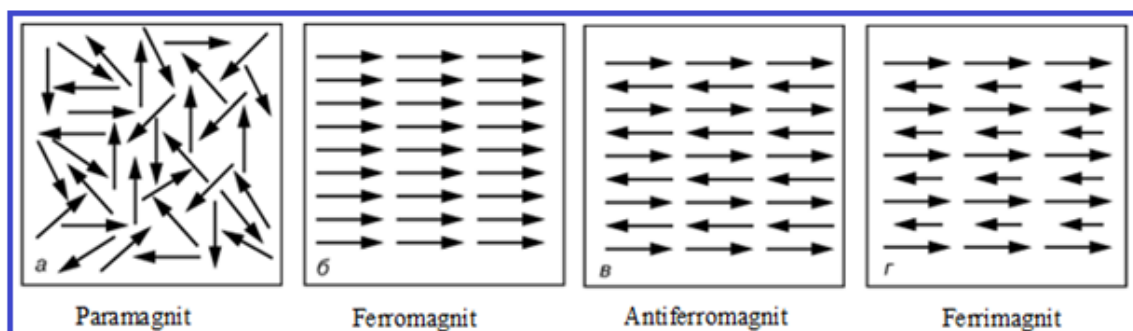
- 1) Hajmiy markazlashgan kub panjarali – Ba, Cr, Fe, K, Li, Mo, Rb, Ta, W, V;
- 2) Yoqlari markazlashgan kub panjarali – Pb, Pd, Pt, Rh, Al, Ag, Au, Ca, Cu, Co, Ge, Ir, Ni;
- 3) Geksagonal panjara – Be, Cd, Ge, Co, Hg, Mg, Os, Ru, Ti, Zr.



**107-rasm. Metallarning asosiy kristall tuzilishi**

Metallar magnet xossalariga qarab xam 3 sinfga farqlanadi:

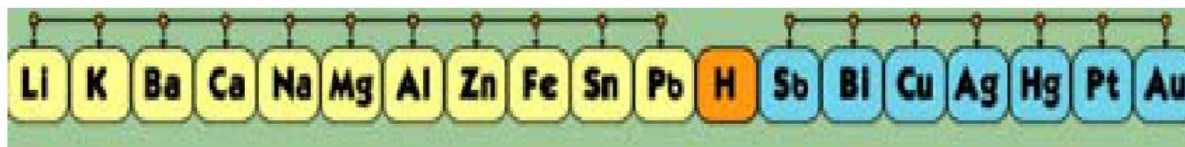
- 1) Paramagnit – magnet maydoniga tortiladigan metallar – Sc, Y, La, Ti, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt;
- 2) Ferromagnit – magnetga kuchli sezgir metallar – Fe, Co, Ni.
- 3) Diamagnit – magnet maydonidan itariladigan metallar – Ag, Cu, Au, Zn, Cd, Hg, Zr, C;
- 4) Ferrimagnit – magnetga sezgirligi kuchsiz metallar.



**108-rasm. Turli xossali metallarlarda atom magnetlar xolati**

## Metallarning kimyoviy xossalari

Metallarning deyarli barcha kimyoviy xossalari ularning aktivlik qatori bilan bog'liq:



109–rasm Metallarning aktivlik qatori

Keltirilgan qatorda H gacha bo'lgan metallar kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi, Hdan keyingilari chiqara olmaydi.

Metallarni reaksiya qobiliyatiga qarab quyidagi 5 guruxlarga ajratiladi:

1) Oddiy sharoitda suv va kislotalar ( $\text{HNO}_3$  dan tashqari) bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradigan metallar – Li, Na, K, Ba, Ca, Mg (ishqoriy va ishqoriy-yer metallar (Be dan tashqari)).

2) Oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, ammo kislotalar ( $\text{HNO}_3$  dan tashqari) bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradigan metallar – Fe, Co, Cr, Mn, Ni, Zn, Be, W, V, Mo, Ti va h.k.

3) Oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqara olmaydigan metallar – Bi, Cu, Hg, Ag, Os, Ir.

4) Oddiy sharoitda suv bilan ham kislotalar bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan metallar – Pt va Au.

5) Oddiy sharoitda asoslar va kislotalar bilan reaksiyaga kirishadigan amfoter metallar – Al, Be, Zn, Sn, Pb

**Metallarning ishlatilishi. Metallarning qotishmalari.** Metallarning bir nechtasini yoki ularga oz miqdorda metallmaslar qo'shib qotishmalar olish mumkin. Qotishmalar xossalari keng chegarada o'zgaradi. Odatda qotishmalarning suyuqlanish haroratlari dastlabki metallarnikidan ko'ra kamayishi aniqlangan.

Lekin, qotishmalarning qattiqligi yuqori bo'ladi. Eng muhim qotishmalarga cho'yan va po'lat kiradi.

Temirning kam miqdordagi uglerod (1,7 % gacha) bilan hosil qilgan qotishmasi **po'lat** deyiladi. Qotishmalarda Mn, Si, S, P va boshqa 10 dan ortiq qo'shimchalar bor. Po'lat temirga nisbatan qattiq bo'ladi.

Temirning ko'p miqdordagi uglerod (2% dan ko'p) bilan hosil qilgan qotishmasi **cho'yan** deyiladi. Cho'yan tarkibida Si, Mn, P va S kabi qo'shimchalar bo'ladi.

Hozirgi paytda texnikada 5000 dan ortiq har xil qotishmalar ishlatiladi. Ularga bronza, latun, nixrom, duralumin va boshqalar kiradi. Trubalardan tortib idishlar, similar va tangalargacha barchsi qotishmalardan tayyorlanadi.



**110-rasm. Po'lat mahsulotlar**



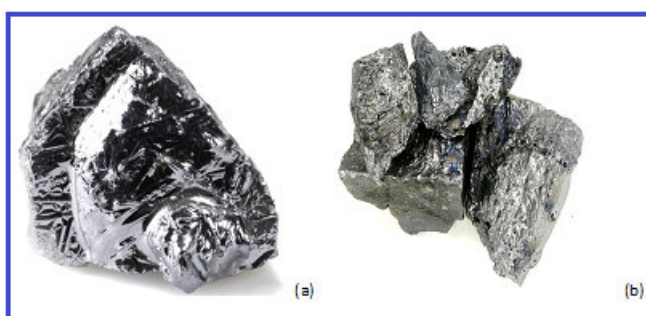
**111-rasm. Turli qotishmalardan tayyorlangan buyumlar**

**Galvanik element** – kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elementlar (akkumlyatorlar, batareykalar).



112-rasm. Akkumulyator (a) va batareyka (b)

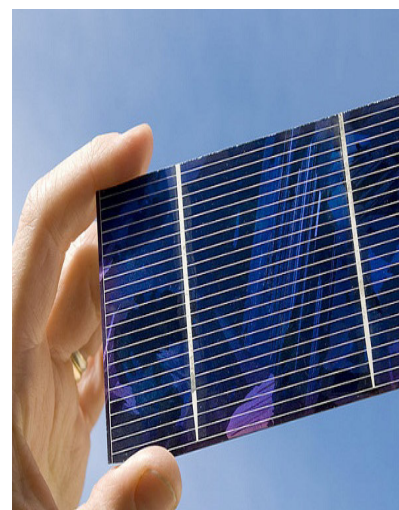
**Fotoelement** – yorug‘lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi element (indiy, germaniy, kremniy).



113-rasm. Fotoelementlar tayyorlash uchun zarur xom ashyo: germaniy (a), kremniy (b)

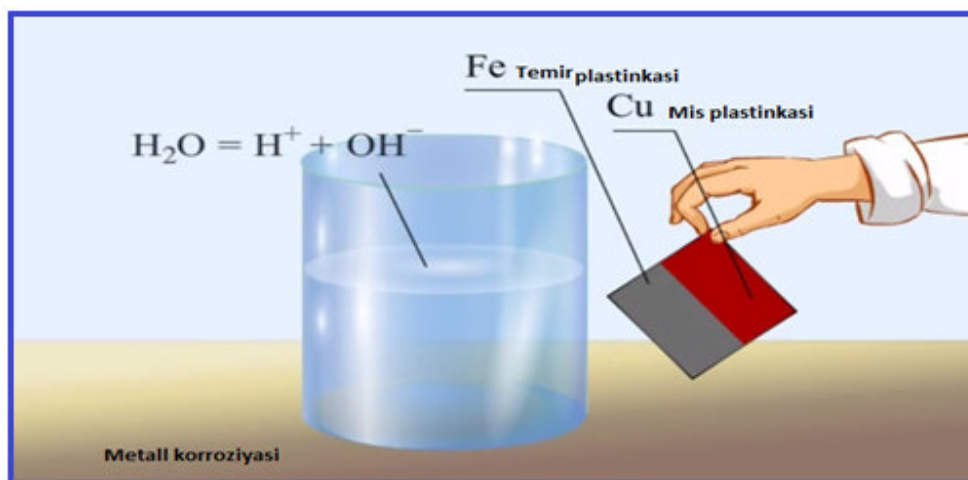
Fotoelementlar yuzasiga tushgan yorug‘lik nuri *p-n* tipidagi yarimo‘tkazgichlar xisobiga doimiy tokga aylanadi. Bunday qurilmalar maishiy jixozlardan tortib kosmik kemalargacha keng qo‘llana boshlandi.

**Metallarning korroziyalanishi.** Metallning tevarak-atrofidagi muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta’siri natijasida yemirilishi korroziya deyiladi. Metallga quruq gazlar, masalan, kislorod, sulfat anhidrid, HCl, H<sub>2</sub>S va boshqa gazlar ta’sir etganda kimyoviy korroziya sodir bo‘ladi. Ko‘pincha metallarning yemirilishiga elektrokimyoviy korroziya sabab bo‘ladi, bunday korroziya metallarning nam havo yoki elektrolit eritmasi bilan o‘zaro ta’siri natijasida sodir bo‘ladi va bunda shu joyning o‘zida elektr toki paydo bo‘ladi.

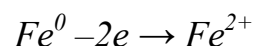


114-rasm. Fotoelement yacheykasi

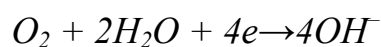
Texnikada ishlatiladigan metallarga hamma vaqt boshqa metallar aralashgan bo'ladi. Shuning uchun metallar elektrolit eritmasiga tekanda uzluksiz ishlaydigan galvanik element hosil bo'ladi, bunda aktivroq metal yemiriladi. Metall ayniqsa havoda ko'p korroziyalanadi. Masalan, nam havodagi temir bilan mis bir-biriga tegib turganda galvanik element vujudga keladi, bunda temir anod, mis esa katod vazifasini o'taydi. Bunday galvanik element ishlaganda temir oksidlanadi, yemiriladi, chunki u o'zining elektronlarini to'xtovsiz ravishda misga berib, o'zi  $Fe^{2+}$  ionlarga aylanadi



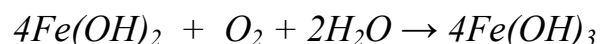
**115-rasm. Temir-mis juftligi korroziyasi**



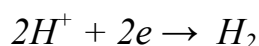
Katod sirtiga kelayotgan elektronlar elektrolit eritmasidagi kislorodni qaytaradi:



$Fe^{2+}$  ionlar  $OH^-$  ionlar bilan birikib,  $Fe(OH)_2$  hosil qiladi,  $Fe(OH)_2$  havo kislorodi ta'sirida oksidlanib  $Fe(OH)_3$  ga aylanadi:

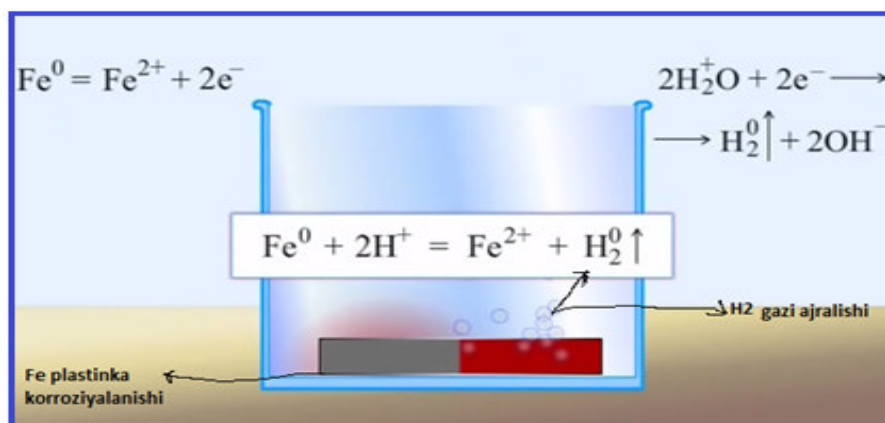


Kislorodning qaytarilishi bilan boradigan korroziya suvda, havoda va tuproqda sodir bo'ladi. Vodorod ionlari konsentratsiyasi birmuncha ko'p bo'lgan muhitda  $O_2$  molekullari emas balki  $H^+$  ionlari oksidlovchi rolini o'taydi:



Oksidlanish-qaytarilish jarayoni faqat bir-biriga tegib turadigan turli metallardagina emas, balki bir metallning har xil qismida ham sodir bo'ladi, po'latning korroziyalanishi bunga misol bo'la oladi.

Po'lat asosan sementit deb ataladigan temir karbid  $Fe_3C$  bilan uglerod donachalari aralashgan temirning juda mayda kristallaridan iborat. Po'lat elektrolitga tegib turganda uning sirtida ko'pgina mikrogalvanik elementlar hosil bo'ladi, ularda anod-temir, katod-sementit yoki ugleroddir. Bunday galvanik elementlar ishlaganda elektronlar Fe dan  $Fe_3C$  yoki C ga, so'ngra kislorodga yoki vodorod ionlariga o'tadi, temir atomlari esa ionlarga aylanadi. Natijada Fe yemiriladi.



116-rasm. Temirning korroziyalanish jarayoni

Po'latning korroziyalanishi natijasida hosil bo'lgan zang eruvchan tarkibli modda  $nFeO \cdot mFe_2O_3 \cdot pH_2O$  bo'lib, bunda n, m va p koeffitsiyentlar temperatura, muhit namligi, kislorod ta'siri hamda zang hosil bo'ladigan boshqa sharoitlarga bog'liq. Havoning namligi ortishi bilan korroziyalanish jarayoni tezlashadi.

Tuproqda korroziyalanish natijasida qoziqlar, gaz, suv va neft quvurlari hamda turli metal konstruksiyalar yemiriladi. Tuproqda korroziyalanish tezligi tuproqda kislota va boshqa kuchli ta'sir qiluvchi moddalar borligiga bog'liq. Kimyo tili bilan aytganda bu jarayon **korroziyalanish** yoki temir buyumlarda zanglash deb yuritiladi. Kimyo va neftni qayta ishlash sanoat tarmoqlarida ishlatiladigan uskunalarning ayrim qismlari bu ta'sirlarga ayniqsa, tez duch keladi.

Korroziyalanishdan muhofaza qilish usullarini o`rganishdan oldin korroziyaning turlari bilan tanishamiz. Metallarga quruq gazlar, masalan, kislorod, sulfid angidrid, vodorod xlorid, vodorod sulfid ta'sir qilganida sodir bo`lgan korroziyalanish **kimyoviy korroziyalanish** deyiladi. Namlik va elektrolitlar ta'sirida korroziyalanish esa **elektrokimyoviy korroziyalanish** deyiladi.

Metallarning korroziyalanishi shu metall faolligi kamroq, ya'ni elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorida o`zidan o`ngda turgan metallga tegib turganida korroziyalanish keskin ortadi. Aksincha, metall elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorida o`zidan chapda joylashgan, ya'ni o`zidan faolroq metallga tegib tursa, uning korroziyalanishi keskin susayadi.

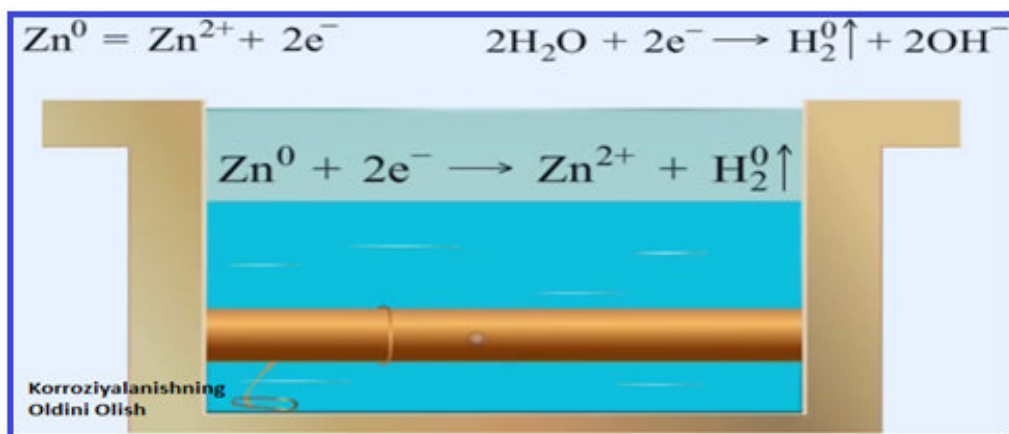
Metallarni o`rab turgan muhitning tarkibida xlor ionlari bo`lsa, bu ionlar korroziyalanishni kuchaytiradi, boshqa ionlar susaytirishi mumkin. Masalan, temirning korroziyalanishi gidroksil ionlari ishtirokida susayadi. Dengizga yaqin bo`lgan joylarda metall inshootlarining korroziyalanishi dengizdan uzoq bo`lganlariga nisbatan shiddatliroq kechadi. Chunki dengiz suvlarida xlor ionlarining ko`p bo`lishi korroziyani tezlashtiradi. Buning natijasida har yili tonnalab metallar yaroqsiz holga keladi. Shuning uchun korroziyalanishdan himoya choralari ko`riladi.

Metallarni korroziyalanishan himoya qilishning turli usullari bor. Ular ichida ayrimlarini ko`rib chiqamiz.

**1. Muhit tarkibining o`zgarishi.** Korroziya muhit tarkibini o`zgartirib korroziya jarayonini kamaytirish mumkin. Masalan, kislotalar ta'sirida korroziyalanadigan metallarni sekinlashtirish uchun **ingibitorlar** (sekinlashtiruvchi) deyiladigan moddalar qo`shiladi.

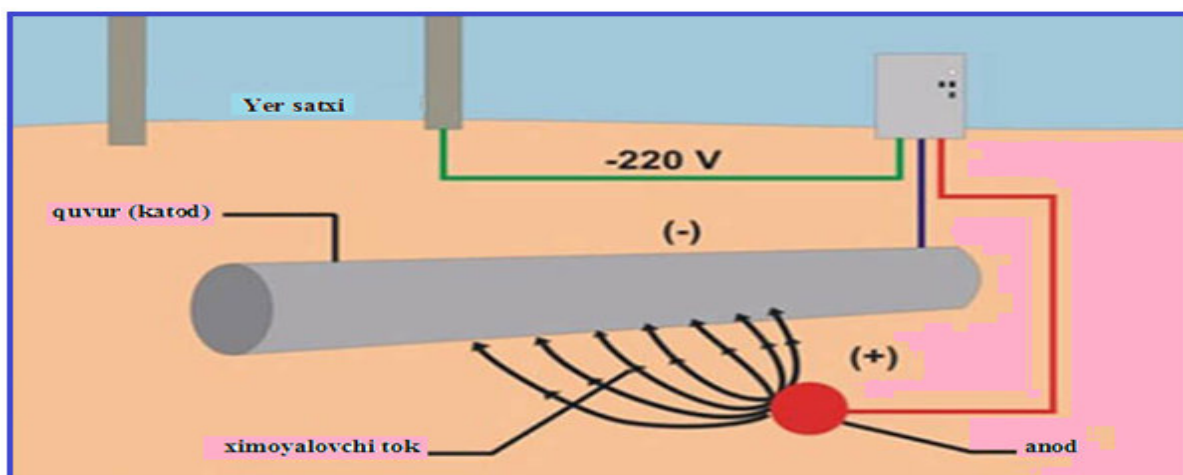
**2. Himoya qavatlarini hosil qilish.** Metall jismlarning sirtida himoya qavatlar hosil qilish korroziyadan saqlashning asosiy usullaridan hisoblanadi. Bu maqsadlar uchun turli faol metallardan foydalaniladi. Bunda metallar sirti himoya qavatlar bilan batamom qoplanishi shart, agar biror yeri ochilib qolsa, metall yemirila

boshlaydi. Agar qoplama metall himoya qilinuvchi metallardan faolroq bo'lsa, masalan temir bo'lagi rux metalli bilan qoplansa, qoplangan metal anod vazifasini bajaradi hamda himoya qilinuvchi metal katod vazifasi bajaradi. Shuning uchun qoplama tirqish paydo bo'lganda, rux metalli yemirilib bo'lguncha temir metalli o'zgarmay turadi. Ba'zi metallarning oksidlari metallarni keyingi korroziyalanishdan ma'lum vaqtgacha saqlashi mumkin. Masalan, aluminiy, qalay, qo'rg'oshinmetallarining hosil qilgan oksid pardalari ularni yemirilishiga imkon bermaydi.



**117-rasm. Korroziyadan himoyalanish**

**3. Elektrokimyoviy himoya.** Korroziyalanishdan himoya qilinuvchi inshoot doimiy tok manbaining katodiga ulanadi. Natijada buyumning o'zi katod bazifasini bajaradi. Korroziyadan bunday saqlanish “**katod himoya**” deb yuritiladi. Katod himoyasida anod sifatida metal holidagi lom ishlatiladi. Elektrokimyoviy usul, asosan, suvli muhitdagi (n-rasm) yoki tuproq ostidagi quvurlarni, kabellarni, temir qoziqlar va shu turdagi qurilmalarni korroziyadan himoya qilishda qo'llaniladi.



**118-rasm. Korroziyadan elektrohimoyalani**

**4. Chidamli qotishmalardan foydalanish.** Toza metallarga baʼzi qoʻshimchalar qoʻshish bilan korroziyaga chidamli qotishmalar hosil qilish mumkin. Masalan, poʻlat tarkibiga maʼlum miqdorda xrom yoki nikel metali qoʻshish bilan uning korroziyaga chidamliligi ortadi. Bu usul sanoat va texnikada katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda katta sarf-xarajatlar bilan metallarni sanoatda ajratib olingandan soʻng ularning korroziyalanishini (yemirilishini) oldini olish sanoati rivojlanayotgan Oʻzbekistonda dolzarb masala hisoblanadi. Sababi, atrof-muhit havosi tez ifloslanayotgan hozirgi zamonda, metallarning yemirilishi kuchayishini va jamiyatdagi sanoat isrofgarchiligini oldini olishda amaliy ahamiyatga ega.

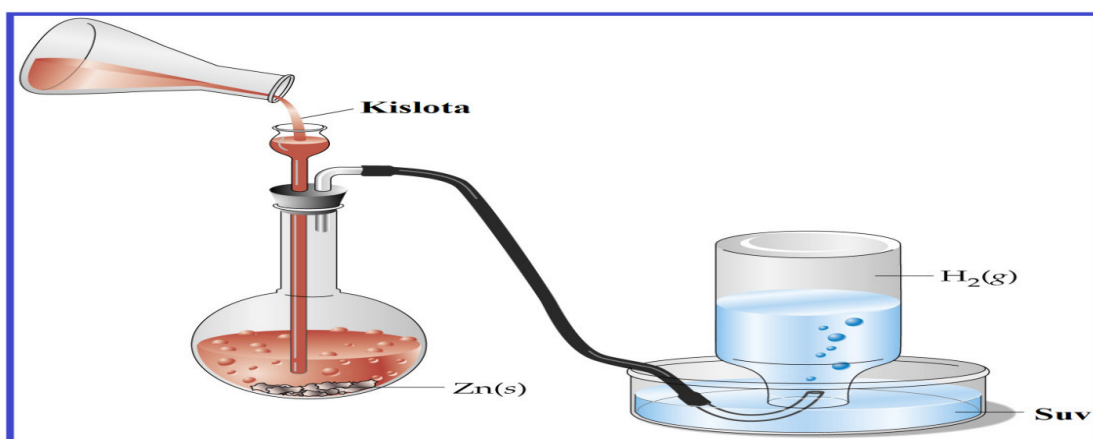
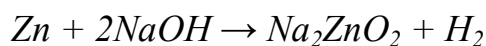
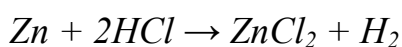
#### **Nazorat savollari**

1. Metallar mexanik xossalari qanday sinflarga boʻlinadi?
2. Metallarni olishni qanday usullarini bilasiz?
3. Metallarni korroziyadan saqlash uchun nimalar qilish mumkin?
4. Kimyoviy korroziya bilan elektrokimyoviy korroziyaning qanday farqi bor?
5. Galvanik element deb nimaga aytiladi?
6. Korroziyadan saqlanishning usullarini tushuntiring.
7. Qanday metallar qora metallar deyiladi?
8. Qaysi kislota metallar bilan taʼsirlashganda vodorod ajralib chiqmaydi?

#### **2.5. Metallmaslar va ularning birikmalari**

**Vodorod.** Vodorod boshqa elementlarga qaraganda eng oddiy struktura tuzilishiga ega. Vodorodning yadro zaryadi +1 ga teng bo'lib, bitta  $s^1$  elektroni mavjud. Vodorodning 3 ta izotopi bor. Protiiy  $^1\text{H}$ , deyteriy  $^2\text{H}$  va tritiiy  $^3\text{H}$ . Vodorod izotoplari protiiy - bir proton va bir elektron, deyteriy - bir proton, bir neytron va bir elektron, tritiiy - bir proton, ikki neytron va bir elektrondan tashkil topgan. Vodorod tabiatda erkin holda suv, neft, toshko'mir va organik birikmalar tarkibida uchraydi.

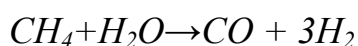
**Olinishi.** Vodorod laboratoriyada rux yoki alyuminiy metaliga kislota yoki ishqorlar ta'sir ettirib olinadi.



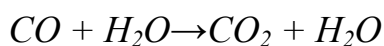
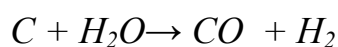
**119-rasm. Laboratoriyada vodorod olinishi**

Vodorod sanoatda quyidagi usullar bilan hosil qilinadi.

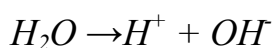
1. Tabiiy organik moddalardan olinadi:



2. Cho'g'latilgan koksga suv bug'i ta'sir ettirib olinadi;



3. Suvni elektroliz qilib olinadi:

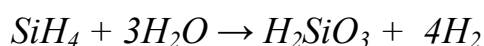




**Xossalari.** Vodorod atomi o`zidan bir elektron berib,  $H^+$  ioniga aylanadi. Bunday musbat zaryadlangan vodorod ioni ko`pgina kovalent bog`lanishli birikmalarda kuzatiladi. Oddiy sharoitda bunday birikmalar gazsimon, suyuq va qattiq moddalardir. Bunday birikmalarning xossalari vodorod bilan bog`langan elementlarning tabiatiga bog`liq bo`ladi. HF,  $H_2O$ ,  $NH_3$  lar qutblangan bo`lgani uchun ular suyuq holatda yaxshi erituvchi hisoblanadi. Vodorod ioni  $H^+$  holatda hech qachon eritmada mavjud bo`la olmaydi. Faqat solvatlangan  $H_3O^+$  mavjudligi aniqlangan. Ma`lum eritmalarda solvatlangan vodorod ioni hosil qilgan birikmalar kislotlar deb ataladi.

Vodorod atomi o`zi bilan birikayotgan element tabiatiga qarab bir elektron qabul qilib,  $H^-$  ioni hosil qilishi mumkin.

**Uchuvchan gidridlar.** Vodorod XIV, XV, XVI guruhlarga oid metallmaslar bilan birikishi natijasida hosil bo`lgan gidridlar uchuvchan gidridlarga misol bo`la oladi. Uchuvchan gidridlarda vodorod bilan element orasida kovalent bog`lanish mavjuddir. Bunday gidridlarning gidrolizi natijasida kislotali muhit namoyon bo`ladi.

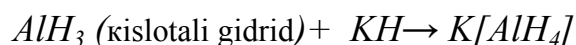
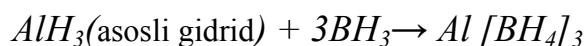


Uchuvchan gidridlar tuzsimon gidridlar bilan efirlar ishtirokida kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday gidridlarning nisbiy molekulyar massasi ortishi bilan suyuqlanish va qaynash haroratlari ortib boradi. Lekin HF,  $H_2O$ ,  $PH_3$  birikmalar bu qoidaga bo`ysunmaydi. Chunki bu birikmalar kuchli qutblangan bo`lgani uchun qo`shimcha bog`lanish hosil qilib  $(NH_3)_n$ ,  $(HF)_n$ ,  $(H_2O)_n$ ,  $(PH_3)_n$  polimerlangan bo`ladi. Shuning uchun  $NH_3$  va  $PH_3$  birikmalarda kuchsiz asos xossasi namoyon bo`ladi.

**Polimersimon gidridlar.** Polimersimon gidridlarda vodorod bilan element orasida qisman ion, qisman kovalent bog`lanish mavjud bo`ladi. Bunday birikmalarni asosan amfoter xossaga ega bo`lgan metallar hosil qiladi. Bu birikmalar oq rangli, uchmaydigan, organik erituvchilarda erimaydigan

moddalardir. Polimersimon gidridlarning bunday xossalariga ega bo'lishi, vodorod ko'priklari orqali bir-birlari bilan birikib polimerlanishidir:

Amfoter gidridlar asosli va kislotali gidridlar bilan reaksiyaga kirishadi. Alyuminiy gidrid reaksiyaga kirishayotgan moddaning tabiatiga qarab ham donor, ham akseptor vazifasini bajaradi:



**Galogenlar.** Ettinchi guruh asosiy guruhchasi elementlariga fluor (F), xlor (Cl), brom (Br), yod (I) va astat (As) kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida  $s^2p^5$  elektronlar mavjud. Bu element atomlari o'ziga bitta elektron biriktirib, sirtqi qavatlaridagi elektronlar sonini sakkiztaga, inert gazlar konfiguratsiyasiga, etkazishga intiladi. Ular erkin holatda kuchli oksidlovchilardir. Bu elementlarni galogenlar deb yuritiladi. Galogen so'zi yunoncha so'z bo'lib, *tuz hosil qiluvchi* degan ma'noga ega.

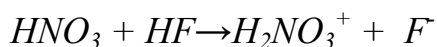
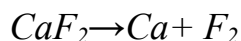
F o'z birikmalarida faqatgina - 1 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Chunki F atomining elektromanfiyligi katta qiymatga ega bo'lgani uchun, hatto kisloroddan ham elektronni tortib olib,  $OF_2$  tarkibli kimyoviy birikma hosil qiladi. Xlor, brom va yodning vodorodli HCl, HBr, HI birikmalarining suvdagi eritmaları kuchli kislotalar bo'lib, HCl dan HI ga o'tgan sayin kislotali xossalari kuchayib boradi, HCl, HBr, HI larning qaytaruvchanlik xossalari ham HCl dan HI ga tomon kuchayib boradi, chunki galogenlarning ion zaryadi o'zgarmagan holda ion radiuslari ortib boradi.

$CaF_2$  flyuorit,  $Ca_5(PO_4)_3F$  fluorapatit,  $Na_3AlF_6$  kriolit, NaCl osh tuzi, KCl silvin,  $NaCl \cdot KCl$  silvinit,  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  karnallit,  $AgBr$  bromargirit,  $Ag(Cl, Br)$  embolit,  $Ca(JO_3)_2$  lautarit, AgI yodargirit va boshqalar. Bulardan tashqari bu elementlar dengiz suvlari tarkibida turli birikmalar holida uchraydi.

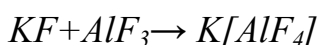
**Olinishi.** Ftor elementini 1886 yilda A.Muassan, xlorini 1774 yilda K.Sheele, bromni 1826 yilda J.Balar, yodni 1811 yilda B.Kurtua, astatni 1940 yilda D.Karson, K.Mak-Kenzi va E.Segrelar ajratib olganlar.

**Ftor** barcha elementlar ichida eng katta elektromanfiylik hosil qiladi. Ftor tabiatda  $\text{CaF}_2$  (plavik shpati), kriolit  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  va apatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$  ko`rinishida uchraydi. Ftor birikmalari suvda, o`simliklar tarkibida, odam va hayvon tishlarining email va suyak tarkibida uchraydi. Agar ftor yetishmasa yoki keragidan ortiq bo`lsa, tish yemirila boshlaydi. Ftor ko`kimsiz rangli, qo`lansa, o`tkir hidli gaz. Ftorni suvda eritib bo`lmaydi, chunki suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib ketadi va u benzol, xloroform kabi erituvchilarda eriydi. Kislorod va azot ftor bilan bevosita birikmaydi, qolgan barcha elementlar bilan ma'lum sharoitda birika oladi.

Hozirgi vaqtda ftor  $\text{CaF}_2$  yoki  $\text{KF}\cdot\text{HF}$  tarkibli tuzlarni yuqori haroratda suyuqlantirib elektroliz qilib olinadi. Elektrod sifatida grafitdan foydalaniladi:

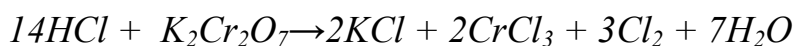


Vodorod ftorid eritmasi suvda yomon eriydigan  $\text{NaF}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{CaF}_2$  tarkibli tuzlarni hosil qiladi. Temir, alyuminiy, xrom, titan va boshqa metallarning ftoridlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi:



Laboratoriyada xlor turli usullarda olinadi:

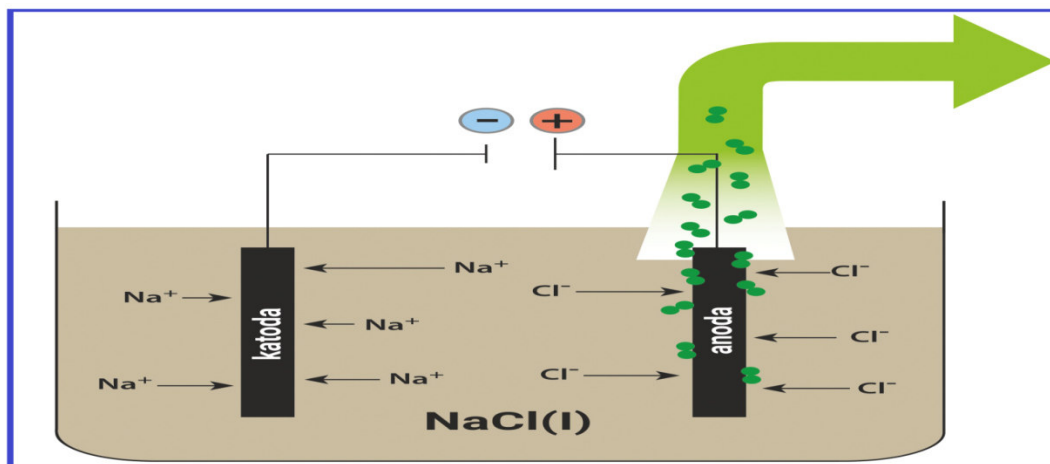
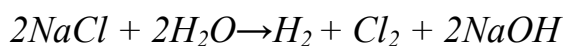
1. Vodorod xlorid eritmasiga oksidlovchi ta'sir ettiriladi:



2. Tabiiy osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida oksidlovchilar ta'sir qilinadi:

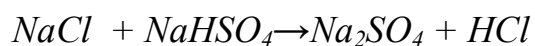
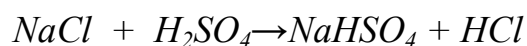


Texnikada  $\text{NaCl}$  eritmasini elektroliz qilish natijasida xlor olinadi. Bunda katod sifatida cho`yan yoki simob ishlatiladi. Anodda xlor oksidlanadi, katodda esa vodorod qaytariladi:



120-rasm. NaCl tuzi eritmasining elektroliz jarayoni

**Vodorod xlorid.** Vodorod xlorid, asosan yorug'lik nuri ta'sirida vodorodga xlor ta'sir ettirib olinadi. Hosil bo'lgan gaz holdagi vodorod xloridni adsorbsion kameralarida suvga yutdirib, konsentrlangan xlorid kislota olinadi. Vodorod xloridni osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin. Bu jarayon ikki bosqichda davom etadi.



**Xlorning kislorodli birikmalari.** Xlor kislorod bilan bevosita birikmaydi. Xlor bilan kislorod birikmalari bilvosita usulda olinadi. Xlorning to'rtta oksidi olingan:

$Cl_2O$  – xlor(I) oksid (gipoxlorit anhidrid);

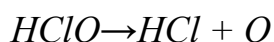
$ClO_2$  – xlor(IV) oksid;

$Cl_2O_6$  – xlor(VI) oksid;

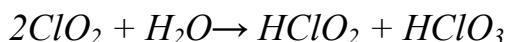
$Cl_2O_7$  – xlor(VII) oksid (perxlorat anhidrid).

**Xlor(I) oksid**  $Cl_2O$  (Cl – O – Cl). Sarg'ish-jigarrang, qo'lansa hidli gaz, suyuqlanish harorati  $116^{\circ}C$ , qaynash harorati  $4^{\circ}C$ . Portlovchi modda. U sal isitilsa yoki bir idishdan ikkinchi idishga quyilsa portlaydi.  $Cl_2O$  suvda erib gipoxlorit kislota  $HClO$  ni hosil qiladi. Xlor suvda eriganda ham gipoxlorit kislota hosil bo'ladi.  $HClO$  beqaror bo'lib, faqat suyultirilgan eritmadagina mavjud. Xlorning

kislorodli kislotalari kuchli oksidlovchilardir. Ular orsida HClO eng kuchli oksidlovchi, buning asosiy sababi beqaror kislota bo'lganligi uchun asta-sekin parchalanib, atom holdagi kislorod ajralib chiqarishidir.

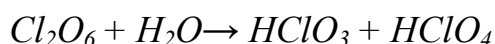


**Xlor(IV) oksid** ClO<sub>2</sub> – sabzi rangli, o'tkir hidli beqaror gaz, u yonuvchi moddalarga tegib ketsa, darhol portlaydi. ClO<sub>2</sub> suv bilan birikib, xlorit kislota HClO<sub>2</sub> bilan xlorat kislota HClO<sub>3</sub> hosil qiladi.



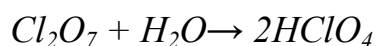
Xlorit kislota nihoyatda beqaror va kuchli oksidlovchi modda, u faqat suyultirilgan eritma holdagina mavjud. Tuzlari olingan, ammo ular zarba ta'sirida va isitilganda portlaydi.

**Xlor(VI) oksid** (Cl<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) havoda tutaydigan to'q qizil suyuqlik. Yonuvchi moddalarga tegsa, darhol portlaydi. Cl<sub>2</sub>O<sub>6</sub> ga muvofiq kislota ma'lim emas, ammo u suv bilan birikib, xlorat HClO<sub>3</sub> va perxlorat HClO<sub>4</sub> kislotalarini hosil qiladi.



Xlorat kislota ham faqat eritmada ma'lum, uning 40% li eritmasini tayyorlash mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi 40% dan yuqori bo'lsa, portlab parchalanadi. Xlorat kislota paxta, qog'ozga tegsa o't olib ketadi.

**Xlor(VII) oksid** Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (perxlorat anhidrid). Xlorning bu oksidi boshqa oksidlarga nisbatan barqaror bo'lib, rangsiz, moysimon suyuqlikdir. U faqat silkitilganda, qattiq urilganda, kuchli isitilganda portlaydi. Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> suv bilan birikib, perxlorat kislota hosil qiladi.

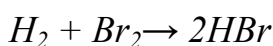


Perxlorat kislota eng kuchli kislota. Suyultirilgan eritmasining oksidlash xossasi u qadar kuchli emas, lekin 40% li eritmasijuda kuchli oksidlovchi. Xlorning kislorodli kislotalari ichida HClO dan HClO<sub>4</sub> ga tomon oksidlash xossasi kamayib, kislota barqarorligi va kuchi ortib boradi.

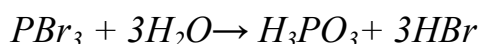
**Brom** tuz konlarining ustki qavatlarida karnalit KBrMgBr<sub>2</sub>\*6H<sub>2</sub>O holida uchraydi. Dengiz suvida va tuz konlarida NaBr va KBr birikmalari uchraydi. Brom og'ir, qizil-qo'ng'ir suyuqlik. Brom bug'lari zaharli bo'lib odatdagi sharoitda fosfor,

mishyak, surma va ba'zi metallar bilan bevosita birikadi. Brom birikmalaridan kumush bromid fotoplyonkalar tayyorlashda va kimyo laboratoriyalarida ishlatiladi.

**Vodorod bromid** - o'tkir hidga ega bo'lgan, havoda o'z-o'zidan tutaydigan gaz. Vodorod bromid 200-300°C da platinadan tayyorlangan katalizator ishtirokida vodorodga brom ta'sir ettirib olinadi:



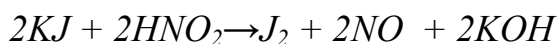
Vodorod bromid  $PBr_3$  ni gidroliz qilib ham olinadi:



Vodorod bromid organik moddalarni bromlashda ham qo'shimcha mahsulot sifatida hosil qilinadi. Vodorod bromidning suvdagi eritmasi kuchli kislota. Vodorod bromid etanolda ham yaxshi eriydi. Vodorod bromid eritmasi metallar, metall oksidlari va gidroksidlari bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi. Bromid kislota tuzlari metall bromidlar suvda yaxshi eriydigan moddalardir.

**Yod** birikmalari juda oz miqdorda dengiz suvlarida uchraydi. Dengizda o'sadigan laminariya yod birikmalarini o'zida to'playdi. Yod o'simlik va hayvon organizmi uchun zarur elementdir. Organizmda yod yetishmay qolganda endemik buqoq kasalligi kelib chiqadi. Toza yod qoramtir binafsha tusli, metal kabi yaltiraydigan rombik kristall modda. Yod bug'lari zaharli, yod suvda kam eriydi. Yodning radioaktiv izotopi tibbiyotda rak va qalqon bezi, arterioskleroz kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

**Vodorod yodid** - rangsiz bo'g'uvchi gaz, havoda o'z-o'zidan kuchli tutaydi. Vodorod yodid yuqori haroratda katalizator ishtirokida vodorodga yod ta'sir ettirib yoki  $PJ_3$  ni gidroliz qilib olinadi. Vodorod yodid suvda yaxshi eriydi. Suvdagi eritmasi kuchli kislota, yorug'lik ta'sirida o'z-o'zidan yod hosil qilib parchalanadi. Vodorod yodidning tuzlari - metall yodidlar kuchli qaytaruvchi xossaga ega:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining yodidlari suvda yaxshi eriydigan, qizdirilganda va yorug'lik ta'sirida oson parchalanadigan moddalardir. Galogenlarning vodorodli birikmalarini termik barqarorligi va hosil bo'lish issiqliklari HF dan HJ ga o'tgan sari kamayib boradi. Bunga sabab galogenlarning atom radiuslari ortib, vodorod bilan hosil qilgan kimyoviy bog'lari susayadi.

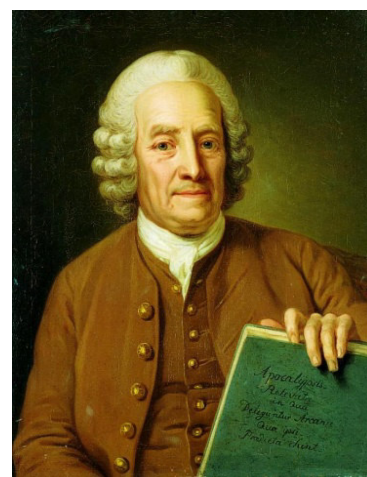
### **Kislorod guruhchasi elementlari**

Davriy sistemaning o'n oltinchi guruh asosiy guruhcha elementlariga kislorod O, oltingugurt S, selen Se, tellur Te va poloniy Po kiradi. Bu elementlar atomlarining tashqi elektron qavatlarida  $ns^2 np^4$  elektronlar mavjud. Shuning uchun (kisloroddan boshqa) bu elementlar valentliklari -2 dan + 6 gacha o'zgaradi.

Kislorod atomining tashqi elektron qavatida oltita elektroni bo'lishiga qaramasdan, u har doim boshqa atomlardan ikkita elektron qabul qilib, oksidlanish darajasi manfiy ikkiga teng bo'ladi. Chunki kislorod atomining ionlanish potentsiali katta qiymatga ega bo'lgani uchun atomda elektronlar juda mustahkam joylashgan. Shuning uchun kislorod atomidan elektron tortib oladigan element faqat fluor atomidir.

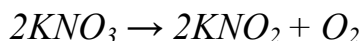
S, Se, Te, Po elementlari esa Kossel nazariyasiga asosan o'z tashqi elektron qavatlaridagi elektronlar sonini sakkizga etkazish uchun boshqa elementlardan ikkita elektron qabul qilib manfiy 2 zaryadlanadi. Bundan tashqari bu elementlar tashqi qavatda joylashgan oltita elektronini yo'qotib musbat 6 zaryadgacha ega bo'ladi. Oltinchi guruh asosiy guruhcha elementlarining metalmaslik xossalari, guruh bo'yicha yuqoridan pastga qarab kamayib boradi. Shuning uchun kislorod va oltingugurt kuchli metallmaslik xossasini, selen va tellur esa metall va metallmaslik xossalarini, poloniy esa kuchli metallik xossasini namoyon qiladi.

Kislorod atomi  $1s^2 \cdot 2s^2 \cdot 2p^4$  elektron formulaga ega. Kislorod tabiatda erkin va kimyoviy birikma holida uchraydi. Uning  $^{14}\text{O}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{19}\text{O}$  kabi izotoplari ma'lum. Kislorod erkin holda havoning tarkibida 20,9 % uchraydi. Kimyoviy birikma holida



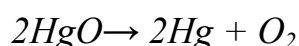
suv va yer qobig'idagi ko'pgina moddalar tarkibida mavjuddir.

**Olinishi.** Kislorodni birinchi bo'lib bir-birlariga bog'liq bo'lmagan holda Sheele va Pristlilar olishga muvaffaq bo'lganlar. Sheele birinchi marta selitrani termik parchalab kislorod olgan.



**121-rasm. K.Sheele**

Pristli esa simob (II) oksidiga linza yordamida quyosh nuruni yo'naltirib kislorod olishga erishgan.



Kislorod laboratoriyada Bertole tuzini va nitratlarni termik parchalab olinadi. Bundan tashqari laboratoriya sharoitida suvni, ishqorlarni elektroliz qilib ham kislorod olinadi.

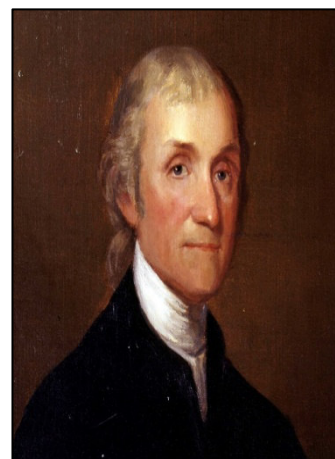
Hozirgi vaqtda texnikada kislorod Linde usulida, suyuq havoni fraksiyalab va suvni elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Suvni elektroliz qilish natijasida katodda vodorod, anodda esa kislorod ajralib chiqadi.

**Xossalari.** Kislorod gaz holatda rangsiz, mazasiz, hidsiz modda. Uning molekulasi ikki atomdan tuzilgan.

Suyuq va qattiq holatda kislorod och havo rang, paramagnit xossasini namoyon qilib, elektr tokini o'tkazadi.

Qattiq holatda kislorod geksogonal kristall tuzilishga ega. Juda tez sovitish natijasida kristall strukturasi o'zgarib, yangi fazaga o'tadi. Molekula holatdagi kislorodda Poling nazariyasiga asosan, ikkita elektron jufti hisobiga vujudga kelgan ikkilamchi bog'lanishga ega bo'lmasdan, ikkita uch elektronli bog'lanishi bilan o'ralgan bitta oddiy bog'lanish mavjuddir. Shu nuqtai nazardan  $O_2$  molekulasining tuzilishini quyidagicha ifodalash mumkin: ***[O---O]***.

Kislorodning o'ziga xos xossalardan biri elementlar bilan birikma hosil qilishda yorug'lik va issiqlik ajralib chiqarishidir. Kislorod oddiy sharoitda passiv modda, lekin qizdirilganda va katalizatorlar ishtirokida deyarli barcha elementlar bilan birika oladi. Elementlarning kislorodli birikmalarini oksidlar deb ataladi.



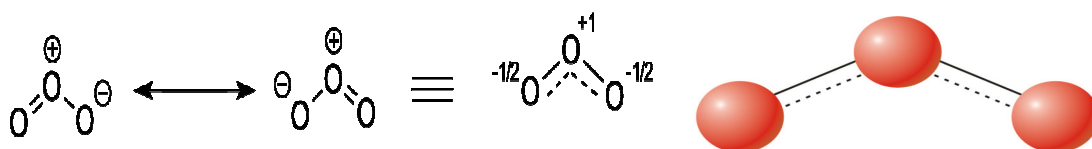
**122-rasm. J.Pristli**

Elementlar kislorodli birikmalarining asosli xossalari Elementlar davriy sistemasida davr bo'yicha chapdan o'ngga qarab susayib, kislotali xossalari ortib boradi. Chunki elementlar bilan kislorod birikishi natijasida kimyoviy bog'lanish tabiati ham o'zgarib boradi. Agar kislorod bilan element orasida ion bog'lanish vujudga kelsa birikmalar asos xossasiga, ion-kovalent bog'lanish vujudga kelsa, birikmalar amfoter xossaga, kovalent bog'lanish vujudga kelsa, birikmalar kislotli xossaga ega bo'ladilar:

- a) asosli oksidlar -  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ;
- b) amfoter oksidlar -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ;
- c) kislotali oksidlar -  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ .

Asosli oksidlar suvda erib **ishqorlar**, kislotali oksidlar suvda erib **kislotalar** hosil qiladi. Amfoter oksidlar suvda yomon, lekin kislota va ishqorlarda yaxshi eriydi. Kislorodning elementlar bilan hosil qilgan boshqa birikmalarini, har qaysi elementning umumiy xossalarini o'rganishda batafsil tushuntirib beriladi.

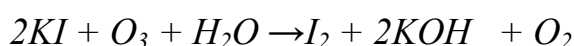
Kislorodning allotropik shakllaridan biri  $\text{O}_3$  ozondir.



### 123-rasm. Ozon molekulasini tuzulishi

Ozon odatdagi sharoitda ko'pgina kimyoviy passiv elementlarni oksidlay oladi:

Ozonni aniqlash uchun kaliy yodid eritmasidan foydalanish mumkin:



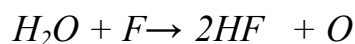
Reaksiya natijasida ajralgan yod eritmadagi kraxmal bilan ko'k rangli kompleks birikma hosil qiladi! Ishqoriy metallar ozon ta'sirida ozonidlar hosil qiladi:



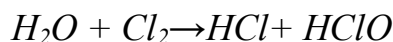
Ozonidlar musbat zaryadlangan metall va manfiy zaryadlangan  $\text{O}_3^-$  ionidan tashkil topgan qizil rangli moddalardir. Ozon kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun

ichimlik suvlarni tozalashda, havoni dezinfeksiya qilish va organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

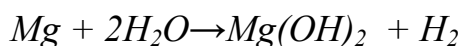
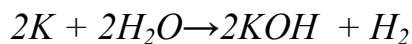
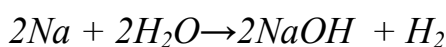
**Suvning kimyoviy xossalari.** Suv molekulari hosil bo'lishida juda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Shuning uchun suv molekulasini issiqqa chidamlidir. Suv gaz holidagi fluor bilan odatdagi sharoitda reaksiyaga kirishadi.



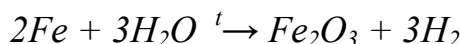
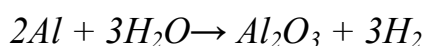
Xlor past haroratda ham suvda eriydi:



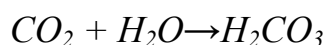
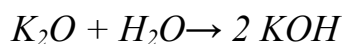
Suv turli sharoitlarda ishqoriy va ishqoriy-er metallar bilan reaksiyaga kirishadi.



Yuqori haroratda suv bug'i boshqa metallar bilan reaksiyaga kirishadi.



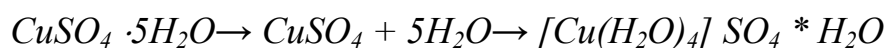
Suv ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Asosli oksidlar bilan birikib ishqorlar, kislotali oksidlar bilan birikib kislotalar hosil qiladi.



Suv ko'pgina tuzlar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida gidroliz jarayon vujudga kelib, kislotalar yoki asoslar hosil bo'ladi. Suv ko'pgina birikmalar bilan reaksiyaga kirishishida ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi.

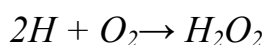


Ko'pgina kimyoviy moddalar o'zlarida bir nechta suv molekularini biriktirgan holda mavjud bo'ladi. Bunday moddalar kristallgidratlar deb ataladi. Kristallgidratlar hosil bo'lishida bir vaqtning o'zida bir necha kimyoviy bog'lanish mavjud bo'ladi. Suv molekulari kimyoviy moddalar bilan donor-akseptor va vodorod bog'lanish natijasida birikadi:



Suvda juda ko'p tuzlar gidrolizlanib kislotalar va asoslar hosil qiladi. Suv qutbli modda bo'lganligi uchun ko'p moddalarni o'zida erita oladi.

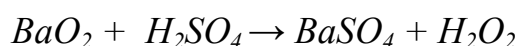
**Vodorod peroksid.** Vodorod peroksid  $H_2O_2$  ni 1818 yilda Tener kashf etgan. Vodorod peroksid atomlar vodorodga molekulyar kislorod ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi.



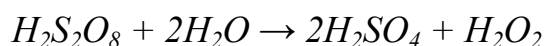
124-rasm. Vodorod peroksid molekulasini tushulishi

Agar bu jarayon sekinlik bilan sovitilsa, hosil bo'lgan  $H_2O_2$  tezda suvga va kislorodga ajralib ketadi. Shuning uchun vodorod yonishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotni tez sovitilib vodorod peroksid hosil qilinadi. Vodorod alangasini muz sirtiga yuborish natijasida hosil bo'lgan suyuqlik tarkibida vodorod peroksid hosil bo'lishini kuzatishimiz mumkin. Bundan tashqari nam kislorodni  $2000^\circ C$  da qizdirish natijasida, nam kislorod bilan vodorod aralashmasidan elektr zaryadi o'tkazilganda, suvga ultrabinafsha nurlari yoki ozon ta'sir ettirilganda ham vodorod peroksid hosil bo'ladi.

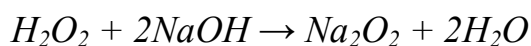
**Olinishi.** Ilgari sanoatda vodorod peroksid, bariy peroksid tuziga kislota ta'sir ettirib olinardi:



Hozirgi vaqtda sanoatda asosan persulfat kislota yoki uning tuzlariga suv ta'sir ettirib olinadi:

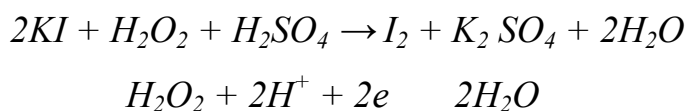


Dissotsialanganda  $H^+$  ionlari hosil qilgani uchun kuchsiz kislota. Shuning uchun  $K_2O_2$ ,  $Na_2O_2$ ,  $BaO_2$  kabi tuzlarni hosil qila oladi:

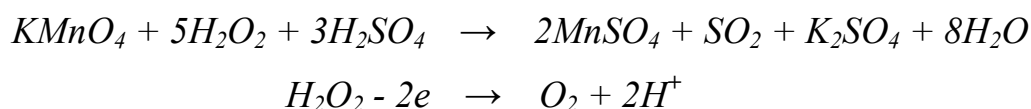


Vodorod peroksid oksidlash va qaytarish xossalariga ega. Quyidagi reaksiya tenglamalari bunga misol bo'la oladi.

Reaksiyada  $H_2O_2$  oksidlovchi sifatida ishtirok etadi:



Reaksiyada  $H_2O_2$  qaytaruvchi sifatida ishtirok etadi.



Lekin vodorod peroksidda oksidlash xossasi uning qaytarish xossasiga qaraganda kuchli namoyon bo'ladi.

Konsentrlangan  $H_2O_2$  eritmasini qog'ozga, qipiq va boshqa moddalarga ta'sir ettirilsa, ular o'z-o'zidan yonib ketadi.

Vodorod peroksid tibbiyotda dezinfeksiya maqsadlarida, to'qimachilik sanoatida, bo'yoq olishda yoqilg'ilarning yonishini kuchaytirishda ishlatiladi.

$HO_3S-O-O-SO_3H$  yoki  $H_2S_2O_8$  peroksisulfat kislota,  $H_2CrO_6$  peroksixromat kislotalar ham shular jumlasiga kiradi. Peroksibirikmalar kuchli oksidlovchi sifatida ishlatiladi.

**Oltinugurt - S.** Oltinugurt atomning tashqi elektron qavatida  $s^2p^4$  elektronlar mavjud. Oltinugurtning tashqi elektron qavatida kislorodga o'xshab oltita elektroni bo'lishiga qaramasdan, xossalari bilan keskin farq qiladi. Buning sababi oltinugurtda 3d -orbitallari mavjudligidir. Shuning uchun oltinugurtning oksidlanish darajasi -2, 0, +2, +4 va +6 bo'la oladi. Oltinugurtning to'rtta tabiiy va ikkita sun'iy hosil qilingan radioaktiv izotoplari ma'lum.

**Tabiatda uchrashi.** Oltinugurt tabiatda erkin holda, sulfidlar:  $FeS_2$ ,  $ZnS$ ,  $PbS$ ,  $HgS$ ,  $CuFeS_2$ ,  $Cu_2S$  holida va sulfatlar  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MgSO_4 \cdot H_2O$ ,  $BaSO_4$ ,  $SnSO_4$  holida uchraydi.

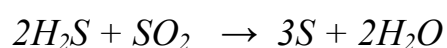
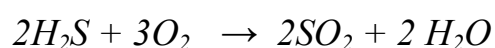
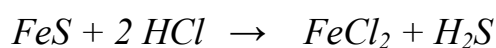
### **Olinishi.**

1. Oltinugurt sanoatda tabiiy manbalardan shaxta usulida qazib olinadi. Agar oltinugurt tog' jinslari bilan aralshgan bo'lsa, joyida suyuqlantirib, ajratib olinadi.

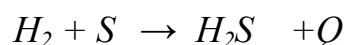


**125-rasm. Oltinugurtni tog`larda tabiiy usulda qazib olinishi**

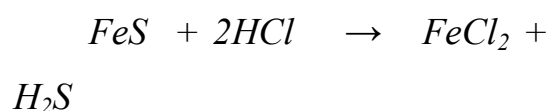
2. Tarkibida kolchedanlar va metall yaltiroqlari bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan konsentrat qaynoq xlorid kislotada ishlanadi. Oltinugurt vodorod sulfid holida ajratib yondiriladi va oltinugurt (IV)-oksid ta'sirida qaytarib, ajratib olinadi:



**Birikmalari.** Oltinugurtning xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladigan birikmalaridan biri vodorod sulfididir. Tabiatda vodorod sulfid mineral suvlari va vulqon gazlari tarkibida uchraydi. Vodorod sulfid yuqori haroratda vodorodga oltinugurt ta'sir ettirib hosil qilinadi:

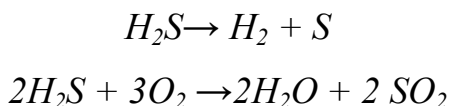


Laboratoriyada vodorod sulfid Kipp apparatida olinadi:

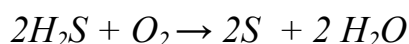


**126-rasm. Kipp apparati**

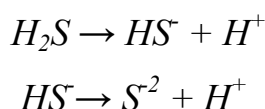
Vodorod sulfid - rangsiz, qo'lansa hidga ega bo'lgan zaharli gaz, molekulasining tuzilishi xuddi suvnikiga o'xshashdir. Vodorod sulfid qattiq qizdirilganda parchalanadi, kislorod ta'sirida yonadi:



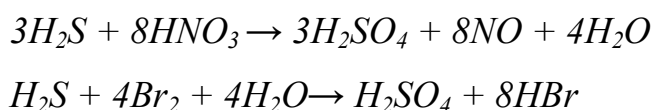
Agar kislorod yetishmasa yoki reaksiya past haroratda olib borilsa oltingugurt erkin holatda ajralib chiqadi:



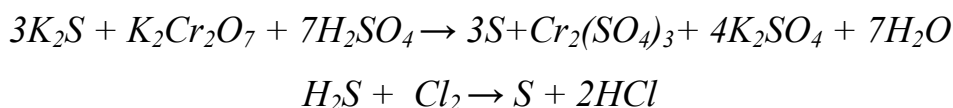
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi ikki negizli kuchsiz kislota xossasiga ega:



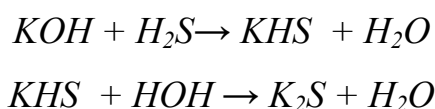
Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchi bo'lganligi uchun oksidlovchilar ta'sirida oksidlanadi:



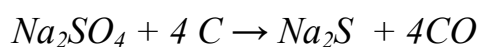
Agar oksidlovchilar oz miqdorda olinsa, vodorod sulfid faqat S<sup>0</sup> gacha oksidlanadi:



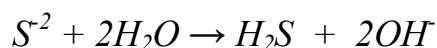
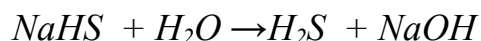
Vodorod sulfid asos va tuzlarning eritmalariga yuborilganda metall sulfidlar hosil bo'ladi. Ishqoriy metallarning sulfidlari suvda eriydigan moddalardir. Kaliy sulfid ikki bosqichda hosil qilinadi:



Natriy sulfid natriy sulfatni ko'mir yordamida qaytarish usuli bilan olinadi.

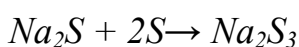


Kaliy va natriy sulfidlarining suvli eritmaları kuchli ishqoriy reaksiya namoyon qiladi:

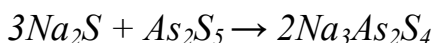


Vodorod sulfid ko'pgina metallar tuzlarining suvdagi eritmalariga yuborilsa, metallar sulfidlar holida tezda cho'kadi. Chunki bu metallarning sulfidlari suvda yomon eriydigan moddalardir. Masalan, HgS, RbS, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, CuS, CdS, ZnS, MnS, NiS va hokazolar bunga misol bo'la oladi.

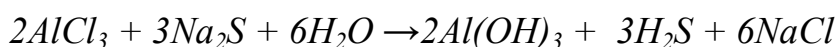
Metallarning suvda eriydigan sulfidlari oltingugurt ta'sirida polisulfidlar hosil qiladi:



Asosli sulfidlar kislotali va amfoter sulfidlar bilan birikib kompleks birikmalar hosil qiladi.

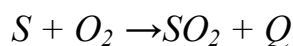


Kuchsiz asoslarning kationlarini sulfidlar holida cho'ktirish mumkin emas, Chunki reaksiya natijasida birgalikda gidroliz jarayoni vujudga keladi.

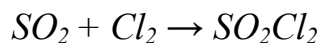
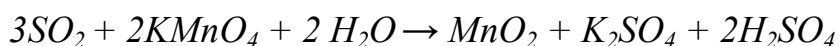
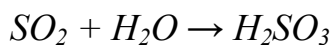


Oltinugurt kislorod bilan asosan SO<sub>2</sub> va SO<sub>3</sub> oksidlarini hosil qiladi.

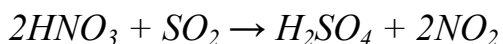
Sulfit anhidrid oltingugurtni havoda yondirish natijasida hosil bo'ladi:



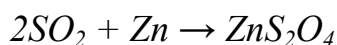
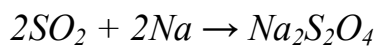
Sulfit anhidrid rangsiz, o'tkir hidli zaharli gaz, suvda yaxshi eriydi, kuchli qaytaruvchidir:



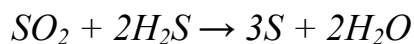
Hatto nitrat kislotani ham qaytaradi:



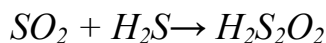
Sulfit anhidrid kuchli qaytaruvchilar ta'sirida oksidlovchi xossasini namoyon qiladi:



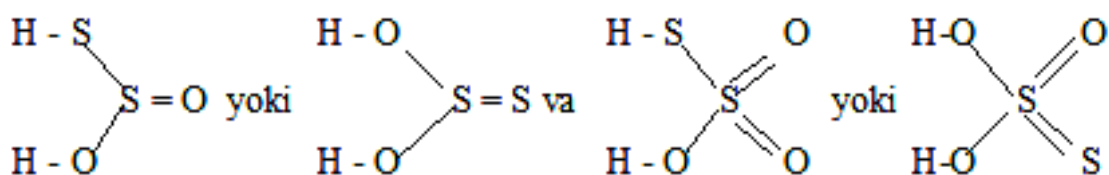
Sulfit angidrid vodorod sulfidni oksidlaydi:



Bu reaksiya suvli eritmada olib borilsa oraliq mahsulot sifatida tiosulfit  $H_2S_2O_2$  va tiosulfat  $H_2S_2O_3$  kislotalar hosil bo'ladi.

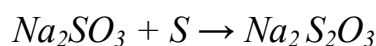


Bu kislotalarning struktura tuzilishlari sulfit va sulfat kislotalarining xosilalari deb qaralishi mumkin:

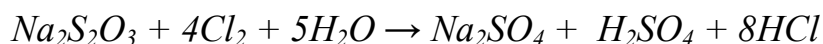


Bu kislotalar juda beqaror bo'lib, faqat eritmalaridagina mavjuddir. Lekin ularning tuzlari barqaror moddalardir. Masalan, natriy tiosulfat tuzi  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  barqaror kristall modda.

Sanoatda natriy tiosulfat tuzi natriy sulfit tuzinig suvli eritmasiga oltingugurt aralashtirib qaynatish yoki ishqoriy muhitda  $SO_2$  ga  $H_2S$  ta'sir ettirib olinadi:



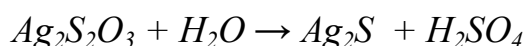
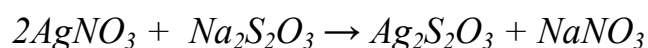
Kimyoviy reaksiyalarda  $Na_2S_2O_3$  faqat kuchli qaytaruvchi hisoblanadi. U holda molekuladagi har ikkala oltingugurt atomi elektron yo'qotib, o'z oksidlanish darajalarini  $S^{+6}$  ga etkazadi:



Tiosulfat kislota tuzlari kuchli kislotalar ta'sirida  $SO_2$  va  $S$  hosil qilib parchalanadi:



Ba'zi hollarda tiosulfat tuzlar parchalanishi natijasida sulfid va sulfat birikmalar hosil bo'ladi:

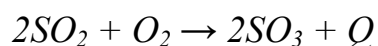
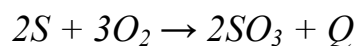


Agar ortiqcha miqdorda natriy tiosulfat olinsa, eriydigan kompleks birikma hosil bo'lishi hisobiga, oltingugurtning oksidlanish darajasi stabil holida qoladi:



Bu reaksiya fotografiyada keng qo'llaniladi.

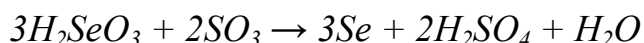
Sulfat anhidrid  $SO_3$  oltingugurtning mo'l kislorod ishtirokida yondirish yoki sulfid anhidridni yondirish natijasida hosil bo'ladi.



### **Selen, tellur va poloniy**

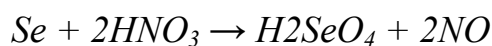
Selen, tellur, poloniyning vodorodli birikmalarining termik barqarorligi Se dan Po ga qadar kamayib boradi. Selen tabiatda, selenidlar holida sulfidlar bilan aralashgan holatda bo'ladi. Tellur tabiatda juda oz miqdorda uchraydi. Tellurning tabiatda eng muhim birikmalari  $Ag_2Te$  tellurid va  $AgAuTe_4$  oltin tellurididir. Poloniy radioaktiv element, asosan uran rudasi tarkibida qisman uchraydi.

Tarkibida selen yoki tellur bo'lgan rudalar boyitiladi. Boyitilgan selen rudasiga konsentrlangan sulfat kislota va natriy aralashmasi bilan ishlov beriladi. Natijada ruda tarkibidagi selen oksidlanadi va selenit kislotaga aylanib eritmaga o'tadi. So'ngra bu eritma orqali sulfid anhidrid o'tkazib qizil tusli erkin selenga qadar qaytarilgach, cho'kmaga tushuriladi:

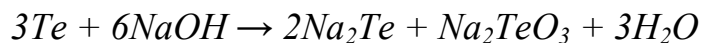


Tarkibida tellur bo'lgan ruda, dastlab mo'l kislorod ta'sirida yondiriladi, natijada tellurning kislota yoki ishqorda eriydigan birikmasi hosil qilinadi. Bu eritmaga sulfid anhidrid yuborilsa, tellur erkin holda cho'kmaga tushadi. Poloniy birikmalarining suvdagi eritmaları kumush, nikel va platinadan tayyorlangan elektrodlar ishtirokida elektroliz qilinib katodda cho'ktiriladi. Keyin vakuumda haydash yo'li bilan toza poloniy ajratib olinadi.

Selenga oddiy sharoitda havo ta'sir etmaydi, tellur es odatdagi sharoitda  $TeO_2$  hosil qilib oksidlanadi. Selen va tellur kuchli oksidlovchi xossaga ega bo'lgan konsentrlangan kislotalarda eriydi:

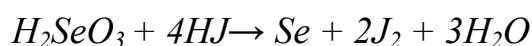


Selen va tellur ishqorlarda eriydi:



Selen va tellur galogenlar bilan birikib galogenidlar, metallar bilan birikib esa selenid va telluridlar hosil qiladi. Selen va tellurning galogenli birikmalari zaharli moddalar. Selen va tellurning  $SeO_2$ ,  $TeO_2$ ,  $SeO_3$  va  $TeO_3$  tarkibli oksidlari ma'lum.

$SeO_2$  oq tusli uchuvchan qattiq modda, gaz holatda simmetrik molekulani tashkil qiladi.  $SeO_2$  suvda oson erib, selenit kislotasini  $H_2SeO_3$  hosil qiladi. Selenit kislota va uning tuzlari kuchli oksidlovchi xossaga ega:



$TeO_2$  oq rangli qattiq modda, ion panjaralar hosil qilib kristallanadi, suvda eriydi, to'yingan eritmasi tellurit kislotasi bo'lib, faqat eritmalardagina mavjud.  $TeO_2$  kuchli asoslarda erib telluritlar, bitelluritlar va politelluritlar hosil qiladi.

$SeO_3$  ni erkin holda ajratib olish qiyin. Chunki  $SeO_3$  kuchli oksidlovchi xossaga ega bo'lgani uchun ko'pgina erituvchilar bilan portlash hosil qilib reaksiyaga kirishadi.  $SeO_3$  gigroskopik, suvda oson erib selenat kislota hosil qiladi. Selenat kislota  $H_2SeO_4$  va uning tuzlari selenitlarga kuchli oksidlovchilar yoki suyuqlantirilgan selenga kaliy nitrat ta'sir ettirib olish mumkin. Toza holdagi selenat kislota rangsiz kristallgidratlar hosil qiladi va xossalari bilan sulfat kislotaga o'xshaydi.

$TeO_3$  tellur (VI) oksid tellurat kislotani suvsizlantirib hosil qilinadi, suvda oz eriydi, kuchli asoslar bilan birikib, tellurat birikmalarini hosil qiladi. Tellurat kislota selenat va sulfat kislotalardan keskin farq qilib, tarkibi  $H_6TeO_6$  formula bilan ifodalanadi. Bu kislota va uning tuzlari tellur yoki  $TeO_2$  ni kuchli oksidlovchilar bilan oksidlab olish mumkin. Selen, tellur va ularning birikmalari yarimo'tkazgichlar tayyorlashda, metallurgiyada, kauchukni vulqonlashda, shisha

ishlab chiqarishda, rezina sanoatida, organik moddarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi.

### **XV guruh metalmaslari**

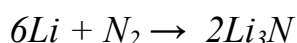
XV guruh elementlariga azot (N), fosfor (P), mishyak (As), surma (Sb) hamda vismut (Bi) elementlari kiradi. Bu element atomlari sirtqi qavatida beshtadan elektron bor:  $s^2p^3$ . Elementlar tartib raqamining ortib borishi bilan elektronga moyilligi kamayib boradi. Ya'ni azotdan vismutga o'tgan sari metallik xossa ortib, metallmaslik kamayadi.

Azot guruhchasi elementlarining elektron biriktirib olish xususiyati XVI va XVII guruhlardagi tegishli elementlarnikidan ancha kuchsizdir. Elektromanfiyligi nisbatan kuchsiz bo'lganligi tufayli ularning vodorod bilan bog'lanishi kamroq qutblangan. Shuning uchun azot guruhidagi elementlarning vodorodli birikmalari suvdagi eritmalarida vodorod ionlarini ajratmaydi.

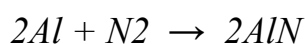
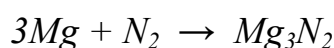
**Azot.** Azot tabiatda erkin holda va birikma holida uchraydi, kimyoviy belgisi N. Og'irlik jihatdan havoning 75,5% ni azot tashlik etadi. Azotning noorganik birikmalari Chilida natriyli selitra  $\text{NaNO}_3$  holida uchraydi. Tuproqda ham azot birikmalari bo'ladi.

**Azotning xossalari.** Azot rangsiz, hidsiz, ta'msiz gaz bo'lib suzda juda oz eriydi. Bir hajm suvda  $20^\circ\text{C}$  da 0,0154 hajm azot eriydi. Azot havodan bir oz yengil. Azot  $-219,86^\circ\text{C}$  da suyuqlanib,  $-195,8^\circ\text{C}$  da qaynaydi.

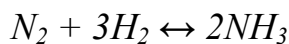
Azot molekulasini ikki atomdan iborat bo'lib, bu atomlar o'zaro juda pishiq uchta umumiy elektron juft hosil qilib bog'langan. Shuning uchun oddiy sharoitda azot litiydan tashqari boshqa moddalar bilan reaksiyaga kirishmaydi:



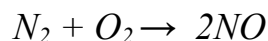
Yuqori haroratda azotning faolligi ortib, metallar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Azotning metallar bilan hosil qilgan birikmalari nitridlar deyiladi:



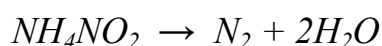
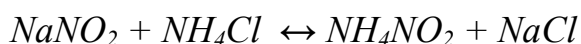
Azot katalizator ishtirokida yuqori bosim va yuqori haroratda vodorod bilan birikadi.



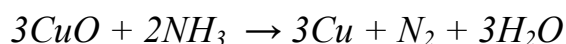
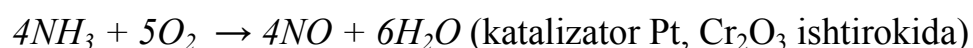
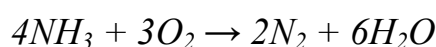
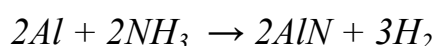
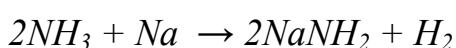
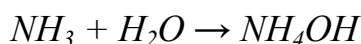
U elektr yoyi haroratida kislorod bilan birikadi:



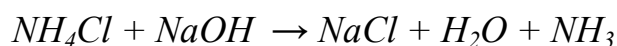
Azot sanoatda havodan, laboratoriyada esa natriy nitritning to'yingan eritmasiga ammoniy xlorid ta'sir ettirib olinadi:



**Azotning vodorodli birikmalari.** Azot vodorod bilan birikib, ammiak  $NH_3$ , gidrazin  $N_2H_4$  va azid kislota  $H_3N$  hosil qiladi. Bu birikmalar ichida eng ahamiyatlisi ammiakdir. Ammiak o'ziga xos o'tkir hidli rangsiz gaz. Havodan 1,7 marta yengil. Ammiak suvda yaxshi eriydi. 1 litr suvda normal sharoitda 1150 litr ammiak eriydi. Ammikning suvdagi eritmasi novshadil spirti  $NH_4OH$  deyiladi. Ammiak odatdagi bosimda,  $-33,4^\circ C$  da suyuq holga o'tadi,  $-77,7^\circ C$  da qotadi. Ammiak birikish, o'rin olish va oksidlanish reaksiyalariga kirishadi:

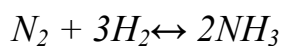


Laboratoriya sharoitida ammiak ammoniy tuziga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



Toshko'mir tarkibida 2,5% azot bo'lib, uning 25% i quruq haydashda ammiak holida ajralib chiqadi, toshko'mirdan chiqqan gaz suvda eritilganda ammoniy gidroksid hosil bo'ladi. Bunni qizdirish y'oli bilan ammiak olish mumkin. Bir

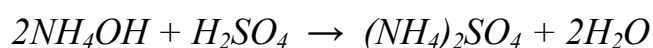
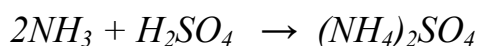
tonna ko`mirdan 2-3 kg ammiak olinadi. Keyinchalik azot va vodorodni biriktirib, ammiak olish usuli ishlab chiqilgan:



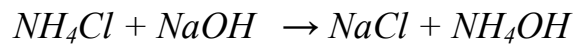
135-rasm. Ammiak ishlab chiqarish sanoati

**Ammiakning ishlatilishi.** Ammiak nitrat kislota ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Uning ammoniy tuzlari; ammoniy nitrat, ammoniy sulfat, ammoniy fosfat qishloq xo`jaligida o`g`it sifatida ishlatiladi. Ammiak dorodarmon tayyorlashda, har - xil bo`yoqlar, portlovchi moddalar olishda ham muhim ahamiyatga ega. Ammiak oson suyuqlikka aylanishi va keyin bug`langanda issiqlik yutilishi tufayli sovutish texnikasida qo`llaniladi.

Ammoniy tuzlari ammoniy gidroksidga yoki ammiakka kislotalar ta'sir ettirib olinadi:

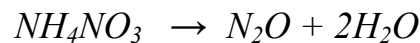
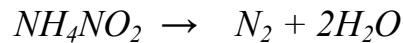
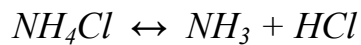


Ammoniy tuzlari suvda yaxshi eriydigan va yaxshi dissotsiyalanadigan rangsiz kristall moddalardir. Ammoniy tuzlari boshqa tuzlar singari ishqorlar, kislotalar va tuzlar bilan o`zaro reaksiyaga kirishadi:

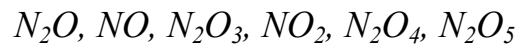


Ammoniy gidroksid begarormodda bo`lib, darhol  $NH_3$  bilan  $H_2O$  ga parchalanad.

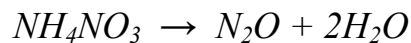
Ammoniy tuzlari qattiq qizdirilsa, termik dissotsiyalanadi:



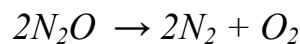
**Azot oksidlari.** Azot elektromanfiyligi jihatdan faqat fluor bilan kisloroddan keyinda turishi ma'lum. Uning oksid va oksianionlaridagi oksidlanish darajasi +1 dan +5 ga boradi. Azotning oltita oksidi ma'lum bo`lib, bular quyidagilardir:



**Azot (I) oksid.**  $N_2O$  toza va quruq ammoniy nitratni qizdirib olinadi.

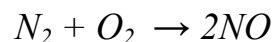


Harorat  $300^\circ C$  dan oshsa, reaksiya portlash bilan boradi.  $N_2O$  – rangsiz, xushbo'y hidli va shirin ta'mli gaz.  $-102,3^\circ C$  da suyuqlanib,  $-88,49^\circ C$  da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi lekin suv bilan reaksiyaga kirishmaydi.  $N_2O$  da ko'mir, fosfor, oltinugurt kabi moddalar yonadi. Chunki azot (I) oksidi qizdirilsa, azot va kislorodga ajraladi:

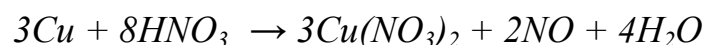


$N_2O$  (kuldiruvchi gaz) bilan nafas olgan kishi og'riq sezmaydi. Shuning uchun uning kislorod bilan aralashmasi yengil operatsiyalarda narkoz sifatida ishlatiladi.

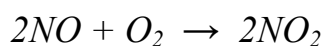
**Azot (II) oksid NO.** Azot bilan kislorod odatdagi sharoitda o'zaro reaksiyaga kirishmaydi, ammo juda yuqori haroratda havodan elektr uchqunlari o'tkazilganda birikib, NO hosil qiladi:



NO sanoatda ammiakni oksidlab olinadi. Laboratoriyada esa misni suyultirilgan nitrat kislota bilan eritib olinadi:



NO rangsiz va hidsiz gaz bo`lib havoda kislorod bilan tezda birikib, azot (IV) oksid hosil qiladi:

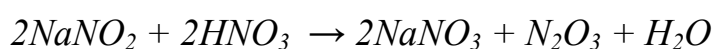


Shuning uchun ham NO doimo suv tagida yig'iladi, yonib turgan cho'p, oltinugurt NO da o'chadi, ammo fosfor, ko'mir kabi moddalar NO ning kislorodini olib yonishda davom etadi.

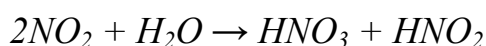
**Azot (III) oksid.**  $N_2O_3$  - to'q havorang suyuqlik. Azot (III) oksid bilan azot (IV) oksidning ekvivalent miqdordagi aralashmasi sovutilsa,  $N_2O_3$  hosil bo'ladi:



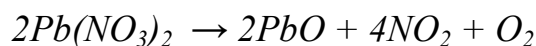
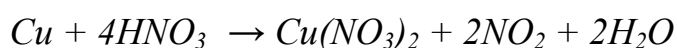
$N_2O_3$  ni natriy nitritga nitrat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin:



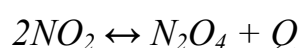
**Azot (IV) oksid.**  $NO_2$  nihoyatda zaharli, bo'g'uvchi hidli, qizil-qo'ng'ir gaz. Suvda yaxshi eriydi. U kislotali oksid sifatida suv bilan o'zaro birikib, ikki xil kislota hosil qiladi:



Laboratoriya sharoitida  $NO_2$  misga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirib yoki qattiq  $Pb(NO_3)_2$  ni qizdirish yo'li bilan olinadi:



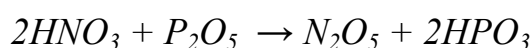
Azot (IV) oksid polimerlanib azot qo'sh oksid hosil qiladi:



**Azot (V) oksid.**  $N_2O_5$  – qattiq, rangsiz kristallardan iborat modda. Azot (V) oksid suvda erib, nitrat kislota hosil qiladi. Shuning uchun bu oksidni nitrat anhidrid deb ataladi:

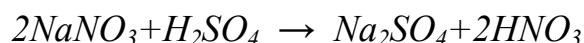


Nitrat kislotaga fosfor (V) oksid ta'sir ettirib,  $N_2O_5$  olinadi:

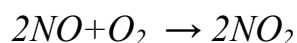
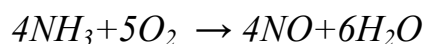


**Nitrat kislota.**  $HNO_3$  - kuchli kislota bo'lib, och sariq tusli, bug'lanadigan suyuqlik. U  $84^\circ C$  da qaynab,  $-42^\circ C$  da qattiq holatga o'tadi. Konsentrlangan nitrat kislota 63 % li bo'lib, sanoat miqyosida 96% li ( $\delta=1,45 \text{ g/sm}^3$ ) nitrat kislota eritmasi ham uchraydi.

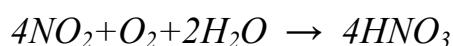
**Labaratoriyada olinishi.** Nitrat kislotaning tuzlariga yuqori konsentratsiyali kislota ta'sir ettirib olinadi:



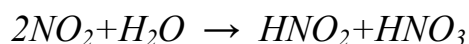
**Sanoatda olinishi.** Sanoat miqyosida nitrat kislota olish uchun asosiy xomashyo ammiak va havo hisoblanadi:



Oksidlanish jarayoni 900°C da Pt yoki Rh katalizatori ishtirokida olib boriladi. Boshqacha usulda azot va kisloroddan azot (II) oksidi, so'ngra uni NO<sub>2</sub> gacha oksidlanishi ham mumkin. Hosil bo'lgan azot (IV) oksidi kislorod ishtirokida suvda eritiladi:



Agar azot(IV) oksidi suvda eritilsa, nitrit va nitrat kislota aralashmasi hosil bo'ladi:



Nitrit kislotasi ajratilib undan azotning oksidlari va boshqa mahsulotlar olinishi mumkin. Nitrat kislota yorug'lik va harorat ta'sirida parchalanadi:

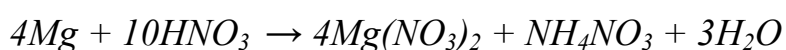
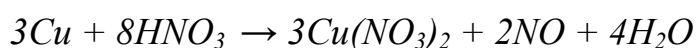


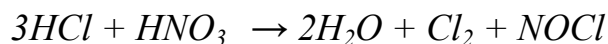
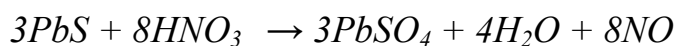
Bu kislota suv bilan har qanday nisbatda aralashadi.

Konsentrlangan nitrat kislota qaytarilish mahsuloti har xil bo'lishi mumkin. Unga Fe, Al, Cr, Au va Pt ta'sir etmaydi. Cu, Ag, va Ag ni eritib, o'zi NO<sub>2</sub> ga qadar qaytariladi. Sn, As, P, B kislotalarigacha oksidlanadi:

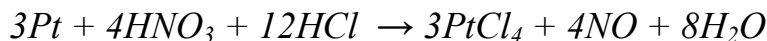


Suyultirilgan nitrat kislotaning oksidlovchilik xossasi juda kuchli, o'zi esa NO, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> va boshqa mahsulotlargacha qaytariladi:



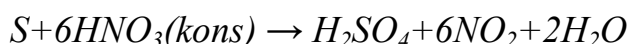


Platina ham zar suvida ( $3HCl + HNO_3$ ) eriydi:



Eng muhimi nitrat kislotaning metallar bilan reaksiyasida vodorod ajralmaydi.

Agar nitrat kislotaga metallmaslar ta'sir ettirilsa metallmaslar kislotalargacha oksidlanadi:



Suyultirilgan nitrat kislota fosforni ortofosfat kislotagacha oksidlaydi:



Uglerod nitrat kislota ta'sirida  $CO_2$  gacha oksidlanadi:

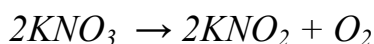


Nitrat kislota tuzlari suvda yaxshi eriydigan oq qattiq moddalar. Ular selitralar deyiladi.  $NaNO_3$  natriyli selitra,  $KNO_3$  kaliyli,  $Ca(NO_3)_2$  kalsiyli,  $NH_4NO_3$  ammoniyli selitradir. Kaliy nitratga olitingugurt va uglerod qo'shilsa, qora porox hosil bo'ladi. Qora poroxning portlash reaksiyasi:

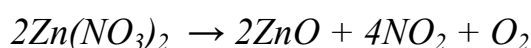


Bu reaksiyada ko'p miqdorda issiqlik chiqadi, shuning uchun portlash sodir bo'ladi.

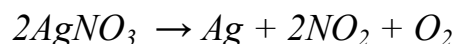
Eng aktiv metallarning (magniydan chapda turgan) nitratlari parchalansa nitritlar va kislorod hosil bo'ladi:



Agar metallning aktivligi kamroq va metall Mg va Cu orasida joylashgan bo'lsa bu metallarning nitratlari parchalanishida metall oksidi,  $NO_2$  va kislorod hosil bo'ladi.



Agar metallar aktivligi kam bo'lsa, nitratlarning parchalanishida metallning o'zi,  $\text{NO}_2$  va kislorod hosil qiladi:



**Ishlatilishi.** Nitrat kislota nitratlar, mineral og'itlar, selitralar olish uchun xom ashyo sifatida ishlatiladi. Anorganik va organik nitritlar qon tomirini kengaytirish uchun ishlatiladi. Ularga natriy nitrit, etilnitrit, nitrigliserin kiradi. Natriy nitrit boshqa birikmalar bilan aralashma holatida nafas olish yo'llarining mushaklarini kengaytirishda qo'llaniladi.

Ammoniy xlorid tuzi eritmasidan peshob haydovchi va balg'am ko'chiruvchi omil sifatida foydalaniladi. Ba'zan nitrat kislotadan so'gallarni kuydiruvchi vosita sifatida ham foydalaniladi.

**Azotli o'g'itlar.** O'g'itlar sifatida kalsiy nitrat –  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ishlatiladi. Ohakni nitrat kislota bilan neytrallash natijasida olinadi.

Natriy nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) Chili selitrasi deyiladi. Tabiiy holda faqat Chilining Atakama saxrosida juda katta zahira holda uchraydi.



**136-rasm. Chili davlatidagi Atakama saxrosi**

Kaliyli selitra ( $\text{KNO}_3$ ) Hind selitrasi deyiladi. Sun'iy ravishda kaliy xlorid va natriy nitrat ta'sirida olinadi:



## Fosfor va uning birikmalari

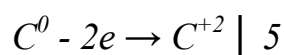
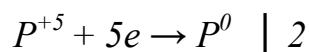
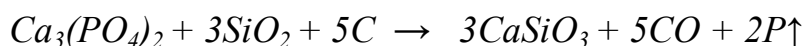
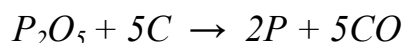
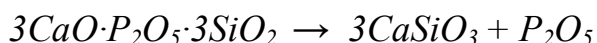
**Fosfor.** Fosfor keng tarqalgan element, Yer sharini 0,04% ni tashkil qiladi. Oson oksidlangani uchun tabiatda erkin holda uchramaydi.

Tabiatda apatit minerali  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$  yoki  $CaCl_2$  va fosforitlar  $Ca_3(PO_4)_2$  va har xil qo'shimchalar bo'ladi.  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCl_2$ - xlorli apatit.

Fosforitlar va apatitlar fosforli mineral o'g'itlar olishda o'g'it sifatida ishlatiladi. Apatitlarning katta miqdorda Rossiyaning Kola yarim orolida, Uralda, Markaziy Osiyoda Qora tog'da bor. Fosfor tirik organizm uchun kerakli element: qon, miya, nerv sistemasi to'qimalarida bo'ladi. Ko'p miqdorda fosfor  $Ca_3(PO_4)_2$  holida hayvonlar suyagida bo'ladi. Suyak yoqilsa uning tarkibidagi hamma organik moddalar yonadi, qolgan modda  $Ca_3(PO_4)_2$  bo'ladi. Odam organizmida fosforning umumiy miqdori 4,0 % ga boradi.

Birinchi marta erkin fosfor 1669 - yilda alkimyogar Brand tomonidan olingan. Fosfor faqat bitta izotopga ega bo'lgan element;  $^{31}P$ . Uning sun'iy izotoplari olingan.

**Olinishi.** Hozirgi paytda kalsiy fosfatdan olinadi. Buning uchun kalsiy fosfat qum, ko'mir bilan havo kirmaydigan joyda elektr pechlarida qizdiriladi. Ketayotgan jarayonni tasavvur qilish uchun kalsiy fosfatdan fosforga o'tiladi:



Ajralib chiqayotgan fosfor bug'lari suv bilan ushlanadi.

**Fizik xossalari:** Fosfor elektronlar soniga ko'ra azotning analogi hisoblaniladi.



Lekin fosfor 3-davr elementi, 3d orbitallardagi elektronlar valent elektronlar rolini o'ynaydi. Fosfor uchun  $sp^3d^2$ ,  $sp^3d^1$ ,  $sp^3$  gibridlanish mavjud. Fosforni maksimal koordinatsion soni 6 ga teng. O'n bitta allotropik shakl o'zgarishi borligi aniqlangan. Fosfor atomlari ikki atomli  $P_2$ , to'rt atomli  $P_4$  yoki polimer  $P_n$  bo'lishi mumkin.  $P_2$  molekulasida 1000°C dan yuqorida mavjud. Molekuladagi  $P_2$  bog'lanish energiyasi juda katta (450 kJ/mol), uning atomlarining parchalanishi 2000°C sodir bo'ladi.



**137-rasm. Fosfor allotropik shakl o'zgarishlari**

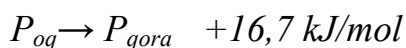
**Oq fosfor.** Suyuq erigan holda, hamda 1000°C dan pastda  $P_4$  molekulari barqaror tetraedr konfiguratsiyasiga ega. Fosfor bug'larini kondensatsiyasida oq fosfor hosil bo'ladi ( $\delta=1,8 \text{ g/sm}^3$ ). Oq fosfor molekulyar kristall panjaraga ega, kristall panjara uchlarida  $P_4$  turadi. Oq fosfor – oq rangli, amorf, juda zaharli (odam uchun o'ldirish dozasi 0,1g) modda, oson suyuqlanadi. Suyuq va qattiq holda ham  $P_4$  holatda bo'ladi. Suyuqlanish harorati 44°C, qaynash harorati 275°C, uchuvchan,  $CS_2$  va boshqa organik erituvchilarda eriydi. Suv ostida saqlansa

sarg'ayib qoladi. Fosforning hidi sarimsoq piyoz hidiga o'xshaydi.  $P_4$  molekulasida bog'lar oson uzilganligi (200 kJ/mol) sababli kimyoviy faol.

Uzoq vaqt saqlansa polimer shakl o'zgarishga o'tadi. Polimer shakl o'zgarishlar ichida eng barqarori qizil va qora fosfor. Oq fosfordan farqli polimer shakl o'zgarishlar zaharli emas.

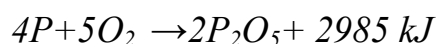
**Qizil fosfor.** Oq fosforni  $400^{\circ}\text{C}$  da qizdirishdan olinadi. Qizil fosfor sovitilsa oq fosforga aylanib qoladi. Qizil fosforni bir qancha shakl o'zgarishlari bor. Ularning tuzilishi hali to'la aniqlanmagan. Ular polimer moddalar, o'zaro piramidal bog'langan. Olinish usuliga qarab qizil fosfor har xil xossaga ega. Masalan, uning zichligi  $2,0-2,4 \text{ g/sm}^3$ , suyuql. Harorati  $585-600^{\circ}\text{C}$  orasida rangi to'q jigardan qizil, binafshaga o'zgaradi. Qizil fosfor eritmaga o'tkazilishi uchun polimer shakl o'zgarishdagi bog'larni uzish kerak. Shuning uchun polimer shakl o'zgarishlar hech qanaqa erituvchilarda erimaydi va yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Shuning uchun fosfor bug'larini kondensatsiya qilganda qizil emas, oq fosfor hosil bo'ladi.

**Qora fosfor.** Tashqi ko'rinishi jihatidan qora fosfor ( $d=2,7\text{g/sm}^3$ ) grafitga o'xshaydi, uni oq fosfordan  $200^{\circ}\text{C}$  va 1200 atm. bosimda olish mumkin.

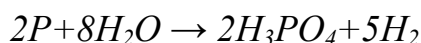


Qora fosfor  $\text{CS}_2$  da erimaydi. Lekin elektr tokini o'tkazadi. Qizil va qora fosfor kimyoviy jihatdan ancha barqaror. Agar oq fosfor havoda o'z-o'zidan  $50^{\circ}\text{C}$  alangalansa, qizil fosfor  $250^{\circ}\text{C}$ , qora fosfor  $400^{\circ}\text{C}$  alangalanadi.

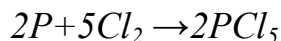
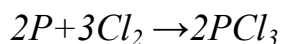
**Kimyoviy xossalari.** Kukun holatdagi oq fosfor odatdagi haroratda yonib ketadi:



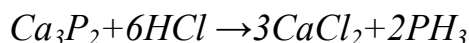
Qora va qizil fosforlarning aktivligi kam. Fosfor  $600^{\circ}\text{C}$  da suv bog'i bilan ta'sirlashib:



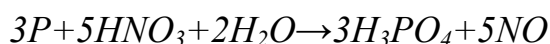
Fosfor xlor bilan odatdagi sharoitdayoq ta'sirlashadi:



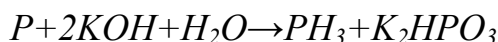
Fosforning vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri ta'sir etmaydi. Fosfin ( $PH_3$ ) fosfidlarning gidrolizi yoki ularga HCl ta'sir ettirib olinadi:



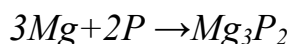
Suyultirilgan  $HNO_3$  ta'sirida fosfor  $H_3PO_4$  gacha oksidlanadi:



Fosforning ishqorlar bilan ta'siridan fosfin va fosfit kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:

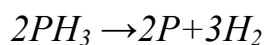


**Fosfidlar.** Yuqori haroratda fosfor metallarni oksidlab, o'zi fosfidgacha qaytariladi. Magniyning fosfor bilan ta'siridan magniy fosfidi hosil bo'ladi:

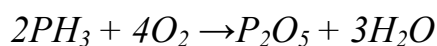


Ular tuzsimon birikmalar, ion-kovalent tuzilishga ega.  $Na_3P$ ,  $K_3P$  va  $Na_3P$  suv va kislotalar ta'siridan oson parchalanadi. *d* -elementlar fosfidlari o'zgaruvchan tarkibli  $MeP$ ,  $Me_2P$ ,  $Me_3P$  tarkibga ega fosfidlar hosil qiladi. Ularda bog'lanish metallsimon tabiatga ega. Bu moddalar kimyoviy jihatdan inert, elektr tokini o'tkazadi yoki yarim o'tkazgichlardir.

**Fosforning vodorodli birikmalari.**  $PH_3$  – fosfin gaz modda. Uning qaynash harorati  $-85^\circ C$ ,  $-133^\circ C$  da suyuqlanadigan, sarimsoq piyoz hidi keladigan gaz. Molekula tuzilishi piramidal, ammiakka o'xshash. Beqaror birikma bo'lib, qizdirilganda parchalanadi:



Yuqori haroratda  $PH_3$  yoni  $P_2O_5$  hosil qiladi:



Kuchli oksidlovchilar ham  $PH_3$  ni ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Fosfinda asos xossalari ammiakdan zaifroq. Lekin kuchli kislotalar bilan fosfoniy ioni hosil qiladi:

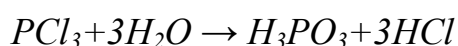


Shunga o'xshash  $PH_4ClO_4$ ,  $PH_4Cl$  birikmalari ham ma'lum.

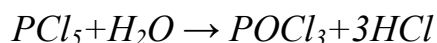
Bundan tashqari difosfin ham olingan. Bu modda rangsiz suyuqlik.  $65^\circ C$  da qaynaydi,  $-99^\circ C$  da kristallanadi. Uzoq vaqt saqlanganda sariq rangli  $P_2H_6$  (qattiq modda) ga aylanib,  $PH_3$  ajratadi.

**Sulfidlari.** Tarkibi  $P_xS_y$  tarkibli ( $x=3,4$  va  $y=3,5,7,10$ ) bo'lgan qator sulfidlar ma'lum. Masalan  $P_4S_3$  (qaynash harorati  $408^\circ C$ , qotish harorati  $174^\circ C$ ) sariq tusli birikma. Bundan tashqari  $P_4S_5$ ,  $P_4S_7$ ,  $P_4S_{10}$  birikmalar ham olingan. Bu sulfidlar gugurt cho'pi tayorlashda ishlatiladi.

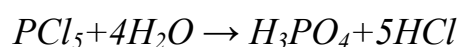
**Fosforning galogenli birikmalari.**  $PCl_3$  – o'tkir hidli rangsiz suyuqlik,  $74,1^\circ C$  da qaynaydi,  $-111,8^\circ C$  da qotadi. Suvda to'liq gidrolizlanib fosfit kislotasi hamda  $HCl$  hosil qiladi:



$PCl_5$  – qattiq modda, trigonal bipiramida tuzilishga ega. Bu birikma ham suv bilan ta'sirlashadi:



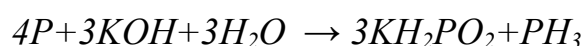
Agar reaksiyada mo'l miqdorda suv ishtirok etganida ortofosfat kislota va  $HCl$  hosil boladi:



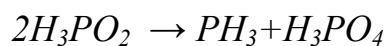
$PF_5$  va  $PF_3$  gaz moddalar.  $PBr_3$  suyuq modda, lekin  $PBr_5$  sariq rangli qattiq birikmalar.  $PCl_3$  va  $PCl_5$  organik sintezda keng ko'lamda ishlatiladi.

## Fosforning oksid va kislotalari

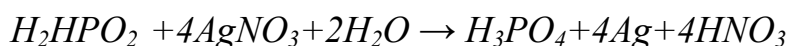
**1 valentli fosfor birikmalari.** Fosforning 1 valentli birikmalari, aslida -1 zaryadga ega qoldiq xosil qiluvchi qatoriga  $H_3PO_2$  ni olish mumkin. Bu birikma gipofosfit kislota -  $H_3PO_2$  yoki  $[PO_2H_2]^-$  deb qarash kerak.  $H_3PO_2$  rangsiz kristall (suyql. harorati  $26,5\text{ }^\circ\text{C}$ ),  $\rho=1,49\text{ g/sm}^3$ , suvda yaxshi eriydi. Ancha kuchli elektrolit va u bir asosli kislota ( $K=7,9\cdot 10^{-2}$ ). Gipofosfit kislota tuzlari ( $KH_2PO_3$ ) kuchli qaytaruvchidir. Agar fosfor ishqorlar ishtirokida qizdirilganda gipofosfit kislotaning tuzlari hosil bo'ladi:



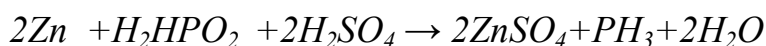
Gipofosfit kislota qizdirilganda disproporsialanish reaksiyasiga uchraydi:



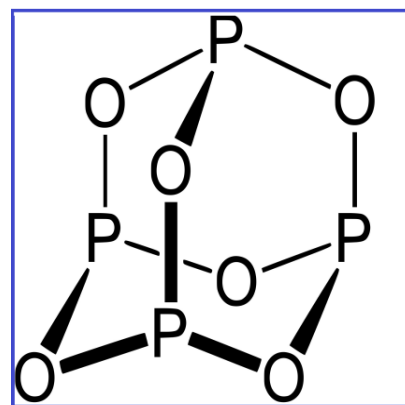
Gipofosfit kislotaga kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirilganda u qaytaruvchi bo'lib oksidlanadi:



Qaytaruvchilar ishtirokida gipofosfit kislota oksidlovchi vazifasini bajaradi:

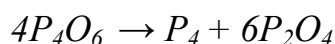


**3 valentli fosfor birikmalari.** Fosfit anhidrid ( $P_2O_3$ ) oq kristall modda, zichligid=2,13, suyuqlanish harorati  $23,8^\circ\text{C}$ , qaynash harorati  $173^\circ\text{C}$ .  $P_2O_3$  zaharli modda hisoblanadi.  $P_2O_3$  uchuvchan modda. Uning molyar massasi  $P_4O_6$  to'g'ri keladigan molekular kristal panjara hosil qiladi. O-P-O burchaklari  $90^\circ$ , har bir fosfor kislorod atomlari orqali bog'langan.

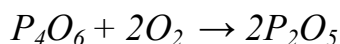


138-rasm.  $P_4O_6$  tuzilishi

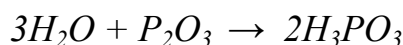
$200^\circ\text{C}$  yuqorida termik parchalanadi:



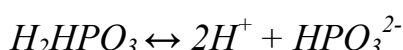
$P_2O_3$  qaytaruvchi modda. U  $O_2$ ,  $S$ ,  $Cl_2$ ,  $MnO_2$ ,  $PbO_2$ ,  $Na_2O_2$  va boshqa oksidlovchilar bilan oson oksidlanadi:



Suvda eriganida fosfit kislotasini hosil qiladi. Fosfit kislota  $H_3PO_3$  suvda yaxshi eriydigan kristall modda ( $\rho=1,65$ ; suyuqlanish harorati  $73,6^\circ C$ ):

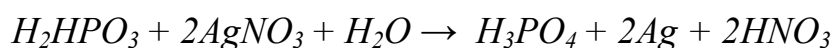


O'rtacha kuchli elektrolit hisoblanadi:

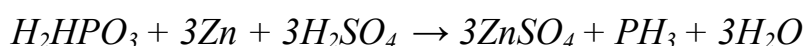


Fosfit kislotaning ( $K_1=1,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2=6,3 \cdot 10^{-7}$ ) ikki xil tuzlari bor. Bitta vodorodi metallga almashgan  $NaHHPO_3$ , ikkita vodorodi metallga almashgan  $Na_2HPO_3$ . Fosfit kislotaning uchta vodorodi metallga almashgan tuzi ma'lummas.

Fosfit kislota ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi xossaga ega. Kuchli oksidlovchilar kislorod, galogenlar, metallning ionlari, nodir metall ionlari fosfit kislotani ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:

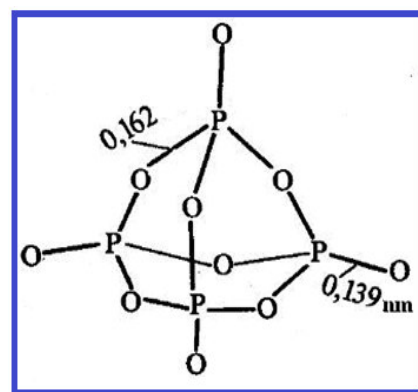


Kuchli qaytaruvchilar ishqoriy yer metallari, rux va magniy ta'sirida, fosfit kislota fosfingacha qaytariladi:



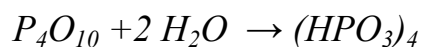
**5 valentli fosfor birikmalari.** Fosfat anhidrid ( $P_2O_5$ ) oq kristall modda. U oson bug'lanadi (bug'lanish harorati  $359^\circ C$ ), va  $P_4O_{10}$  tarkibli molekular kristall panjara hosil qiladi.

P – O - bog'larining uzunligi 0,162 nm bo'lsa, P=O bog'lari qisqaroq va 0,139 nm ga teng (139-rasm). Bundan tashqari polimer shakl o'zgarishli  $P_2O_5$  ham ma'lum. U ancha yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuqlanish harorati taxminan  $580^\circ C$ ) va kimyoviy



139-rasm.  $P_4O_{10}$  tuzilishi

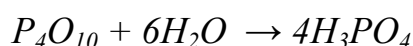
faolligi kamroq.  $P_2O_5$  suv bilan shiddatli ta'sir etib fosfat kislotaga hosil qiladi. Shuning uchun undan gazlarni quritishda foydalaniladi. Agar fosfor(V) oksid sovuq suv bilan ta'sir etsa metafosfat kislotaga hosil qiladi:



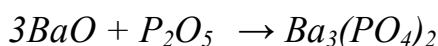
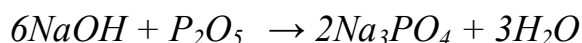
$P_2O_5$  ning issiq suv bilan ta'sirida pirofosfat kislotaga hosil bo'ladi:



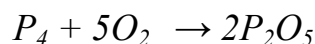
Agar  $P_2O_5$  qaynoq kislotaga bilan ta'sirlashsa ortofosfat kislotaga aylanadi:



$P_2O_5$  - asoslar va asosli oksidlar bilan fosfat kislotaga tuzlarini hosil qiladi:



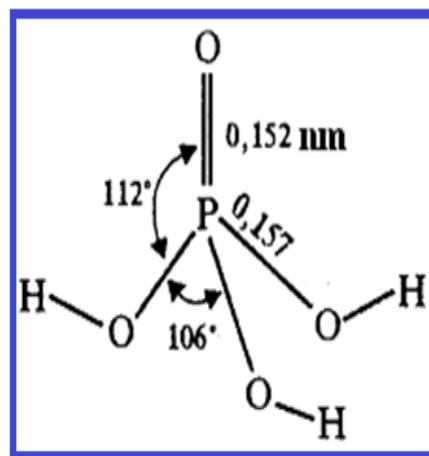
$P_2O_5$  - fosforini havoda to'la yonishi natijasida hosil bo'ladi:



Orto-, meta-, pirofosfat kislotalarning bir-biriga o'tish sxemasi:



$H_3PO_4$  – kam miqdorda suv bilan aralastirilganda siropsimon suyuqlik hosil bo'ladi. Meta-, piro-, ortofosfat kislotalarning anionlarini farqlash uchun  $AgNO_3$  bilan reaksiyasidan foydalaniladi. Metafosfat kislotasi  $Ag^+$  bilan oq cho'kma hosil qiladi. Metafosfat kislotasi  $(HPO_3)_x$   $x=2,3,6 \dots$  turdagi polimer moddalardir. Orto- va pirofosfat kislotasidan farq qilib metafosfat kislotaga oqsil moddalarini cho'ktiradi, bu uing polimer xarakterini ko'rsatadi. Pirofosfat kislotasi anioni oq cho'kma  $Ag_4P_2O_7$  ni

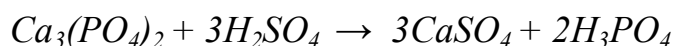


140-rasm.  $H_3PO_4$  tuzilishi

hosil qiladi. Lekin u tuxum oqsilini cho'ktira olmaydi. Ortofosfat kislota  $H_3PO_4$   $AgNO_3$  bilan sariq cho'kma hosil qiladi.

Ortofosfat kislota o'rtacha kuchli elektrolit ( $K_1=7,52 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2=6,31 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_3=1,26 \cdot 10^{-12}$ ) hosil qiladi. Uning turli tuzlari ma'lum:  $NaH_2PO_4$ ;  $Na_2HPO_4$ ;  $Na_3PO_4$ . Ortofosfat kislotaning molekulasining tuzilishi (72- rasm) ko'rsatilgan. Markaziy atom fosfor  $sp^3$  gibridlangan. P-O bog'ining uzunligi 0,157 nm, P=O bog'i bo'lsa 0,152 nm ga teng, O-P-O valent burchaklar  $106^\circ C$  ni tashkil etadi.

Texnikada ortofosfat kislota kalsiy fosfatni sulfat kislota bilan parchalash orqali olinadi. Bunda 85% li siropsimon fosfat kislota hosil bo'lib:



Bu usul ekstraksiyon usul deyiladi. Hosil bo'lgan kislota  $CaSO_4$  dan suvda eritib ajratiladi. Filtrlash orqali erimaydigan tuz ushlab qolinadi.

Termik fosfat kislota olish uchun kalsiy fosfatdan avval fosfor, so'ngra fosfor(V) oksid undan esa  $H_3PO_4$  olinadi.

Laboratoriyada  $H_3PO_4$  fosforni 30% li nitrat kislota bilan oksidlaganda hosil bo'ladi:



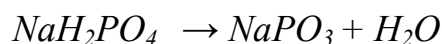
Metafosfat kislota  $(HPO_3)_n$  polimer tuzilishga ega. Bu kislota shishasimon moddadir. Eritmada polimerlar holatida mavjud. Ular zaharli birikmalarga kiradi. Uning tuzlari  $Na_3P_3O_9$ ,  $Na_4P_4O_{12}$ ,  $Ca_3(P_3O_9)_2$  ma'lum.

Pirofosfat kislota (yoki difosfat kislota) ortofosfat kislotani  $260^\circ C$  gacha qizdirishda hosil bo'ladi:

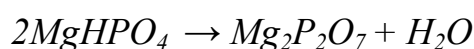


Bu kislota tashqi ko'rinishidan yumshoq shishasimon modda bo'lib suvda oson eriydi. Kislotaning o'rta va nordon tuzlari ma'lum. Bunday tuzlarga  $Na_4P_2O_7$ ,  $NaH_3P_2O_7$ ,  $Na_2H_2P_2O_7$ ,  $Na_3HP_2O_7$  kiradi. Tuzlar suvda yaxshi eriydi va kislotali tabiatga ega.

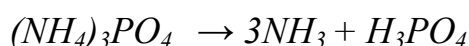
Barcha ortofosfat kislotasining tuzlari tarkibida natriy, kaliy va ishqoriy metallar va ammoniy ionlari bo'lsa ular suvda eriydi. Bu tuzlarning tarkibida boshqa metallar ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  va boshqalar) bo'lsa, ular suvda yomon eriydi. Ortofosfatlarning o'ziga xos tarafi tuzlarining qizdirishga munosabatidir. Bunda digidroortofosfatlar qizdirilganda metafosfatlarga o'tadi:



Gidrofosfatlar qizdirilganda esa difosfatlarga yoki pirofosfatlarga aylanadi:



O'rta tuzlar yoki ortofosfatlar qizdirilganda ammiak va kislotaga parchalanadi:



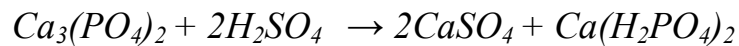
Kimyoviy toza ortofosfat kislota tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, sun'iy achitqilar (xamirturush) va salqin ichimliklar tayyorlashda ishlatiladi. Ortofosfat kislotasining tuzlari qattiq suvlarni tozalashda keng qo'llaniladi.

**O'g'itlar ishlab chiqarish.** Fosfat kislota tuzlari qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega. Fosfor oqsil moddalarning tarkibiga kiradi. O'simliklar fosforni tuproqdan, fosfat kislota tuzi holida oladi. Lekin uning miqdori tuproqda kam bo'ladi. Yerning hosildorligini oshirish uchun fosforli o'gitlar solinadi. Tabiiy fosforitlar va apatitlar kam eriydigan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  holida bo'ladi. Shunday holatda ular maydalansa suyak talqoni deyiladi va ular ham o'g'it sifatida ishlatiladi. Ularning eruvchanligi yomonligi sababli fosforitlar eruvchan nordon tuzlarga o'tkaziladi.

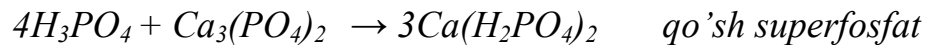


**141-rasm. Apatit minerali**

Superfosfat olish uchun maydalangan fosforit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aralashtirilsa:



bunda gips va kalsiy digidrofosfat hosil bo'lib u yaxshi eriydi. Hosil bo'lgan tuz oddiy superfosfat deyiladi. Shunga o'xshash boshqa o'g'itlar ham olinadi:



Ko'p miqdorda ammoniy fosfat (triammofos)  $(NH_4)_3PO_4$  ishlatiladi.

#### XIV guruh metalmaslari

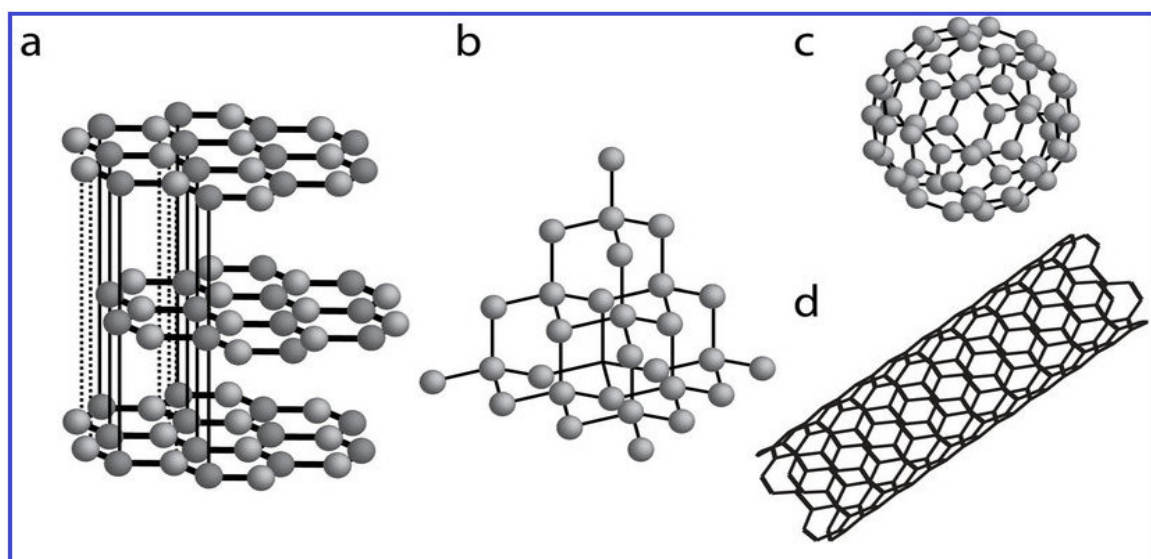
**XIV uruh metalmaslari. Uglerod.** Uglerodning ikkita barqaror izotopi -  $^{12}C$  (99,892 %) va  $^{13}C$  (1,108) lar bor. Radioaktiv izotoplaridan biri muhim ahamiyatga ega (uning yarim emirilish davri 5600 yil) bo'lib, izotop indikatori sifatida qo'llaniladi. Quyoshda ham uglerod uchraydi. Uglerod va uning birikmalari tabiatda keng tarqalgan. Buning boisi shundaki, uglerod boshqa kimyoviy elementlardan farq qiladigan o'ziga xos xususiyatlarga ega:

1. Uglerod ko'pgina elementlar bilan birika oladi. Uning bu xususiyati davriy sistemadagi o'rni, elektroneytralligi va kovalent bog' hosil qilishi bilan bog'liq.
2. Uglerod atomlari bir-biri bilan birikib, turli xildagi uglerod zanjirlari hosil qila oladi. To'g'ri zanjirli oddiy uglevodorodlar, tarmoqlangan yuqori molekulali birikmalar, bir halqali va ko'p halqali aromatik birikmalar shular jumlasidandir.
3. Organik birikmalarning katta qismi faqat kimyoviy tuzilishi bilan farq qiladigan birikmalarga ega. Bu izomeriya hodisasi bilan bog'liqdir. Shuning uchun ham uglerod o'zining birikmalari ko'pligi, texnika, insonlar, jonivorlar olamida benihoya ahamiyatli bo'lgani uchun barcha boshqa elementlardan ajralib turadi.

Uglerod birikmalarisiz tabiatni, hayotimizni va borliqni tasavvur qilib bo'lmaydi. U hayotning asosi bo'lgan oqsillar, meva, sabzavot, o'simliklar, ko'mir, neft, gazlar olamni o'rab turgan minglab xil boyliklar tarkibiga kiradi.

Hozirgi vaqtda bir necha milliyondan oshiq organik birikma ma'lum, bularning katta qismi sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda. Bularga har yili million-million tonna ishlab chiqarilayotgan polimerlar, spirtlar, oziq mahsulotlari, kislotalar, yog'lar, moylar, yoqilg'ilar misol bo'ladi. Bu mahsulotlarning asosiy qismi xalq xo'jaligi, tibbiyot, texnika va sanoat uchun zarur bo'lgan birikmalardir. Agar hali sintez qilib olinmagan, lekin olimlar nazariyasida yashayotgan izomer birikmalarni hisobga olsak, bu hali matematika faniga ham ma'lum bo'lmagan ulkan sonlarni hosil qilgan bo'lardi. Buni quyidagi misolda isbotlash mumkin: tarkibida yigirmata uglerodi bo'lgan eykozanning izomerlar soni 366 319 ga, 25 ta uglerodi bo'lgan uglevodorodning izomerlar soni 36 797 588 ga va 30 ta uglerodi bo'lgan birikmada izomerlar soni 4 111 846 763 ga tengdir. Uglerod davriy jadvalda 4-guruhga mansub element bo'lib, uni erkin holatda dastlab A.Lavuaze tekshirgan. Uglerod "carbonium" deb ataluvchi lotincha nomidan olingan bo'lib, "carbo" so'zi ko'mir demakdir.

**Uglerod allotropiyasi.** Uglerod tabiatda bir necha xil ko'rinishda uchraydi. Buni ilmiy adabiyotda uglerod allotropiyasi deb yuritiladi. Uglerod tabiiy holatda grafit, olmos, ko'rinishida uchrasa, fullren va nanonaycha kabi sun'iy modifikatsion shakllarida ham uchraydi.



**127-rasm. Uglerod elementining allotropik ko'rinishlari; a) grafit b) olmos v) fullren g) nanonaycha**

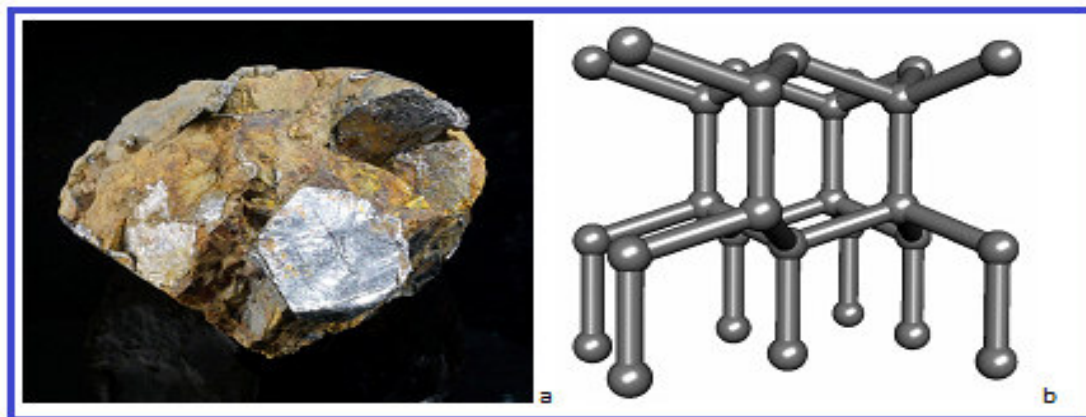
Grafit tabiiy mineral bo'lib, ko'p narsalar ta'siriga berilmaydigan va juda yuqori issiqlikka chidaydigan mahsulotdir. Sun'iy grafit ham yaratilgan. Grafit - mineral bo'lib, grekcha, *grafo* - yozaman so'zidan kelib chiqqan. Grafit kimyoviy jihatdan juda pishiq bo'lib, unga qaynoq ishqor va kislotalar ta'sir etmaydi (tutovchi nitrat kislota bundan mustasno). U 3700°C da suyuqlikka aylanmasdan bug'ga o'tadi. Uni suyuqlikka aylantirish uchun haroratni 3800-3900°C gacha etkazgan holda bosimni oshirish zarur bo'ladi.

Yer yuzida ishlab chiqarilayotgan grafitning 4 foizi qalam tayyorlash uchun ishlatilsa, qolgan qismi atom reaktorlarida, yonish kameralarida, sopollar tayyorlashda, sanoat va texnikada ishlatiladigan konuslar ishlab chiqarishda qo'llanilmoqda. Grafit tigellarda rangli metallar eritiladi. Grafitdan sun'iy olmos tayyorlanyapti. U elektrodlar, qattiq podshipniklar materiali sifatida ishlatiladi. Grafitdan konstruksion va yordamchi material sifatida foydalanilayotgan texnikaning sohalari ko'p.

Olmos bilan grafit atomlarining kristall panjarada qanday joylashganligi bilan bir-biridan farq qiladi. Olmos kristalidagi har bir uglerod atomi o'zining atrofida bir xil masofada joylashgan boshqa to'rtta atom bilan kovalent bog' orqali bog'langan. Grafitning kristall panjarasi boshqacha tuzilgan.

Grafit kristallari olti zvenoli halqalarning bir-biriga tutashuvidan hosil bo'lgan atom qatlamlaridan tashkil topgan. Bu qatlamlar bir-biridan 0,335 nm ga teng masofada joylashgan bo'lib, harakatchan elektronlar vositasida bog'lanadi. Bunday bog' tufayli grafitda metallik xossalar mavjud. Grafitning tiniqmasligi, yaltiroqligi, yuqori elektr o'tkazuvchanligi shunga bog'liq. Alohida ajratib olingan qatlamda atomlar kuchli bog'langan, lekin qatlamlar orasidagi bog'lar kuchsiz bo'lib, kristall yupqa qatlamlarga oson ajratiladi. Moddalarning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lib, kristall panjara tuzilishi har xil bo'lganda polimorfizm hodisasi vujudga keladi. Bunday moddalar polimorf modifikatsiyalar deyiladi. Shunday qilib, olmos bilan grafit (shu jumladan, karbin ham) uglerodning polimorf modifikatsiyalari hisoblanadi. Olmosning zichligi 3,52 g/sm<sup>3</sup> ga teng bo'lib (tarkibida aralashma sifatida grafit va boshqalar bo'ladigan karborundniki 3,0

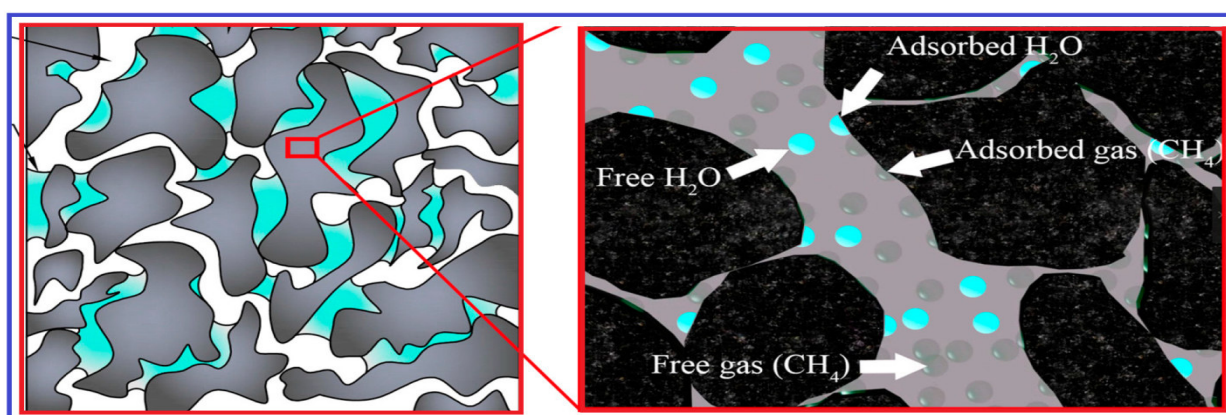
g/sm<sup>3</sup> atrofida), grafitniki 2,23 g/sm<sup>3</sup> ga teng. Grafit atom strukturasi qatlam-qatlam holatda bo'lishi zichligini deyarli bir yarim marta kamaytirishga olib keladi, u lonsdeylit meteoritlarda topilgan va sun'iy yo'l bilan olingan. Uning tuzilishi va xossalari o'rganilayapti (128-rasm).



**128-rasm. Lonsdeylit meteoriti va uning strukturasi**

Olmos barcha sohalarga kirib bormoqda. Endi u texnika va sanoatda o'zining munosib o'rnini egallagan desak yanglishmaymiz.

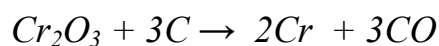
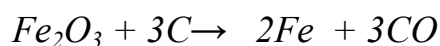
Aktivlangan ko'mir gazlarni yaxshi yutadi (adsorbsiyalaydi), uchuvchan suyuqliklarni havodan va gazlar aralashmalaridan yutib oladi, protivogazlarda qo'llaniladi va ko'pgina kimyoviy reaksiyalarda katalizatorlik rolini bajaradi. Ko'mir gazlar bilan bir qatorda suyuqliklarni ham yutish xususiyatiga ega.



**129-rasm. Ko'mirda adsorbsiyalanish jarayoni**

**Uglerodning kimyoviy xossalari.** Oddiy sharoitda uglerod (grafit, ko'mir, olmos) inert bo'lib, qizdirilganda xossasi o'zgaradi. Bunda ko'mir kislorod bilan

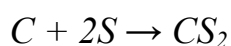
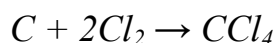
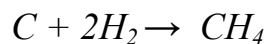
osongina birikadi va qaytaruvchi bo'lib hisoblanadi. Rudalardan metallarni eritib ajratib olish metallar oksidlarini ko'mir bilan qaytarishga asoslangan bo'lib metallurgiyada keng qo'llaniladi:



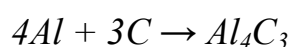
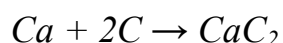
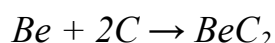
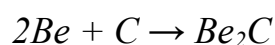
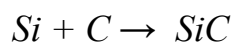
Uglerod kislorod bilan birikib, uglerod monooksidi (is gazi) va uglerod dioksidi (karbonat anhidrid) hosil qiladi:



Yuqori haroratda uglerod metalmaslar bilan birikib, turli birikmalar hosil qiladi:

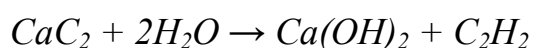


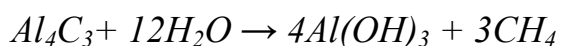
**Metal karbidlar.** Uglerodning unga nisbatan elektromusbat bo'lgan metallar va boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari karbidlar deyiladi. Metallar ko'mir bilan qizdirilganda karbidlar hosil bo'ladi.



Karbidlar kristall tuzilishga ega bo'lib, ularda kimyoviy bog'lanishning uch xili ma'lum: tuzsimon (ion bog'lanishli), metalsimon (intermetall) va kovalent karbidlar.

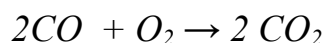
Tuzsimon karbidlar ion va kovalent bog'lar oralig'idagi bog' tabiatiga ega bo'lib, bularning vakillariga  $Be_2C$ ,  $MgC_2$ ,  $CaC_2$ ,  $LaC_2$ ,  $Al_4C_3$  va boshqalar kiradi, ular suv bilan o'zaro ta'sirlashganda, gidroksidlar va tegishli uglevodorodlar hosil bo'ladi:



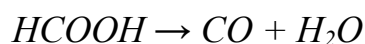


**Uglerodning kislorodli birikmalari.** Uglerodning kislorodli birikmalaridan anchaginasi ma'lum bo'lib, bularga CO, CO<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>O<sub>9</sub> va siklik birima (efir) lardan C<sub>12</sub>O<sub>12</sub> bilan (C<sub>4</sub>O<sub>3</sub>)<sub>n</sub> lar kiradi. Bulardan uglerod monoksid - CO bilan dioksid - CO<sub>2</sub> anorganik moddalar, qolganlari esa organik birikmalar qatoriga kiritiladi.

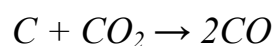
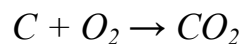
**Uglerod monoksid.** Rangsiz, suvda kam eruvchan hamda hidsiz gaz. Uni "is gazi" (ko'mir chala yonganda yoki organik birikmalar oksidlanganda hosil bo'ladi) deb ham yuritadilar. Uglerod monoksid juda zaharli gaz bo'lib, odam qonidagi gemoglobinni buzadi. Uning havodagi ruxsat etilgan konsentraciyasi 0,02 mg/l ni tashkil etadi. Uglerod monoksid yonib, dioksidga aylanadi:



Laboratoriyada CO ni chumoli kislotaga suvni tortib oluvchi reagentlar ta'sir ettirib olsa bo'ladi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):

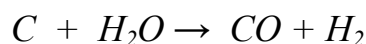


Sanoatda uglerod monoksid generator gazi, suv gazi va aralash gaz holda olinadi. Generator gazi havoda ko'mirni chala yondirib olinadi:



**Generator gazida** 25% uglerod monoksid, 70% azot, 4,0% uglerod dioksid. 0,2 % miqdorda metan, kislorod va vodorod bo'ladi.

Agar cho'g'langan ko'mirdan suv bug'i o'tkazilsa, uglerod monoksidning vodorod bilan aralashmasi hosil bo'ladi (texnikada bu aralashma suv gazi nomi bilan ma'lum):

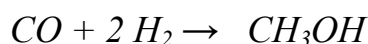
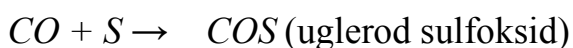


**Suv gazining** tarkibi: CO-40,0%, H<sub>2</sub>-50,0%, CO<sub>2</sub> -5,0%, H<sub>2</sub>O - 4,0% va boshqalar.

Cho'g'langan ko'mirga bir vaqtning o'zida ham suv bug'i ham havo berilganda **aralash gaz** hosil bo'ladi. Uning tarkibi quyidagichadir (o'rta hisobda) : CO - 30,0%, H<sub>2</sub> - 15,0%, CO<sub>2</sub> - 5,0%, N - 50,0%.

Uglerod monoksid - kuchli qaytaruvchi. Uning molekulasidagi kimyoviy bog'lanish kuchliligi sababli, uglerod monoksid ishtirokida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yuqori haroratdagina tez boradi. Oksidlarni uglerod monoksid yordamida qatarish metallurgiyada katta ahamiyatga ega.

Uglerod monoksid biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi:



**Metal karbonillar.** Uglerod (II)-oksidning metallar bilan birikmalarining soni mingdan ortadi, hammasi zaharli moddalar hisoblanadi. Metall karbonilli bog'lanish mavjudligi sababli ular  $\pi$ -komplekslarga yaqin turadi. CO-ligandlar uglerod atomi orqali metallar bilan oksidlanish darajasi nol bo'lgan holatda kovalent bog'langan d-elementlari karbonillari yengil, suvda erimaydigan, qutblanmagan eritmalarda eriydigan, tez uchuvchan, kislota va ishqorlarga indefferent bo'lgan birikmalardir. Karbonillar diamagnitlardir. Metallar karbonillarini yuqori bosim va 100-200°C da kukunsimon metallga uglerod monoksid ta'sir ettirib olinadi. Quyida ba'zi metallarning karbonillaridan namunalar berilgan (14-jadval)

14 – jadval

#### Metal karbonillar

Temir	Nikel	Kobalt	Xrom	Volfram
Fe (CO) <sub>4</sub>	Ni (CO) <sub>4</sub>	Co (CO) <sub>8</sub>	Cr (CO) <sub>6</sub>	W (CO) <sub>6</sub>
Fe (CO) <sub>5</sub>		Co (CO) <sub>12</sub>		
Fe (CO) <sub>12</sub>		Co (CO) <sub>16</sub>		

Natriy karbonat - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. U soda nomi bilan yuritilib, bir necha xili ma'lum:

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O - kristallgidrat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O - kristall-karbonat,

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - kalsinatsialangan soda, NaHCO<sub>3</sub> - ichimlik soda.

Qo'ng'irotdagi zavodda soda ishlab chiqariladi. Kelajakda uning ishlab chiqarish quvvati oshiriladi, sodaning ishlatilish sohalari yanada kengaytiriladi. Eng ko'p ishlatiladigani kalsinatsialangan (kristallizatsiya suvi bo'lmagan) sodadir. Shisha, sovun, to'qimachilik, bo'yoqchilik, suvni yumshatish kabi va boshqa qator sohalarda qo'llaniladi. Ichimlik sodadan tibbiyot, oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va boshqa tarmoqlarda keng foydalaniladi.

**Uglerodning galogenli birikmalari.** Uglerod galogenlar bilan ko'pgina birikmalar hosil qiladi. Faqat fluor uglerod bilan to'g'ridan-to'g'ri birikib,  $CF_4$  - tetrafluor uglerodni hosil qiladi. Grafit bilan xlorning reaksiyasini past temperetaruda o'tkazish termodinamik jihatdan mumkin bo'lsa-da, amalda uglerod IV -xlorid - $CCl_4$  hosil bo'lmaydi, lekin  $CCl_4$  ni metanga xlor ta'sir ettirib olinadi.

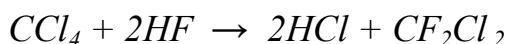
**Freonlar.** Uglerodning galogenli hosilalaridan  $CF_4$  bilan  $CCl_4$  amaliy ahamitga ega. Uglerod IV-fluorid  $CF_4$  gaz bo'lib,  $-128^\circ C$  da qaynaydi,  $-184^\circ C$  da qotadi. Juda inert modda bo'lib, o'zi va uning xlorli hosilalari freonlar nomi bilan ma'lum. Bular sovitish texnikasida qo'llaniladi.



**130-rasm.Freonli ballonlarar**

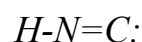
**Freon - 12** deb ataluvchi diftordixlormetan -  $CF_2Cl_2$  sovitish mashinasining ishchi suyuqligi (xladoagent) hisoblanadi. Freonlar juda barqaror moddalar bo'lib gidrolizlanmaydi, shu sababli metallarni korroziyaga uchratmaydi. Ular

insektofungitsidlardan aerozollar tayyorlashda erituvchi va fluorli hosilalar olishda oraliq modda sifatida qo'llaniladi. Freon-12 uglerod(IV)-xlorid  $CCl_4$  bilan HF dan olinadi (katalizator sifatida  $SbF_5$  ishlatiladi):

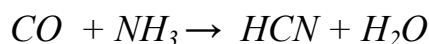


**Sianid kislota HCN.** Rangsiz, yengil uchuvchan suyuqlik,  $26,5^\circ C$  da qaynaydi, achchiq bodom hidiga ega. Eng kuchli zaharli moddalardan biri. Suvli eritmasida kuchsiz kislota xususiyatlarini namoyon qiladi ( $K=2,1 \cdot 10^{-9}$ ).

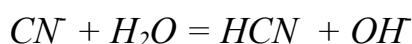
Suvsiz suyuq sianid kislota kuchli ionlovchi erituvchi bo'lib, unda erigan elektrolitlar ionlarga dissotsialanadi. Sianid kislota ikki xil ko'rinishga ega bo'lib, tautomer muvozanatda bo'ladi:



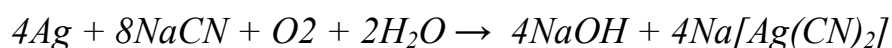
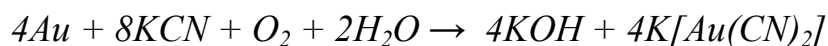
Sanoatda sianid kislota quyidagi katalitik reaksiyalar bilan olinadi:



Sianid kislota qishloq xo'jaligida, ba'zi sintezlarda va kompleks birikmalar olishda ishlatiladi. HCN tuzlari sianidlar deyiladi. Bulardan KCN, NaCN amaliy ahamiyatga ega. Ular suvda yaxshi eriydigan zaharli moddalardan hisoblanadi. Sanoatda metallarning amidlarini yuqori haroratda ko'mir bilan qizdirib olinadi. Tuz sifatida suvda gidrolizlanadi:

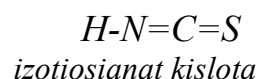
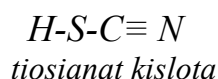


Tuzlarning eritmaları ishqoriy reaksiyaga ega bo'lib sianid kislota hidiga ega bo'ladi. KCN bilan NaCN kislorod ishtirokida oltin va kumushni eritishga qodirligi sababli bu metallarni rudalardan ajratib olishda qo'llaniladi.



Bu tuzlar organik sintezlarda, galvanoplastika va galvanostegiyada ishlatiladi. Tarkibida sian guruh bor komplekslar ham anchagina uchraydi.  $K_4[Fe(CN)_6]$ ,  $Fe(CN)_4$ ,  $4KCN$ ,  $K_3[Fe(CN)_6]$  shular jumlasiga kiradi.

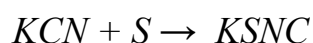
Rodanid kislota - HSCN. Tiosianat kislota ham deb ataladi. U ikki tautomer holda bo'ladi:



U moysimon, uchuvchan o'tkir hidli suyuqlik, osongina parchalanadi. Rodanid kislotaning suvli eritmasi kuchli kislota bo'lib,  $K=0.14$ , shu sababli

ishqoriy metallarning tuzlari bo'lgan rodanidlar gidrolizga uchramaydi. Rodanid kislotaning alkil hosillari ma'lum, uning o'zi tiosianatlar olishda qo'llaniladi.

Rodanid kislota tuzlari (rodanidlar) kristallar bo'lib, ko'plari suvda, spirt, efir va asetonda eriydi. Suvdagi eritmalarida kislorod bilan sulfatlar va HCN gacha oksidlanadi, xlor va brom bilan birikib, siyangalogenli hosilalar beradi. Temir bilan metallar rodanidlarigacha, rux bilan (HCl eritmasida) esa  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  va  $\text{H}_2\text{S}$  gacha qaytariladi. Rodanidlar metall sianidlari bilan oltinguguritning o'zaro ta'sirida olinadi:

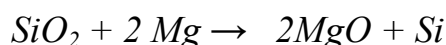


Metall sulfatlari yoki nitratlarining bariy va natriy tiosianatlariga almashtirilishi hamda metallar gidroksidlari yoki karbonatlari rodanid kislota bilan reaksiyaga kiritilganda ham rodanidlar hosil bo'ladi.

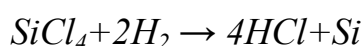
Rodanidlar gafniy bilan sirkoniy ekstraksiyasida reagent sifatida, temir va po'latni toblashda, gazlamalar ishlab chiqarishda, galvanotexnika, sovitish eritmaları tayyorlashda, fotografiyada, metallarni fotometrik usul bilan aniqlashda va shu kabi boshqa ishlarda keng qo'llaniladi.

**Kremniy (Si) tabiatda tarqalishi, olinishi va fizik xossalari.** Kremniyning tabiatda 3 ta barqaror izotopi bor:  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$  va  $^{30}\text{Si}$ . Er qa'rida massasi bo'yicha 27,6% ni tashkil etadi (kisloroddan keyin ikkinchi o'rinda turadi). Kremniy tabiatda  $\text{SiO}_2$  (kremniy dioksid, silikat anhidrid, qumturpoq) va silikat kislota tuzlari (silikatlar) sifatida uchraydi. Uning birikmalaridan alyumosilikat (dala shpati, slyuda, kaolin va boshqa) lar ayniqsa keng tarqalgan. Kremniy minerallar va tog' jinslari tarkibidagi bosh element hisoblanadi. O'simlik va hayvonlar organizmida ham uchraydi.

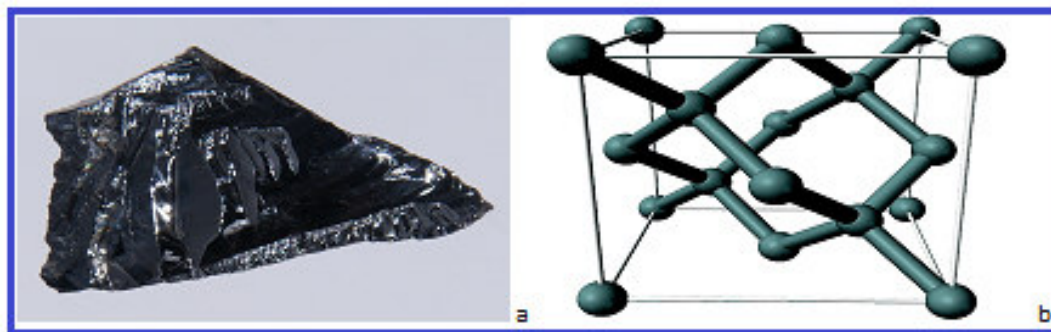
Kremniyning elektron konfiguratsiyasi  $\text{KL}3s^23p^2$ . Dastlab J.L.Gey-Lyussak bilan L.J.Tenar tomonidan 1811 yili olingan. Erkin holdagi kremniy mayda oq qummi (kremniy dioksid) magniy bilan qizdirib olinadi:



Texnikada tetraxlorsilan -  $\text{SiCl}_4$  dan ajratib olinadi:



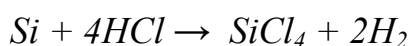
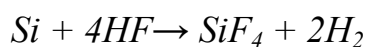
Kristall holdagi kremniy qo'ng'ir-kulrang bo'lib, smolasimon yaltiroqlikka ega. Uning kristall to'ri tomonlari markazlashgan kub shaklda olmosniki kabi bo'ladi.



**131-rasm. Kremniy kristalli (a) va uning strukturasi (b)**

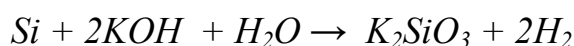
Kremniy yarim o'tkazgich bo'lib, UB - spektrlarni o'tkazadi (qaytarish xususiyati 0,3 sindirish ko'rsatkichi 3.87). Undan fotoelement, kuchaytirgich va tok to'g'irlagichlar tayyorlanadi. Kremniy asosida tayyorlangan elementlarning 250°C gacha ishlay olishi undan foydalanish sohalarini kengaytiradi.

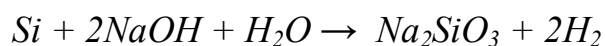
**Kimyoviy xossalari.** Kremniy suyuqlantirilgan metallarda eriydi, asta-sekin sovutilganda, oktaedrik panjara hosil qilib kristallanadi, oksidlanish darajasi -3,+2 va +4. Past haroratda kimyoviy jihatdan inert hisoblanadi. Kislorod atmosferasida 400°C dan yuqorida oksidlanadi. Kremniy gaz holdagi vodorod fluorid bilan oddiy sharoitda, vodorod xlorid va vodorod bromidlar bilan esa 400-500°C da reaksiyaga kirishadi:



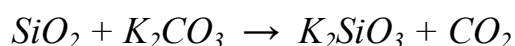
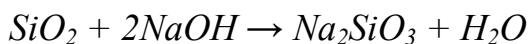
Kremniy galogenlar, vodorod va uglerod bilan biriktib tegishlicha kremniy galogenidlar, silanlar va karbid (karborund) hosil qiladi. Oltinugurt va azot bilan (600-1000°C da) ham birikadi. Bor bilan SiB<sub>4</sub> va SiB<sub>6</sub> kabi birikmalari ma'lum.

Kremniy vodorod fluorid bilan nitrat kislotalar arlashmasida, ishqor va ko'pgina metallarning suyuqlantirilgan eritmalarida eriydi. Ishqorlar kremniy bilan reaksiyaga kirishib, vodorod va silikat kislota tuzlarini hosil qiladi:

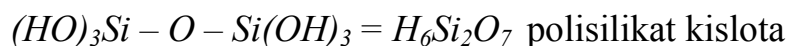




Kremniyning ko'pgina metallar bilan hosil qilgan silisidlari  $Mg_2Si$ ,  $FeSi$ ,  $Cr_3Si$  va h.k.) qiyin eriydigan, elektr tokini o'tkazuvchi materiallardan hisoblanadi. Bular xossalari jihatdan intermetall birikmalarni eslatadi. Ishqoriy metallar silikatlarini suvda eriydi. Ularni eruvchan shishalar deyiladi. Eruvchan shishalar kremniy dioksid - kvartsni ishqoriy metallar karbonatlarini yoki gidroksidlari bilan qizdirib olinadi:



Molekulasida ikki va undan ortiq kremniy atomlari bo'lgan kislotalar polisilikat kislotalar deyiladi.



Turli tuproqlar asosini kaolin tashkil qiladi. U oddiy dala shpati (ortoklaz)dan quyidagi reaksiya natijasida hosil bo'ladi:



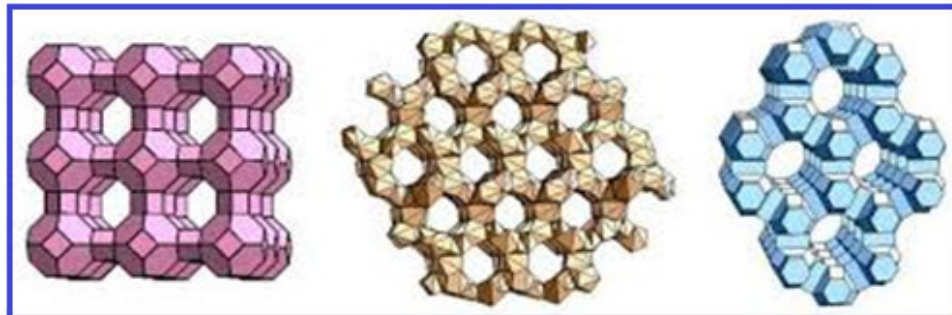
Toza kaolin kam uchraydi. Oq rangli kaolin toza hisoblanadi va ozgina kvarts - qum aralashmasiga ega bo'ladi. Toza kaolin chinni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

**Sitallar.** Bir guruh olimlar sanoat miqyosida metallurgiya sanoati tashlandiqlari hisoblangan shlakdan ajoyib xossalarni o'zida mujassamlashtirgan yangi material - sitallni yaratdi. Qisman kristallangan shishasimon fazodan iborat sitall juda yuqori mexanik pishiqlik va kimyoviy chidamlilikka egadir. Texnikada sitallar pirokeram, devitrokeram nomi bilan ham ma'lum.



132-rasm. Sitalldan tayyorlangan zargarlik toshlari

**Seolitlar.** Umumiy formalasi  $M_2O_n \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$  bo'lgan alyumosilikatlar bo'lib, M - ishqoriy yoki ishqoriy-yer metall, n-uning oksidlanish darajasi. Oddiy sharoitda bir xil tuzilishi bo'shliqlari suv molekullari bilan to'lgan bo'ladi. Suv bo'shliqlardan chiqarilib, yana to'ldirilishi mumkin.



**133-rasm. Turli seolitlar molekulyar tuzilishi**

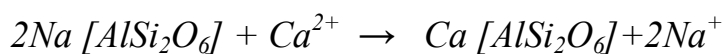
Seolitlar boshqa moddalarni yutish (adsorbsiyalash) xususiyatiga ega. Bularning ba'zilar eritmalardagi ionlarni o'z tarkibidagi ionlarning ekvivalent miqdoriga almashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Seolitlar turli kattalikdagi molekulalarni ajratish xususiyatiga egaligi tufayli molekulyar elaklar sifatida qo'llaniladi. Muhim seolitlardan biri natrolit -  $Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$  bo'lib, sanoat va xalq xo'jaligining keng sohalarida ishlatiladi.



**134-rasm. Sanoatda qo'llanadigan turli seolitlar ko'rinishi**

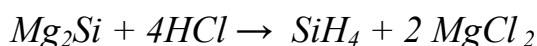
Sintetik seolitlar olish maqsadida natriy silikat va alyuminat aralashmasi 80-100°C da kristallanadi. Kristalitga 15-20 % yopishqoq loy qo'shiladi va diametri 2-4 mm bo'lgan seolit donalari tayyorlanadi. Kation almashinishi

natijasida ( $\text{CaCl}_2$  eritmasida) natriy formasidan kalsiy formasiga o'tishi mumkin bo'ladi. Permutit nomli alyumosilikatlar bug' qozonlarida ishlatiladigan suvni yumshatish maqsadida qo'llaniladi (suvdagi kalsiy o'rnini natriy egallaydi):

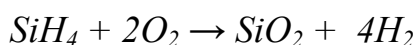


**Kremniyning vodorodli birikmalari (silanlar).** Silanlarning umumiy formulasi  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  bo'lib,  $n=1-8$ .  $\text{SiH}_4$  - monosilan,  $\text{Si}_2\text{H}_6$ -disilan,  $\text{Si}_3\text{H}_8$  trisilan,  $\text{Si}_4\text{H}_{10}$ - tetrasilan va shu kabilar. Si-Si bog'i C-C bog'iga nisbatan ancha kuchsizligi sababli kremniy atomlari o'zaro uzun zanjirli (-Si-Si-Si) birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega emas. Silanlar uglevodorodlarga qaraganda birmuncha beqaror. Dastlabki ikki vakili gaz, qolganlari engil uchuvchan zaharli suyuqliklar bo'lib, suv ta'sirida parchalanadi. Spirt, benzin, oltingugurtda, vodorodda eriydi, kislotalar bilan (HCl bundan mustasno) reaksiyaga kirishmaydi, galogenlar bilan portlab reaksiyaga kirishadi, ishqorlar bilan birikadi.

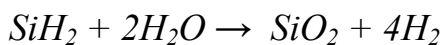
Monosilanni -  $\text{SiH}_4$  trietoksilanni  $20 - 80^\circ\text{C}$  da natriy ishtirokida parchalab olinishi mumkin. Uni metallar silisidlariga kislota yoki ishqorlar ta'sir ettirib olish ham mumkin:



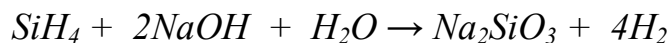
Monosilan havoda o'z-o'zidan oksidlanib (yonib), kremniy dioksid bilan suvga aylanadi:



Suv ta'sirida esa kremniy dioksid bilan vodorod hosil bo'ladi:



Ushbu reaksiya ishqoriy muhitda yana ham tezroq boradi:



### Nazorat savollari

1. Uglerodni elektron formulasi asosida kimyoviy xossalarining namoyon bo'lishini tushuntiring. Allotropiya nima?
2. Uglerodning fizik va kimyoviy xossalarini misollar keltirib tushuntiring.
3. Uglerodning xalq ho'jaligi uchun ahamiyatli qanday birikmalari mavjud?

Ularning olinishi va xossalarini xarakterlang.

4. Uglarod karbidlari va ularni ahamiyatini tushuntiring.
5. Kremniyning fizik va kimyoviy xossalarini uning elektron formulasi orqali tushuntiring. Kremniy qanday usullar bilan olinadi?
6. Kremniyning qanday kislorodli, vodorodli, birikmalari. Kremniyning qanday ahamiyatli minerallarini bilasiz?
7. Kremniy silikat sanoatini rivojlantirishda qanday ahamiyat kasb etadi?
8. Silikat sanoati va uni xalq xo'jaligidagi ahamiyati qanday?
9. Azot tabiatda qanday xolatda uchraydi? Azotning elektron formulasi, olinish usullarini izohlang. Azot, qanday fizik va kimyoviy xossalarga ega? Azotning xalq ho'jaligi uchun ahamiyatli bo'lgan qanday birikmalarini bilasiz?
10. Fosforning elektron formulasi qanday tuzilgan? Fosfor tabiatda qanday holatda uchraydi? Fosfor qanday usul bilan olinadi? Fosfor qanday fizik va kimyoviy xossalarga ega? Fosfor qanday kislotalar xosil qilishi mumkin. Fosfor xalq ho'jaligi uchun ahamiyatli bo'lgan qanday birikmalar xosil qiladi?
11. XIV asosiy guruhcha elementlari qanday o'xshash va o'xshash bo'lmagan xossalarini namoyon qiladi? XIV asosiy guruhcha elementlari tabiatda qanday birikmalar holida uchraydi? XIV asosiy guruhcha elementlari qanday usullar bilan olinadi? XIV asosiy guruhcha elementlarining fizik va kimyoviy xossalarini tushuntiring? XIV asosiy guruhcha elementlarini xalq xo'jaligi uchun ahamiyatli qanday birikmalari mavjud? Ularning olinishi va xossalarini to'liq izohlang.
12. XV asosiy guruh elementlarining tashqi elektron formulasi asosida qanday kimyoviy xossalarni izohlash mumkin? Vodorodning qanday izotoplarini bilasiz? XV asosiy guruh elementlarining qanday birikmalarini bilasiz? XV asosiy guruh elementlari qanday usullar bilan olinadi?

### III-BOB. ORGANIK KIMYO. UGLEVODORODLAR

#### 3.1. Organik kimyoning nazariy masalalari.

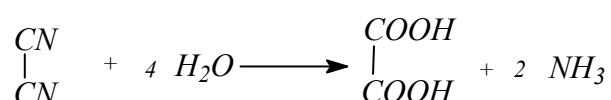
Organik kimyo – organik moddalarni tashkil qiluvchi uglerod birikmalarining kimyosini o'rganadi.

Organik moddalar kishilarga juda qadimdan ma'lum, ular organik bo'yoqlar (alizarin, purpur, indigo) olishni, uzum sharbatini bijg'itib sirka hosil qilishni, o'simliklardan shakar va moy olishni, yog'larni ishqorlar bilan qaynatib sovun olishni bilganlar va bu moddalardan foydalanganlar.

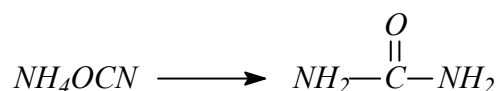
Ammo uzoq vaqtgacha organik moddalar aralashma holda ishlatilib kelingan. IX asrga kelib arab alkimyogarlari sirkadan sirka kislotani, musallas ichimligidan etil spirtni ajratib olishga muvaffaq bo'lishdi. Sof holdagi organik moddalarni ajratib olish va ularni o'rganish XVIII asr oxiri XIX asrning boshlarida rivojlana boshladi. 1824 yilda nemis kimyogari F.Vyoler laboratoriya sharoitida disianidan o'simlik organizmida uchraydigan oksalat kislotani sintez qildi:



142-rasm.F.Vyoler



F.Vyoler 1828 yilda oddiy organik tuz – ammoniy sianatdan hayvon organizmida hosil bo'ladigan mochevina (karbamid) ni sintez qildi:



1842 yilda rus olimi N.N.Zinning nitrobenzoldan anilinni olishi, 1845 yilda nemis olimi Kolbening sirka kislotani sintez qilishi, 1854 yili frantsuz kimyogari I.Bertloning yog'ni hosil qilishi va 1861 yili rus olimi A.M.Butlerovning paraformaldegidan shakarsimon moddani sintez qilishi Organik kimyo fanining rivojlanishiga katta yo'l ochdi. Shunday qilib, XIX

asrning boshlarida Organik kimyo fanga alohida qism bo'lib kiradi. Organik moddalarning fizik va kimyoviy xossalari hamda ularning tuzilishi ularda uglerod atomining borligi bilan belgilanadi.

Organik moddalar (uglerodli birikmalar), tabiiy yoki sun'iy (sintetik) bo'lishiga qaramay, boshqa birikmalardan quyidagi belgilari bilan farqlanadi:



1. Organik birikmalar noorganik birikmalarga qaraganda uncha barqaror emas, qizdirilganda oson o'zgaradi va yonadi.
2. Uglerodli birikmalarning atomlari o'zaro **143-rasm.N.N.Zinin** kovalent bog'langan. Shu tufayli bunday birikmalarning reaksiyasi (ayrim hollarni hisobga olmaganda) sekin boradi. Ma'lumki noorganik birikmalarda, odatda, reaksiyalar juda tez sodir bo'ladi. Ko'pgina organik birikmalar reaksiyasi oxirigacha bormaydi va kutilgan reaksiya mahsulotining unumi 100% bo'lmaydi. Noorganik birikmalarning o'zaro reaksiyalarida buning aksidir.
3. Organik birikmalarga izomeriya hodisasi xos bo'lib, birgina uglerod atomi vodorod, kislorod, azot va boshqa element atomlari bilan turli tartibda birikib yangi birikmalar hosil qiladi.

Organik birikmalarning ko'pchiligi tirik organizmlarning yashashida hayotiy rol o'ynaydi.

Hozirgi vaqtda Organik kimyo fani yutuqlariga tayangan holda yuqori sifatli sintetik kauchuklar, plastmassalar, sun'iy va sintetik tolalar, organik o'g'itlar, motor yoqilg'ilari, dori-darmon preparatlari, bo'yoqlar va xalq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan boshqa mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda.

Hozirgi kunda Organik kimyoning yangi zamonaviy sohalari - Tabiiy fiziologik faol moddalar kimyosi, Bioorganik kimyo, Polimer kimyosi, peptid va oqsillar kimyosi jadal rivojlanib bormoqda. Organik kimyoni va uning yangi sohalari rivojlanishida o'zbek olimlarining hissasi kattadir. Dunyoga mashhur

akademiklar S.Y.Yunusov, O.S.Sodiqovlarning Tabiiy birikmalar kimyosi, akademik X.U.Usmonovning Polimerlar kimyosi sohasidagi ulkan ilmiy - tadqiqot ishlari ustida to'xtalib o'tish lozim. O'simlik moddalari kimyosi, jumladan Alkaloidlar kimyosi bo'yicha S.Yu.Yunusov yaratgan maktabning butun dunyo tan olgan. Buning isboti sifatida, dunyoda topilgan alkaloidlarning har uchtdan biri S.Y.Yunusov va uning shogirdlari tomonidan topilganligini aytish mumkin.

Respublikamiz uglevodorodlarning tabiiy manbalariga ega. Respublikamizda yirik neftni qayta ishlaydigan zavod (Buxoro, Farg'ona va Oltiariq), hamda gazni qayta ishlaydigan (Sho'rtan va Muborak) zavodlari ishlab turibdi. Ulardan xilma-xil neft va gaz maxsulotlari ishlab chiqarilmoqda.

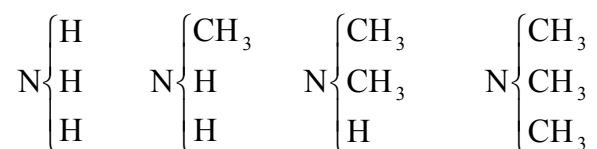
**Organik kimyo nazariyalari.** Organik birikmalarning tuzilish nazariyasi va reaksiyaga kirishish qobiliyati, molekuladagi atomlarning bog'lanishi to'g'risidagi ta'limot, molekuladagi atomlarning o'zaro ta'siri va kimyoviy reaksiyaga kirishishi Organik kimyoning nazariy asoslaridir.

**Radikallar nazariyasi.** Organik kimyoning birinchi tuzilish nazariyasi radikallar nazariyasidir. I.Bertselius noorganik birikmalarning kimyoviy bog'larini elektrokimyoviy nazariyasini yaratgan. Bu nazariyaga asosan hamma birikmalar qarama-qarshi ionlardan tashkil topgan va ular o'zaro elektrostatik tortilib turadi. Organik birikmalarda ionlarning o'rnida radikallar bo'lib, bu radikallar reaksiyalarda bir moddadan ikkinchisiga o'zgarmsdan o'tadi.

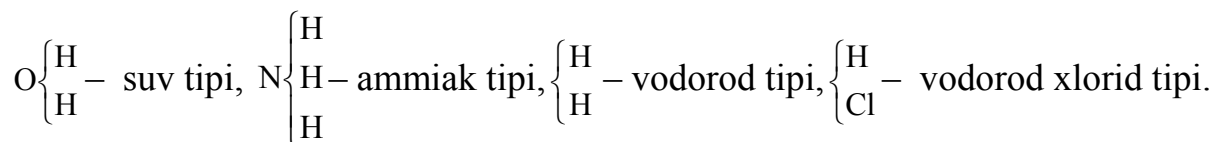
Masalan:  $C_6H_5-COOH$ ,  $C_6H_5-CHO$ ,  $C_6H_5-COCl$ . Ammo keyinchalik radikallar nazariyasi inqirozga uchradi, ya'ni organik birikmalarning vodorodi o'rniga xlor va boshqa guruhlarini almashtirish mumkinligi aniqlandi.

Masalan:  $CH_3H \rightarrow CH_3Cl$ .

**Tiplar nazariyasi.** Organik birikmalar tiplar bo'yicha ham sinflashtiriladi. Masalan:  $CH_3COOH$ ,  $ClCH_2COOH$  bir tipga kiradi. Keyinchalik ammiak tipi topildi:



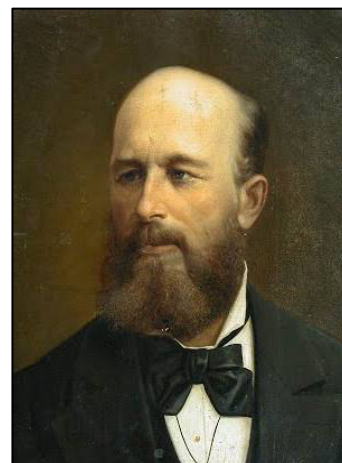
**Unitar nazariya.** Tiplar nazariyasi unitar nazariya bilan to'ldirildi. Hamma organik birikmalar ma'lum tip birikmalar vodorod atomlarini radikalarga almashinishidan hosil bo'ladi. Asosiy tiplar quyidagilar:



Bu nazariyalar izomeriya hodisasini tushuntira olmadi.

**A.M.Butlerovning organik moddalar kimyoviy tuzilish nazariyasi.** Organik birikmalarning tuzilish nazariyasi E.Frankland, Sh.F.Jerar, F.Kekule va A.M.Butlerov bilan bog'liq. A.M.Butlerov 1861 yilda o'zining kimyoviy tuzilish nazariyasining asosiy qoidalarini bayon qildi:

1. Molekulada atomlar bir-biri bilan valentliklariga muvofiq ma'lum izchillikda birikadi. Atomlarning bunday bog'lanish tartibi kimyoviy tuzilishi deyiladi.
2. Moddalarning xossalari molekulaning tarkibi va ularning tuzilishiga bog'liq. Moddalarning tarkibi va molekulyar ogirligi bir hil, lekin tuzilishi, hamda xossalari turlicha bo'lgan moddalar izomerlar deyiladi.
3. Moddalarni xossasiga ko'ra uning tuzilishini aniqlash, modda molekulasining tuzilishi asosida moddalarning xossalarini oldindan aytish mumkin.
4. Modda molekulasidagi atom va atomlar guruhi o'zaro bir-biriga ta'sir etadi.
5. Kimyoviy reaksiyada modda molekulasini tashkil etgan barcha atomlar emas balki, ayrim atomlar yoki atomlar guruhi ishtirok etadi.
6. Organik birikmalarda uglerod doimo to'rt valentli bo'lib, o'zaro birikib to'g'ri tarmoqlangan xalqasimon zanjirlarni hosil qila oladi.



144-rasm. A.M. Butlerov

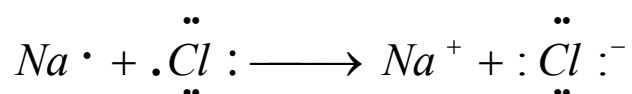
### **Organik birikmalarning elektron va fazoviy tuzilishi.**

Kimyoviy bog'lanish nazariyasi kimyoning eng muhim muammolaridan biridir. Kimyoviy bog'lanish nazariyasi atomlarning bir-biri bilan birikishi,

shuningdek, ularni har qanday nisbatda birikvermasligini, buning sabablarini va shunga o'xshash masalalarni batafsil tushuntirib beradi. Kimyoviy bog'lanishning tabiatini, ya'ni molekullarda atom va ionlarni o'zaro bog'lovchi kuchni atom tuzilishining hozirgi zamon nazariyasi asosida tushuntirishi mumkin.

Kimyoviy bog'lanishning bir necha turi bo'lib, quyida biz ulardan eng asosiylari bilan tanishib chiqamiz.

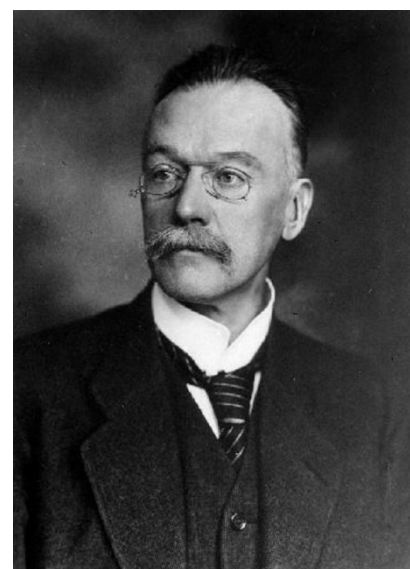
**Ionli (geterolitik) bog'lanish.** 1916 yilda Kossel ion bog'lanish nazariyasini taklif etdi. Bu nazariyaga muvofiq atomlar kimyoviy bog'lanish hosil qilishda sirtqi elektron qavatlarini barqaror dublet yoki oktet holatiga intiladi. Elektronlar bunday barqaror oktet hosil qilish uchun elektron qabul qiladi yoki chiqaradi. Natijada zaryadli zarrachalar – ionlar hosil bo'ladi. Elektron chiqargan atom musbat, qabul qilgan atom esa manfiy zaryadli ionga aylanadi. Bunday qarama-qarshi zaryadli ionlarning o'zaro elektrostatik tortishuv kuchi tufayli ionli bog'lanish vujudga keladi:



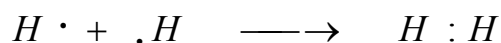
Atomlari o'zaro reaksiyaga kirishadigan elementlarning ionlanish energiyasi va elektromanfiyligi bir-biridan keskin farq qilsagina ionli bog'lanish vujudga keladi.

**Kovalent bog'lanish.** Kovalent bog'lanish (Lyuis) nazariyasiga ko'ra, molekullarni hosil bo'lishida elektronlar bir atomdan ikkinchisiga o'tmaydi, balki ular birikuvchi atomlar uchun umumiy bo'ladi va bir yoki bir necha elektron juftlar hosil qiladi.

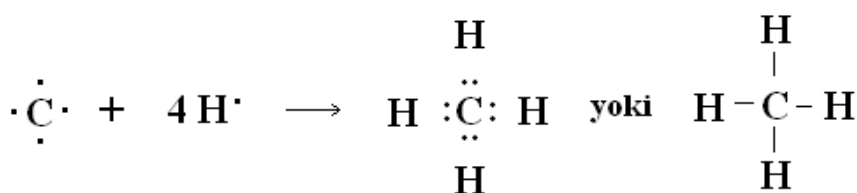
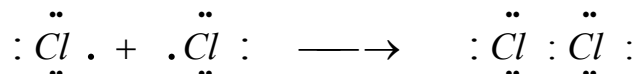
Masalan, vodorod molekulasida quyidagicha hosil bo'ladi, vodorodning ikki atomi bir-biriga yaqinlashganda ikkala yadro maydonida harakat qiluvchi umumiy elektron juft hosil bo'ladi:



145-rasm. A.Kossel



Hosil bo'lgan elektron juft har ikkala atom uchun umumiydir. Boshqacha aytganda, har ikkala atomning elektron qavatida ikkitadan elektron mavjud, ya'ni dublet yoki oktet qavat hosil bo'ladi.

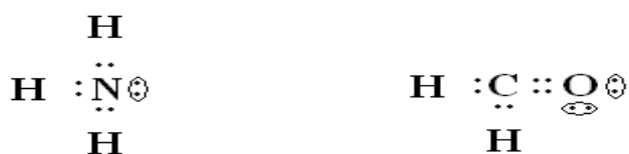


146-rasm.G.N.Lewis

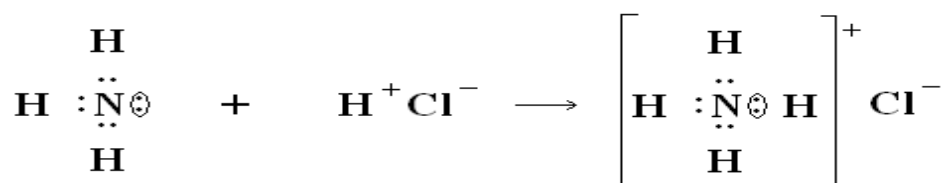
Bunday tipdagi bog'lanish kovalent yoki gemipolyar bog'lanish deyiladi.

Ko'pchilik organik birikmalarda atomlar o'zaro kovalent bog'lanish orqali bog'langan.

**Donor-aktseptor bog'lanish.** Ba'zi element atomlari (masalan, azot va kislorod birikmalarida, kovalent bog'lanish hosil qiluvchi umumiy juft elektronlardan tashqari) umumlashmagan elektron juftiga ham ega bo'ladi. Masalan NH<sub>3</sub> molekulasidagi azot atomida bitta, chumoli aldegididagi kislorod atomida ikkita umumlashmagan "erkin" elektronlar jufti mavjud:

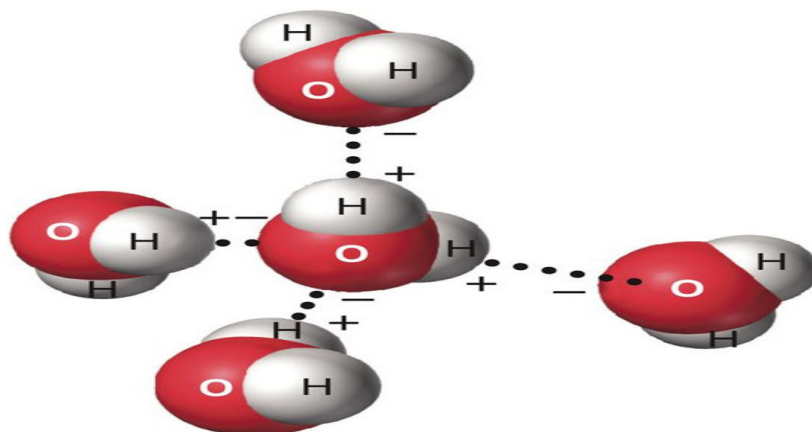


NH<sub>3</sub> va HCl molekullari o'zaro reaksiyaga kirishib, ammoniy xlorid (NH<sub>4</sub>Cl) molekulasini hosil qiladi. Bunda ammiak molekulasidagi azot atomi o'zining "erkin" elektron juftini vodorod ioni H<sup>+</sup> ga beradi. Natijada bu elektron juft har ikkala atom (N va H) uchun umumiy bo'lib qoladi:



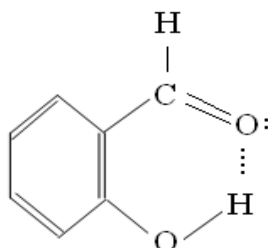
Bog'lanish vujudga kelishi uchun o'zining umumlashmagan juft elektronini beradigan atom yoki ion donor (bu yerda, N ), shu elektron juftini qabul qilladigan atom yoki ion esa aktseptor (bu yerda,  $H^+$  ) deyiladi. Shuning uchun bunday bog'lanish donor-aktseptor yoki kordinatsion bog'lanish deyiladi. Organik kimyoda donor-aktseptor bog'lanish ko'pincha semipolyar bog'lanish deb ataladi.

**Vodorod bog'lanish.** Vodorod bog'lanishning hosil bo'lishi vodorod atomining tabiatiga bog'liq. Vodorod atomi bitta elektron yo'qotib,  $H^+$  ioniga aylanadi. Vodorod ionlarining elektronlari uning yaqinlashishiga qarshilik qilmaydi. Shu sababli vodorod ionlari boshqa atomlarning elektron qavatiga yaqinlashadi va uning ichiga kira oladi. Shunday qilib,  $H^+$  ning molekuladagi atomlarning elektron qavatlariga tortilishi natijasida ular o'rtasidagi o'ziga xos bog' hosil bo'ladi. Bunday bog'lanish vodorod bog'lanish deyiladi. Vodorod bog'lanish nuqtalar bilan ko'rsatiladi. Vodorod bog'lanish turli molekula atomlari orasida xosil bo'lishi **molekulyararo vodorod bog'lanish** deyiladi.

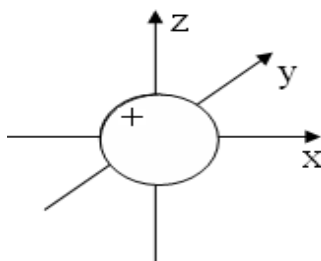


147-rasm. Suvdagi molekulyararo vodorod bog'lanish

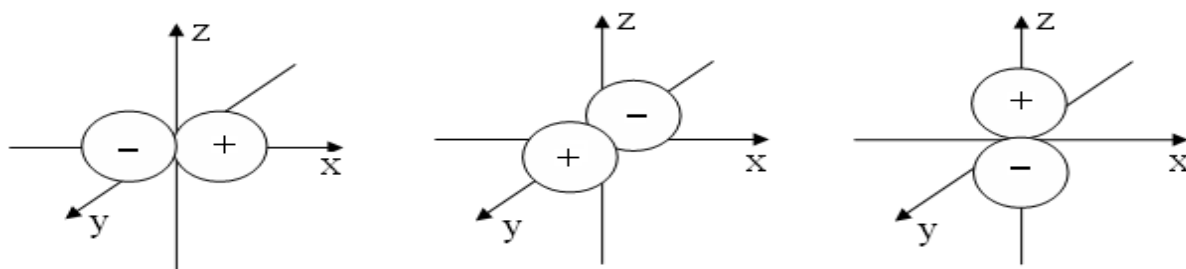
Vodorod bog'lanish faqat bir molekula atomlari orasida xosil bo'lishi **ichki molekulyar vodorod bog'lanish** deyiladi.



**Gibridlanish va uning turlari.  $sp^3$ - gibridlanish.** Uglarod atomining elektron konfiguratsiyasiga binoan ( $1s^2 2s^2 2p^2$ ) birinchi elektron pog'onadagi ikki juft elektron  $1s^2$  ikkinchi elektron pog'onada esa 2 juft  $2s^2$  elektron va shu pog'onaning  $2p$  –atom orbitali (AO) da esa bittadan juftlashmagan ikkita  $2p_x$  va  $2p_y$  elektronlari joylashgan bo'lib,  $2p_z$  orbital esa bo'sh qolgan.

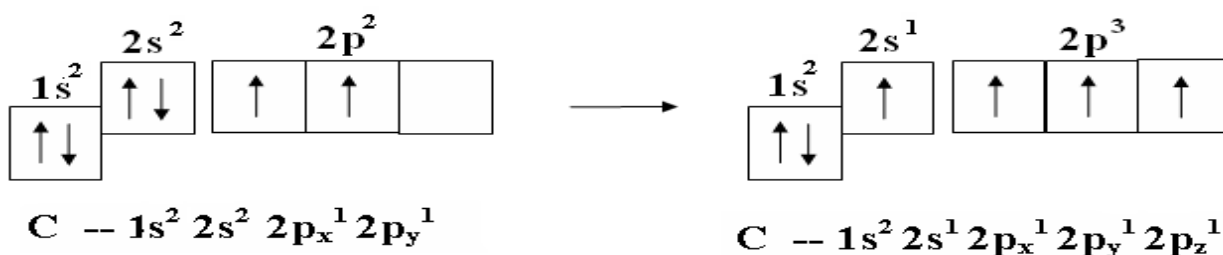


148-rasm. s – orbital elektron bulutning shakli



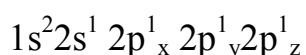
149-rasm. p – orbital elektron bulutning shakllari va fazoda yo'nalishi

Bunday holatda uglarod o'z birikmalarida II valentli bo'lishi kerak. Lekin, organik birikmada uglarod IV valentlidir. Buning sababi shuki, uglarod atomi osongina “qo'zg'olgan” holatga o'tadi, bunda  $2s^2$  dagi juftlashgan elektronlardan biri  $2p_z$  orbitalga o'tadi. Buni sxema tarzida quyidagicha ko'rsatish mumkin.



Demak, uglerod bog'lanish hosil qilganda 1ta s va 3ta p-orbitallar bilan qatnashadi. Metan molekulasining hosil bo'lishida uglerodning to'rtta AO lari vodorod atomining 1s- orbitallari bilan qoplanadi.

Ma'lumki, uglerodning reaksiyaga qatnashadigan bu 4 ta AO lari bir-biridan farq qiladi (energiyalarining qiymatlari va yo'naluvchanligi), buni uglerodning elektron konfiguratsiyasidan ko'rsatish mumkin.



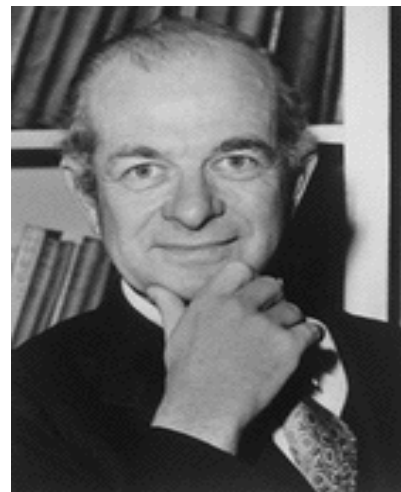
Demak, uglerod atomining bog'lanishlari mustahkam va boshqa xossalari bilan o'zaro farqlanishi kerak.

Metanning kimyoviy xossalarini hamda undagi bog'lanishlarning mustahkamligini o'rganish teskari natija beradi; metandagi to'rttala bog' ham bir xil tabiatga (energiya, uzunlik) ega.

Bu hodisani L.Poling orbitallarning gibridlanishi, ya'ni ularning aralashuvi hamda shakl va energiyalarining tenglashuvi bilan tushuntirdi. Gibridlanish nazariyasiga ko'ra, metan molekulasini hosil bo'lishida uglerod atomining 1 ta s va 3ta p-orbitallari qo'shilib 4 ta oraliq orbital hosil bo'ladi va u gibrid orbital deb ataladi. Bunday gibrid orbitallar bir xil shakl va energiyaga ega bo'lib qoladi. Bunday turdagi gibridlanish  $sp^3$ -gibridlanish deyiladi.

Gibridlangan orbitalning kimyoviy bog'lanishi gibridlanmagan (sof, qo'shilmagan) orbitalnikiga qaraganda ancha mustahkam bo'ladi, chunki gibridlanishda bulutlar bir-birini ko'proq qoplaydi.

Uglerod atomining gibridlangan 4 ta  $sp^3$ -orbitallari bilan 4 ta vodorod atomining s- orbitallari bir-birini qoplashi natijasida 4 ta ekvivalent bog'lanishga ega bo'lgan mustahkam metan molekulasini hosil bo'ladi. Gibrid orbitallarning yo'nalishi orasidagi burchak  $109^{\circ}28'$  ni tashkil etadi (78-rasm).

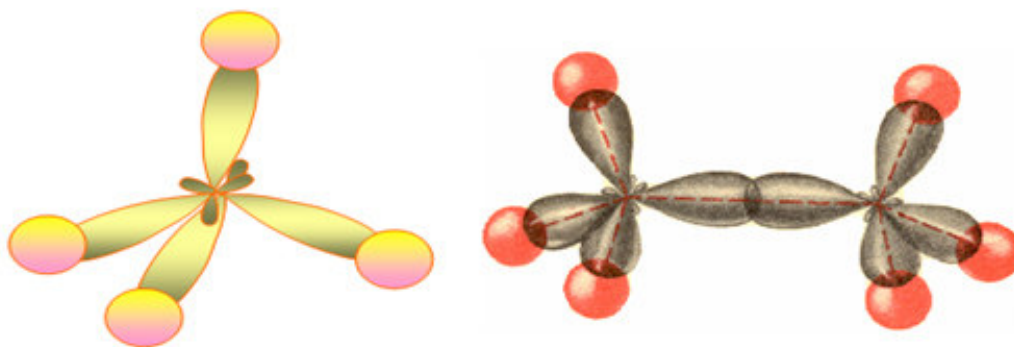


**150-rasm. L.Poling**

Birikayotgan atomlarning markazlarini biriktiruvchi to'g'ri chiziq, bo'ylab orbitallarning bir-birini qoplashi natijasida yuzaga keladigan bog'lanish  $\delta$ -

bog'lanish deyiladi. Ma'lumki, metan molekulasida 4 ta  $\delta$  bog'lanish bor. Birikayotgan atomlar o'zaro bittadan  $\delta$  bog' hosil qila olmaydi. Shu sababli uglerod-uglerod orasidagi oddiy bog'  $\delta$  bog'lanish bo'ladi.

To'yingan uglevodorodlar molekulasida  $\delta$  bog'lanishni hosil bo'lishida doimo gibridlangan  $sp^3$ - orbitallar ishtirok etadi. Masalan, etan molekulasida yettita  $\delta$  bog'lanish bitta  $sp^3$ -  $sp^3$  (C - C) va oltita  $sp^3$ - s (C - H) bog'lanish bor (79-rasm).

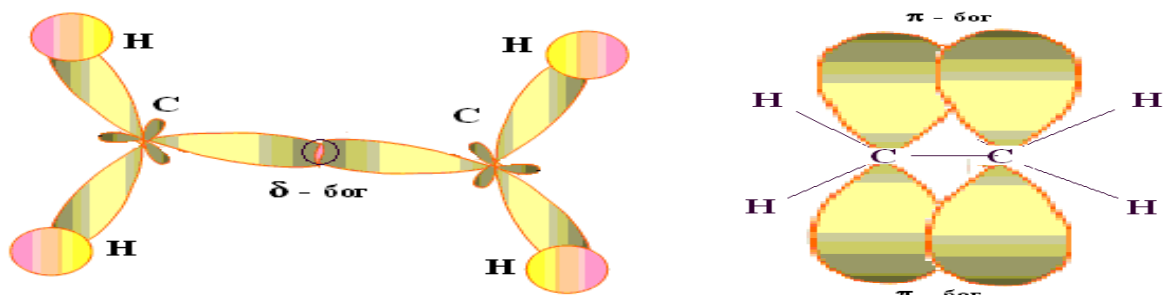


151- rasm. Metan va etan molekularining tuzilishi

**$sp^2$ - gibridlanish.** To'yinginmagan birikmalarning tuzilishini tushuntirishda gibridlanishning boshqa turlari mavjud. Masalan, qo'shbog'dagi uglerod atomida bitta s va ikkita p orbitallar gibridlanib uchta tenglashgan orbitallar hosil qiladi. Ular bitta tekislikda  $120^\circ$  burchakda joylashadi. Bunday gibridlanish  $sp^2$ -gibridlanish yoki trigonal gibridlanish deyiladi.

Har qaysi uglerod atomida bittadan p orbitallar gibridlanmagan bo'lib, u gibridlangan orbitallar tekisligiga perpendikulyar joylashgan bo'ladi.

Etilen molekulasida ikkita uglerod atomi  $sp^2$  gibridlangan holatda bo'lib,  $\delta$  bog'lanish hosil qiladi. Har qaysi uglerod atomidagi boshqa ikkita gibridlanmagan orbitallar vodorod atomlari bilan to'rtta  $\delta$  bog'lanish hosil qiladi. Foydalanilmay qolgan ikkita orbital C va H atomlari joylashgan tekislikning ustidan hamda ostidan ikki marta (gantelsimon) bir-birini qoplaydi. Natijada  $\pi$  bog'lanish vujudga keladi.  $\pi$  bog'lanishni hosil bo'lish sxemasi 79- rasmda ko'rsatilgan.

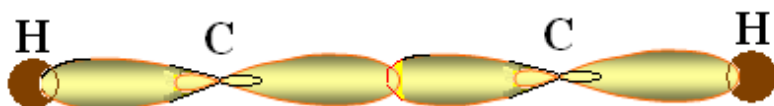


**152- rasm. Etilen molekulasida kimyoviy bog'larning hosil bo'lishi:**

1)  $\delta$  - bog' ; 2)  $\pi$  - bog'.

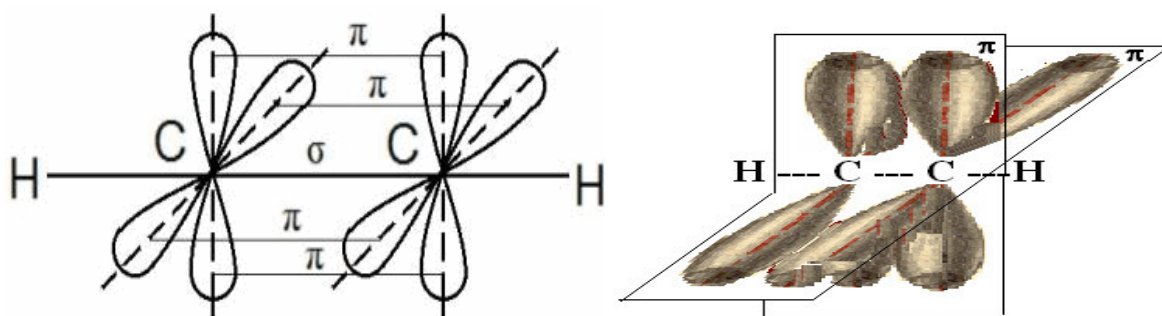
**sp- gibrirlanish.** Agar gibrirlanish bitta s va bitta p orbitalar hisobiga sodir bo'lsa, bunday gibrirlanish *sp* gibrirlanish deyiladi. Bunda hosil bo'lgan 2 ta gibrir orbital bir-biri bilan  $180^\circ$  C burchak ostida joylashadi. Qolgan ikkita p-orbital gibrirlanmay qoladi. Bunday sp gibrirlanishga uchlamchi bog'lanishga atsetilen molekulasining hosil bo'lishi misol bo'la oladi. Atsetilen molekulasida uglerodning sp- gibrirlanish holatida turgan ikkita atomi  $\delta$  - bog'lanish hosil qiladi. Har qaysi atomdan bittadan gibrirlangan orbital vodorod atomlari bilan ikkitadan  $\delta$  - bog'lanishlar hosil qilishga sarflanadi.

Bularning hammasi  $H - C \equiv C - H$  molekulasiga chiziqli shakl beradi va to'rtta atom bir chiziqda yotadi (80-rasm).



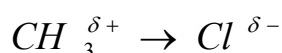
**153- rasm. Asetilen molekulasida  $\delta$  - bog'larning hosil bo'lishi.**

Bundan tashqari har qaysi uglerod atomining ikkita p- orbitali bir-birini qoplashi natijasida ikkita  $\pi$  - bog'lanish hosil bo'ladi. Bu bog'lar o'zaro perpendikulyar ikki tekislikda joylashgan (81-rasm). Demak, atsetilen molekulasida uchta  $\delta$  - bog'lanish va ikkita  $\pi$  - bog'lanish mavjud. Uglerod atomlari orasidagi bu uchbog' qo'shbog'ga nisbatan qisqa ( $1.2 \text{ \AA}$ ). Kimyoviy reaksiyalarda  $\pi$  - bog'lar oson uzilib uchbog' qo'shbog'ga, qo'shbog' esa bir bog'ga aylanadi.



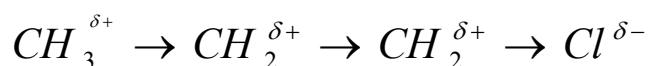
154- rasm. Atsetilen molekulasida  $\pi$  - bog'larning hosil bo'lishi.

**Induktiv va mezomer effekt.** Simmetrik molekullarda (H-H, Cl-Cl, CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>) kovalent bog'lanishning elektron juftlari har ikki atom yoki atomlar guruhi orasida keng taqsimlangan bo'lib qutbsiz kovalent bog'lanish hisoblanadi. Agar molekulada elektromanfiyligi turlicha bo'lgan atom yoki atomlar orasida vujudga kelgan qutbli kovalent bog'lanishli molekullarda (masalan, H-Cl, CH<sub>3</sub>-Cl, CH<sub>3</sub>-OH) o'zaro hosil bo'lgan elektron juftlar atomlardan biriga siljiydi bo'ladi. Bunday molekullarda elektronlar juftini  $\delta$  - bog'lar bo'ylab siljishiga induktiv effekt deyiladi. Organik birikmalarda uglerod atomi bilan boshqa atom yoki atomlar guruhi o'rtasidagi kovalent bog'lanishda atom yoki atomlar guruhi  $\delta$  - bog'lar elektron bulutini o'ziga tortsa, bu atom yoki atomlar guruhlarida elektron zaryadining bir qismiga teng manfiy zaryad yig'iladi. Uglerod atomida esa shuncha miqdorda musbat zaryad hosil bo'ladi:



Elektron bulutining siljishi strelka orqali ham ko'rsatiladi: CH<sub>3</sub>→Cl. Keltirilgan misolda xlor atomining induktiv effekti manfiy deb qabul qilingan (-I). Agarda biror atom yoki atomlar guruhining elektron buluti uglerod atomiga tomon siljisa, bu atom yoki atomlar guruhining induktiv effekti musbat bo'ladi (+I), masalan - CH<sub>3</sub>←Na.

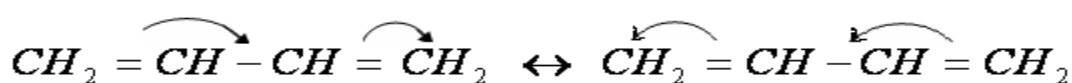
Bir necha uglerod atomi va elektromanfiy atom bo'lgan zanjirda, elektronlar zichligi (bulutning siljishi) shu zanjir bo'yicha taqsimlanadi va elektromanfiy atomdan uzoqlashgan sari uglerod atomida hosil bo'lgan zaryadning kattaligi (induktiv effekt) kamayib boradi:



Induktiv effekt molekulaning tabiatiga, dipol momentiga va qutblanuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Mezomer effekt odatda qo'shbog'lar navbatlashib keladigan birikmalarda (dien uglevodorodlar) hamda qo'shbog' tutgan uglerod atomi bilan bog'langan atom o'zida umumlashmagan elektron jufti tutgan hollarda kuzatiladi.

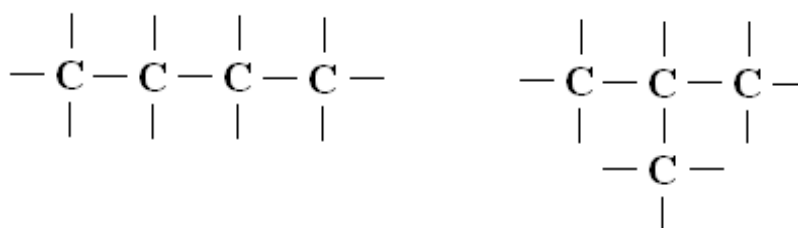
Molekulada elektron bulutning  $\pi$ -orbitallar ishtirokida qayta taqsimlanish hodisasiga mezomer effekt (oralatma bog'lanish) deyiladi.



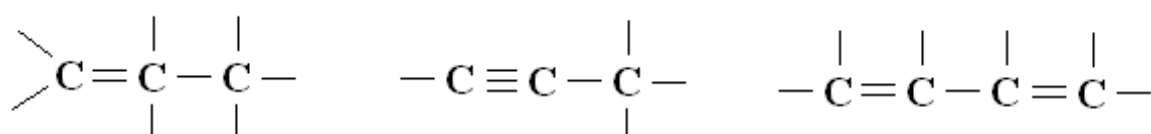
**Organik birikmalarning sinflanishi.** Organik birikmalarning ko'pligi va xilma-xilligi, ularning tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Organik birikmalarning hozirgi zamon sinflanishi kimyoviy tuzilish nazariyasiga asoslanadi. Uglerod zanjirining tuzilishiga ko'ra organik birikmalar uch guruhga bo'linadi.

**I. Asiklik birikmalar** - molekulasi tarkibida uglerodlar o'zaro chiziqli, yoki tarmoqlangan ochiq zanjir hosil qilgan birikmalar. Ular shuningdek **alifatik** yoki **ochiq zanjirli birikmalar** ham deyiladi. **To'yingan birikmalarda** uglerod atomlari o'zaro oddiy bog'lar orqali birikkan bo'ladi:



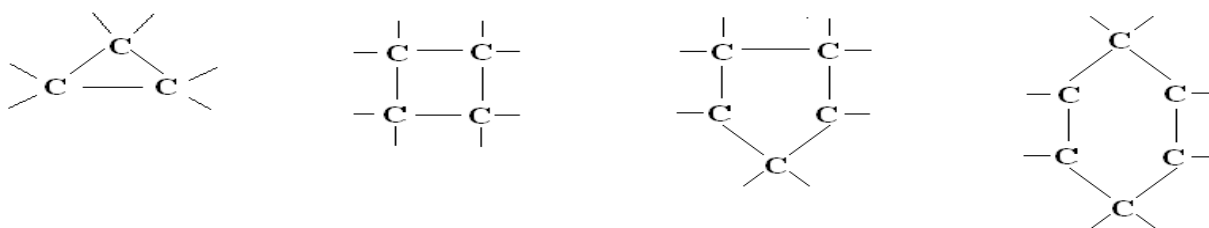
Asiklik birikmalar to'yingan va to'yinmagan birikmalarga bo'linadi. **To'yinmagan birikmalarda** uglerod atomlari o'zaro qo'shbog' va uchbog'lar orqali birikkan bo'ladi:



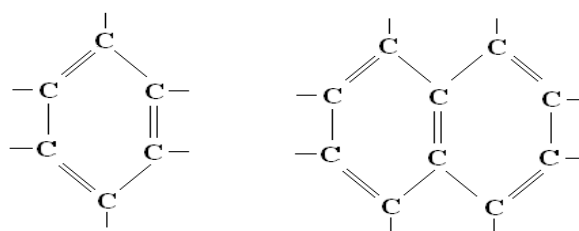
**II. Karbosiklik birikmalar** - molekulasidagi uglerod atomlari o'zaro birikib yopiq

zanjir hosil qilgan bo'ldi. Karbosiklik birikmalar o'z navbatida alisiklik va aromatik birikmalarga bo'linadi.

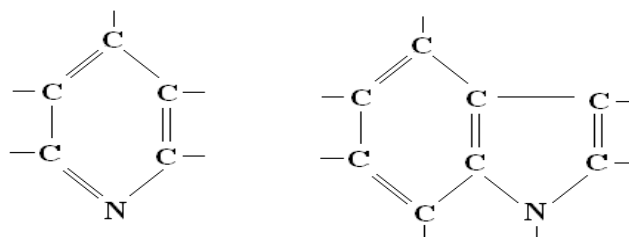
Alisiklik birikmalar:



Aromatik birikmalar:



**III. Geterosiklik birikmalar** - yopiq zanjirli molekulada ugleroddan tashqari yana boshqa elementlar atomlari bo'ladi.



**Funksional guruhlar to'g'risida tushuncha.**

Organik birikmalarning kimyoviy xususiyatlarini belgilab kiruvchi guruhlar **funksional guruhlar** deyiladi. Masalan, molekulada karboksil -COOH funksional guruh bo'lsa, kislota xususiyatiga ega bo'ladi. Yuqoridagi uchta asosiy sinf birikmalarining bitta yoki bir necha vodorod atomi tegishli funksional guruhga almashinishi natijasida bu birikmalarning hosilalari - yangi sinf birikmalari olinadi. Masalan, galogenlar (F, Cl, Br, I) ga o'rin almashinishidan galogenli birikmalar, gidroksil (-OH) guruhga almashinganda spirtlar, karbonil guruh  $\text{-C}=\text{O}$  ga almashilsa aldegid va ketonlar, karboksil -COOH da kislotalar, amino -NH<sub>2</sub> guruhida aminlar, nitro -NO<sub>2</sub> guruhida nitrobirikmalar, molekulada ham gidroksil, ham karboksil guruhlar bo'lsa, oksikislotalar bo'ladi.

## Organik moddalarning funksional guruhga ko'ra sinflanishi

T.R.	Sinf nomi	Misol
1	Uglevodorodlar	$\text{CH}_4, \text{C}_6\text{H}_{12}$
2	Galoid birikmalar	$\text{CH}_3\text{Cl} \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} \quad \text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$
3	Spirtlar	$\text{CH}_3\text{OH} \quad \text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$
4	Fenollar	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
5	Oddiy efirlar	$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{-O-C}_6\text{H}_5$
6	Aldegidlar	$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-H} \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-H}$
7	Ketonlar	$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-CH}_3 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-C}_6\text{H}_5$
8	Karbon kislotalar	$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-OH} \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-OH}$
9	Murakkab efirlar	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$
10	Tiospirtlar	$\text{CH}_3\text{SH}$
11	Oksikarbon kislotalar	$\text{CH}_2\text{-COOH}$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{OH}$
12	Nitrobirikmalar	$\text{CH}_3\text{NO}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
13	Aminbirikmalar	$\text{CH}_3\text{NH}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
14	Aminokislotalar	$\text{CH}_2\text{-COOH}$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
15	Kislota amidlari	$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-NH}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_5\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{-NH}_2$
16	Element organik birikmalar	$\text{CH}_3\text{MgI} \quad \text{R-MgX}$

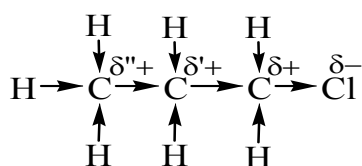
Uglevodorodlar organik birikmalarning asosini tashkil etib, ulardagi bitta yoki bir nechta vodorod atomlarini funktsional guruhlarga o'rin almashinishi natijasida yangi organik birikmalar sinflari hosil bo'ladi (15-jadval).

Ma'lumki organik birikma molekulasidagi atomlar bir-biriga ta'sir ko'rsatib turadi va shu tufayli organik birikmaning xossalari shakllanadi. Atomlar bir-biriga bevosita birikkan holda yoki uzoqdan, ma'lum masofadan turib (bevosita birikmagan holda) ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu ta'sir asosan 2 xil bo'ladi:

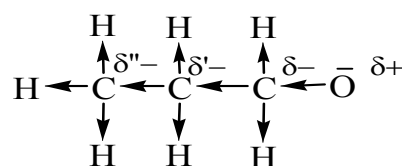
- 1) Induksion ta'sir; 2) Mezomer ta'sir.

**Induksion ta'sir va uning xos xususiyatlari.** Organik birikmada uglerod atomi (yoki boshqa atom) elektromanfiyligi undan farq qiladigan atom tomon siljiydi. Buning natijasida atomlar qisman qutblanadi, bu esa o'z navbatida qo'shni bog' elektronlarining siljishiga va atomlarning qutblanishiga sabab bo'ladi. **Ta'sirning oddiy ( $\sigma$ -bog'lar) bog'larning ketma-ket qutblanishi orqali uzatilishi induksion ta'sir (effekt) deb ataladi.** Induksion ta'sir  $J$  harfi bilan belgilanadi va o'z yo'nalishiga ko'ra musbat ( $+J$ ) va manfiy ( $-J$ ) bo'lishi mumkin.

Masalan:



*Cl-atomining  $-J$  ta'siri*



*kislorod anionining  $+J$  ta'siri*

Bunda qisman hosil bo'lgan zaryadlar ta'sir ko'rsatayotgan atomdan uzoqlashgan sari kamayib boradi, ya'ni  $\delta+ > \delta'+ > \delta''+$  yoki  $\delta- > \delta'- > \delta''-$ .

Induksion ta'sir natijasida bog' yoki molekula qutblanib dipol momentga ega bo'lib qoladi. Ta'sir qiluvchi atom o'ziga elektronlarni tortsa uning ta'siri manfiy ( $-J$ ), elektronlarni o'zidan itarsa musbat ( $+J$ ) bo'ladi. Vodorod atomining ta'siri shartli ravishda 0 deb olinadi.

**Mezomer ta'sir** odatda mezomer effekt ham deyiladi. Bu effekt qo'sh bog'lar navbatlashib keladigan birikmalarda hamda qo'sh bog' tutgan uglerod atomi bilan bog'langan atom o'zida umumlashmagan elektron jufti tutgan hollarda kuzatiladi.

**Molekulada elektron bulutning  $\pi$ - orbitallar ishtirokida qayta taqsimlash hodisasiga mezomer ta'sir (effekt) deyiladi.**

Ta'sirlangan  $\pi$ - sistemalarda o`rinbosarlar ta'siri ostida elektron zichlikning siljishi tufayli vujudga keladigan elektron ta'sir mezomer samara deyiladi. Agar o`rinbosar o`z tarkibida bo`linmagan elektron juftini tutsa, ya'ni ta'sirlangan sistemada elektron zichlikni oshirsa u musbat mezomer samara (+M) ko`rsatadi. Bunday o`rinbosarlar elektronodonor o`rinbosarlar xisoblanadi va ular qatoriga -OH, -Hal, -OR, -NH<sub>2</sub> guruxlari kiradi.

Agar o`rinbosar sistemada elektron zichlikni kamaytirsa, u elektronoaktseptor o`rinbosar xisoblanadi. Bunday o`rinbosar o`z tarkibida to`yinmagan guruhlar yoki to`liq musbat zaryad tutadi: -NO<sub>2</sub>, -CHO, -COOH, -SO<sub>3</sub>H va boshqalar. Bu guruxlar manfiy mezomer samara (-M) beradi. Mezomer samara qo`sh bog'dan yoki qo`sh boqqa qaratilib egilgan strelka bilan ko`rsatiladi. Elektron samaralar molekulada manfiy yoki musbat zaryadlar qanday taqsimlanganligini va bu molekulaning kimyoviy xossalarini oldindan aytib berishga imkoniyat beradi.

Shunday qilib, organik moddalarning kelib chiqishini aniqlashda ularning tasnifini o`rganish katta ahamiyatga ega.

**Nazorat uchun savol va topshiriqlar**

1. Organik kimyo fanining rivojlanish tarixini gapiring.
2. Radikallar nazariyasini tushuntiring.
3. Tiplar nazariyasini ayting.
4. Butlerovning organik moddalar tuzilish nazariyasi asosiy qoidalarini ayting.
5. Organik birikmalar molekulalarida qanday funktsional guruhlar bo`lishi mumkin?
6. Organik birikmalar qanday sinflarga ajratiladi?
7. Ionli bog`lanish deb qanday bog`lanishga aytiladi?
8. Gibridlanish va uning turlarini tushuntiring.

9. Induktiv effekt nima? Misollar asosida tushuntiring.

10. Erkin radikallar deb nimaga aytiladi?

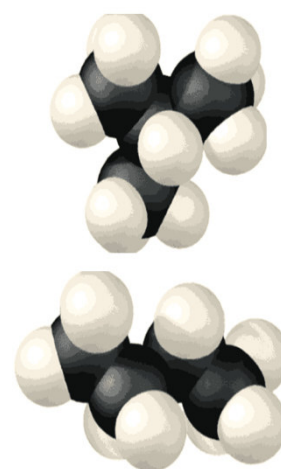
### 3.2. To'yingan uglevodorodlar.

**To'yingan uglevodorodlar – alkanlar haqida umumiy tushuncha.**

Uglevodorodlar - uglerod va vodorod atomlaridan tashkil topgan organik birikmalar.

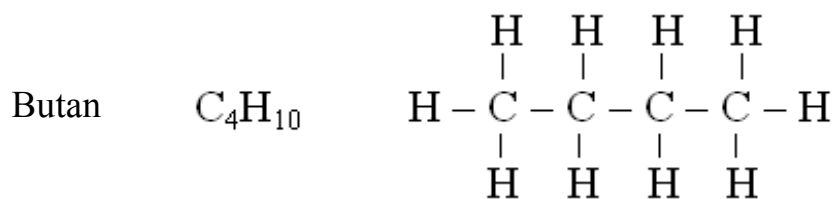
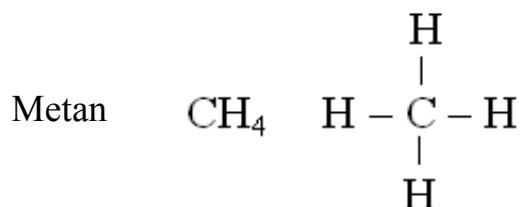
Uglevodorodlar molekulasidagi uglerod atomlarining o'zaro bog'lanishiga va ulardagi vodorod atomining nisbatiga qarab quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Alkanlar (to'yingan uglevodorodlar yoki parafinlar).
2. Alkenlar (etilen qatori uglevodorodlari yoki olefinlar).
3. Alkinlar (atsetilen qatori uglevodorodlari).
4. Alkadienlar (dien uglevodorodlar).
5. Arenlar (aromatik uglevodorodlar).
6. Sikloalkanlar (alisiklik uglevodorodlar yoki sikloparafinlar).



**155-rasm. Izobutan va butan shakli**

Molekulasidagi uglerod atomlari o'zaro oddiy bog' bilan bog'langan, qolgan valentliklari vodorod atomlari bilan to'yingan uglevodorodlar *alkanlar* yoki *to'yingan uglevodorodlar (parafinlar)* deyiladi.



Umumiy formulasi  $C_nH_{2n+2}$  bo'lgan va bir-biridan  $CH_2$  guruhga farq qiluvchi uglevodorodlar alkanlarning gomologik qatori xisoblanadi. Metan vodorodlarini alkil radikallariga almashtirishdan boshqa alkanlarni hosil qilish mumkin.

To'yingan uglevodorodlar molekulasidan bitta vodorod atomi tortib olinsa, bir valentli uglevodorod radikali hosil bo'ladi. Radikallar nomi tegishli alkanlar nomidagi "-an" qo'shimchasi o'rniga "-il" qo'shimchasi qo'shish bilan hosil bo'ladi (16-jadval):

**16-jadval**

**Alkanlarlar va ularga mos radikallarning gomologik qatori**

T.R.	Formulasi	Nomi	Formulasi	Nomi
1	$CH_4$	Metan	$CH_3-$	Metil
2	$C_2H_6$	Etan	$C_2H_5-$	Etil
3	$C_3H_8$	Propan	$C_3H_7-$	Propil
4	$C_4H_{10}$	Butan	$C_4H_9-$	Butil

**Alkanlarning izomeriyasi va nomenklaturasi**

Ma'lumki, organik birikmalarning juda ko'p va turli tumanligi izomeriya hodisasi bilan tushuntiriladi.

*Moddalarning tarkibi va molekulyar massasi bir xil bo'lib, tuzilish va fizik-kimyoviy xossalari jihatidan farq qilishi izomeriya deyiladi.*

Organik birikmalarda izomeriyaning turli tiplari uchraydi. Alkanlarda uglerod zanjiri (uglerod skleti) izomeriyasi tipi kuzatiladi va u butandan boshlanadi. Molekulada uglerod atomlari soni ortishi bilan izomerlar soni keskin ortib boradi.

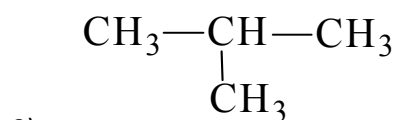
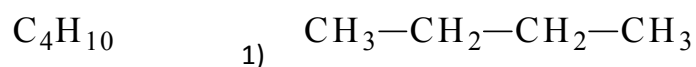
Masalan, butanda 2 ta, pentanda 3 ta, geksanda 5 ta, geptanda 9 ta, oktanda 18 ta, nonanda 35 ta va dekanda 75 ta izomer mavjud.

## Alkanlar izomerlari sonii

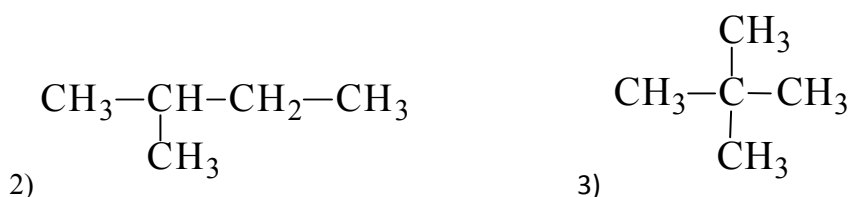
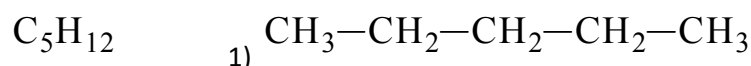
Alkan nomi	Formula	Izomerlar soni
Metan	CH <sub>4</sub>	1
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	3
Geksan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	5
Geptan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	9
Oktan	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	18
Nonan	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	35
Dekan	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	75
Pentadekan	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	4 347
Geksadekan	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	10 359
Eykozan	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	366 319
Pentakozan	C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>	36 797 588
Triakontan	C <sub>30</sub> H <sub>62</sub>	4 111 846 763
Pentatrikontan	C <sub>35</sub> H <sub>72</sub>	493 782 952 902
Tetrakontan	C <sub>40</sub> H <sub>82</sub>	62 481 801 147 341
Pentatetrakontan	C <sub>45</sub> H <sub>92</sub>	8 227 162 372 221 203
Pentakontan	C <sub>50</sub> H <sub>102</sub>	1 117 743 651 746 953 270
Geksakontan	C <sub>60</sub> H <sub>122</sub>	22 158 734 535 770 411 074 184
Geptakontan	C <sub>70</sub> H <sub>142</sub>	471 484 798 515 330 363 034 639 871
Oktakontan	C <sub>80</sub> H <sub>162</sub>	105 644 769 069 466 751 069 534 156 000 016
Nonakontan	C <sub>90</sub> H <sub>182</sub>	246 245 150 242 821 439 632 304 475 956 113 295
Gektan	C <sub>100</sub> H <sub>202</sub>	5 921 072 038 125 809 849 884 993 369 103 538 010 139
Diktan	C <sub>200</sub> H <sub>402</sub>	9,43*10 <sup>83</sup>
Pentaktan	C <sub>500</sub> H <sub>1002</sub>	7*10 <sup>217</sup>
Kilian	C <sub>1000</sub> H <sub>2002</sub>	7,35*10 <sup>441</sup>
Diklian	C <sub>2000</sub> H <sub>4002</sub>	4,6*10 <sup>890</sup>

$C_{29}H_{60}$  ning izomerlar soni 1,59 milliarddan ortiq bo'lib, ularni 1 sekundda 1 tadan yozsa xam inson umri yetmaydi!

Quyida butan va pentan izomeriyalari ko'rsatilgan:

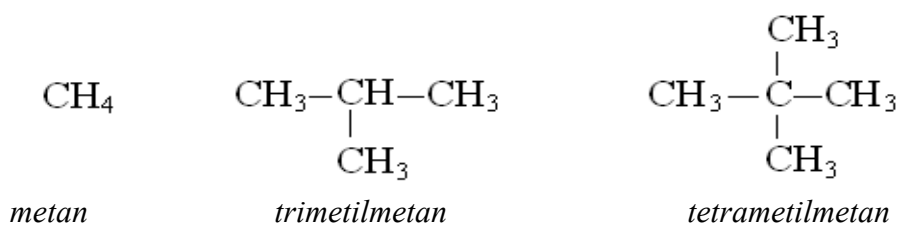


2)



Organik birikmalarning ko'plab kashf etilishi natijasida ko'pchilik organik moddalarga trivial (tasodifiy) nomlar berilgan. Masalan, to'yingan uglevodorodlarning dastlabki to'rtta vakiliga metan, etan, propan va butan deb tasodifiy nom berilgan. Pentandan boshlab alkanlarning nomiga molekula tarkibidagi uglerod atomi sonining grekcha nomiga "-an" qo'shimchasini qo'shib hosil qilinadi. Masalan, pentan –  $C_5H_{12}$ , geksan –  $C_6H_{14}$ , geptan –  $C_7H_{16}$ , oktan –  $C_8H_{18}$  va hokazo.

XIX asrdan boshlab organik birikmalarni nomlashda ratsional nomenklatura qo'llanila boshlandi. Ratsional nomenklaturaga ko'ra, barcha alkanlar gomologik qatorning dastlabki vakili metanning bitta yoki bir necha vodorodini boshqa radikallarga almashingan hosilasi deb qaraladi:

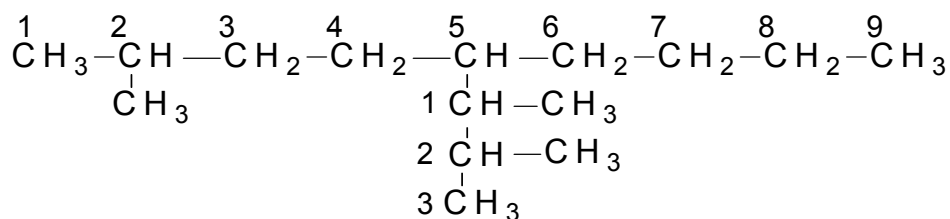


Bu nomlash uncha murakkab bo'lmagan alkanlarni nomlash uchun qulaydir.

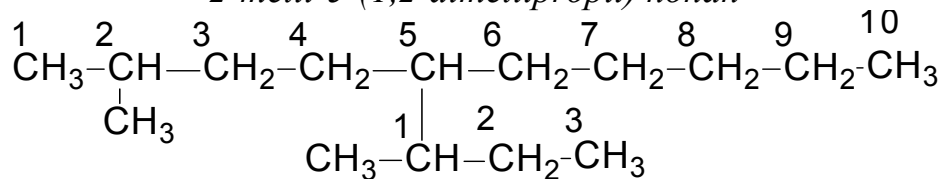
1892 yil Jenevada Halqaro kimyogarlar kongressida yangi nomenklatura -



5. Alkanning tarmoqlangan uzun zanjiri ham raqamlanadi, raqamlash uglevodorodning asosiy zanjiri bilan bog'langan uglerod atomidan boshlanadi. O'rinbosar nomi qavs ichida yoziladi:



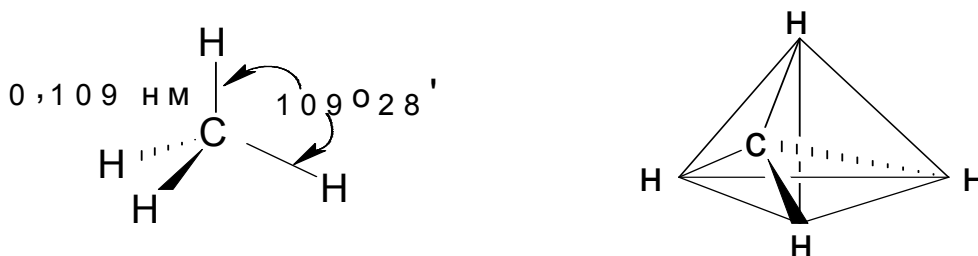
*2-metil-5-(1,2-dimetilpropil) nonan*



*5-(1-metilpropil) dekan yoki 5-ikkilamchi-butildekan*

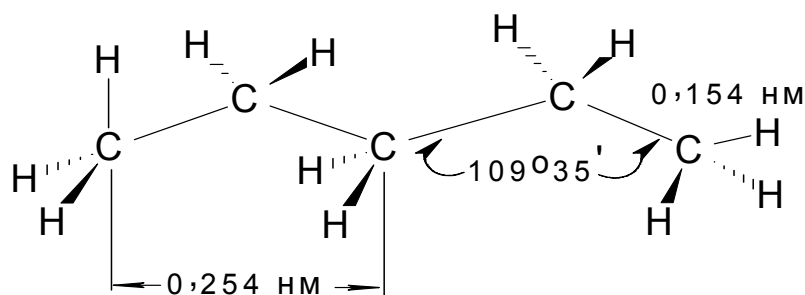
Bitta uglerod bilan bog'langan uglerod atomiga birlamchi, ikkita bilan bog'langaniga ikkilamchi, uchta bilan bog'langan bo'lsa uchlamchi va to'rtta bilan bog'langan bo'lsa to'rtlamchi uglerod atomi deyiladi.

**Alkanlarning molekulyar tuzilishi.** Alkanlarda uglerod atomlari  $sp^3$ -gibridlanish holatida bo'ladi. Uglerodning 4 ta  $sp^3$ -gibridlangan orbitallari to'rtta vodorodning 1s orbitali bilan qoplanadi va  $\sigma$ -sigma bog'larni hosil qiladi. Gibridlangan orbitallarning uchlari to'g'ri tetraedrning uchlariga yo'nalgan bo'ladi va ular orasidagi burchak  $109^{\circ}28'$  ga teng. C-C bog'ining uzunligi  $0,154 \text{ nm}$  va C-H bog'i  $0,109 \text{ nm}$  ga teng. Metan molekulasida *tetraedr* ko'rinishida bo'lib, uning uchlarida vodorod atomlari joylashgan va burchak  $109^{\circ}28'$  ga teng:



**156-rasm. Metan molekulasining fazoviy shakli**

n-alkanlarning molekulasida uglerod atomlari ko'p bo'lsa, ularning tuzilishi siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi va uglerod atomlari tekislikda quyidagicha yotadi:



**157-rasm. Propan molekulasining fazoviy shakli**

### **Alkanlarning tabiiy manbaalari va olinish usullari.**

Alkanlar asosan tabiiy manbalardan va sintez usuli bilan olinadi.

1. Alkanlarning asosiy manbai neft va tabiiy gazdir. Tabiiy gaz 95-98% metan, 2-5% etan, propan, butandan iborat bo'ladi. Neftni qayta ishlab alkanlar aralashmasi olinadi (84-rasm).



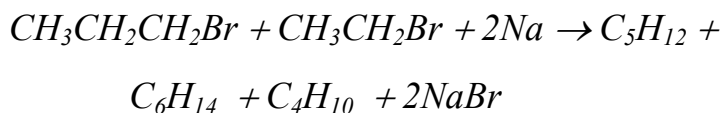
**158-rasm. Buxoro neftni qayta ishlash zavodi**

2. Toshko'mir yoki qo'ng'ir ko'mirni vodorod bilan molibden, volfram yoki nikel metallarining oksidlari va sulfidlari ishtirokida 450-470°C, 300 atm. bosimda gidrogenlanadi. Buning natijasida alkanlar va sikloalkanlar hosil bo'ladi.

3. Vyurts reaksiyasi (1855 y.) bo'yicha galogenalkanlarga natriy metalini ta'sir qilib to'yingan uglevodorodlar olish mumkin:



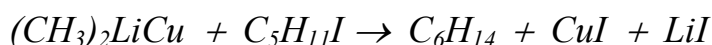
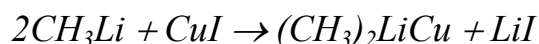
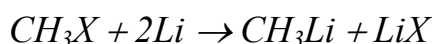
Bu usul bilan juft uglerod atomi tutgan alkanlarni olish yaxshi unum beradi. Toq sonli uglerod atomi tutgan alkanlarni har xil galogenalkanlardan olinganligi sababli alkanlarning aralashmasi hosil bo'ladi:



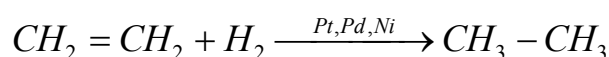
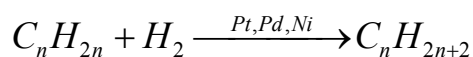
Bunday reaksiyani litiy metali va mis tuzlari ishtirokida efir eritmasida olib borilsa yuqori unum bilan alkan hosil bo'ladi (Kori-Xaus reaksiyasi):



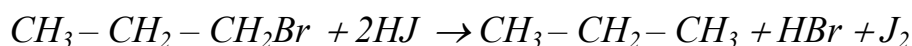
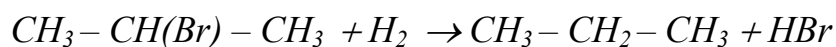
159-rasm. Sh.Vyrts



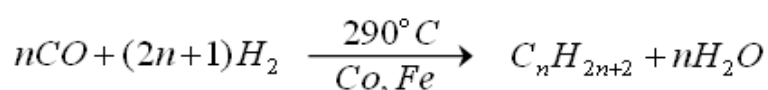
4. Alkanlar to'yinmagan uglevodorodlarni vodorod bilan qaytarish (gidrogenlash) yo'li bilan olinadi:



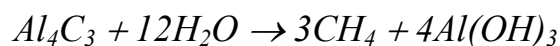
5. Alkanlarning galogenli hosilalarini katalizator ishtirokida vodorod yoki vodorod yodid bilan yuqori haroratda qaytarib olinadi:



6. Fisher-Tropsh usuli bo'yicha uglerod (II) yoki (IV)-oksidi kobalt va temir katalizatorlari ishtirokida qaytarilsa, alkanlar aralashmasi hosil bo'ladi:



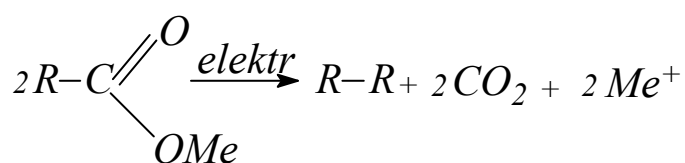
7. Ayrim metall karbidlariga suv ta'sir ettirib metan olinadi:



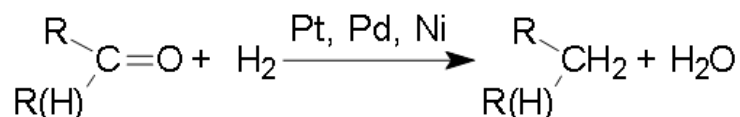
8. Alkanlar karbon kislotalarning tuzlarini ishqorlar bilan qizdirib olinadi:



9. Kolbe reaksiyasi (1849 y) bo'yicha karbon kislota tuzlarini elektroliz qilish yo'li bilan ham to'yingan uglevodorodlarni olish mumkin:



10. Alkanlar karbonilli birikmalarni vodorod bilan qaytarib olinishi mumkin:



**Alkanlarning fizik xossalari.** Metan, etan, propan va butanlar gaz moddalar,  $C_5H_{12}$  dan to  $C_{15}H_{32}$  gacha suyuq,  $C_{16}H_{34}$  dan boshlab qattiq moddalar. Gazsimon va qattiq alkanlar hidsiz, suyuq alkanlar o'ziga xos hidga ega. Ular suvda erimaydi. To'yingan uglevodorodlar qutbsiz erituvchilarda (benzol, efir, xloroform) yaxshi eriydi. Normal tuzilishli alkanlarning suyuqlanish temperaturasi tarmoqlangan tuzilishli uglevodorodlarnikidan past bo'ladi (12-jadval). Normal tuzilishli alkanlarni izoalkanlardan mochevina va tiomochevina yordamida ajratiladi.

**Alkanlarning kimyoviy xossalari.** To'yingan uglevodorodlar oddiy sharoitda ancha passiv bo'lib, kimyoviy reaksiyalarga juda qiyin kirishadi.

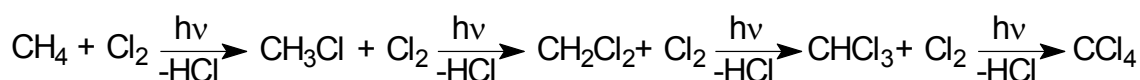
Shuning uchun ular parafinlar (parum offinic - aktivmas) deb ataladi. Buning sababi, uglerod-uglerod va uglerod-vodorod bog'lari mustahkam oddiy bog'lar bo'lib, ularning bog'lanish energiyasi 83 kkal/molga teng. To'yingan uglevodorodlarda barcha uglerod atomlarining bog'lari to'yingan bo'lganligi uchun ular birikish reaksiyalariga kirishmaydi. Ammo ular katalizator ishtirokida, nur va harorat ta'sirida o'rin almashinish reaksiyalariga kirishadi.

## 18 – jadval

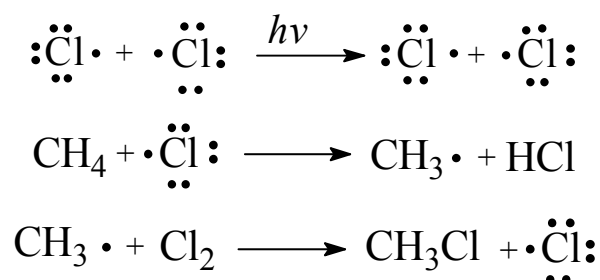
### Alkanlarning fizik xossalari

Nomi	Formulasi	Suyuqlanish harorati, °C	Qaynash harorati, °C
Metan	CH <sub>4</sub>	– 184	– 162
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	– 172	– 88
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	– 190	– 42
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	– 135	– 0,5
Izobutan	izo-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	– 140	– 10
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	–132	36
Izopentan	izo-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	–161	28
Geksan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	– 94	69
Geptan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	– 90	98
Dekan	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	– 30	174
Pentadekan	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	10	266
Geksadekan	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	18	287
Eykozan	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	37	348

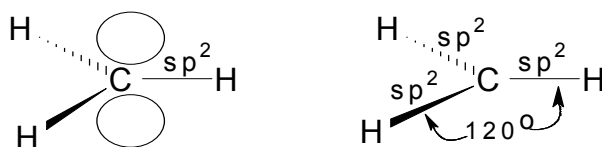
**Galogenlash.** Alkanlar fluor bilan shiddatli, xlor bilan nur ta'sirida reaksiyaga kirishadi. Metanni xlorlash nur yoki qizdirish bilan boradi:



Reaksiya radikal mexanizmida boradi (S<sub>R</sub>):

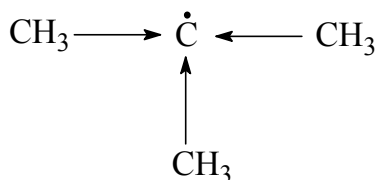


Reaksiya natijasida hosil bo'ladigan metil radikali deyarli tekis tuzilishga ega bo'lib, reaksiyaga juda tez kirishadi. Metil radikalining uglerod atomi  $sp^2$  - gibridlanish holatida bo'lib, juftlashmagan elektron p-orbitali  $\sigma$ - bog' tekisligining ustida va ostida joylashgan:



Metil radikali  $\sigma$ - bog'lari

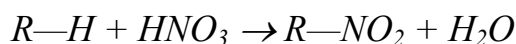
Tarmoqlangan zanjir tutgan radikallar barqaror bo'ladi. Ulardagi juftlashmagan elektron boshqa atom va guruhlarning musbat induktiv effekti (+I) va fazoviy ta'sirida delokallashadi.



Radikallarning barqarorligi quyidagi qatorda ortib boradi:

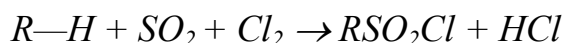


**Nitrolash.** Alkanlar suyultirilgan nitrat kislota yoki azot oksidlari bilan qizdirilsa, nitrobirikmalar hosil qiladi. M.I.Konovalov to'yingan uglevodorodlarni yuqori bosim ostida suyultirilgan nitrat kislota bilan qizdirib ( $140^\circ\text{C}$ ) nitroalkalar hosil qildi:



Nitrolash reaksiyasida organik birikmalardagi uchlamchi uglerod atomidagi vodorod nitroguruhga oson almashinadi. Sanoatda nitrobirikmalar to'yingan uglevodorodlarga nitrat kislota bug'lari yoki azot(IV) oksid ta'sir ettirib olinadi.

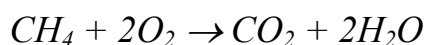
**Sulfoxlorlash.** Alkanlar  $SO_2$  va  $Cl_2$  bilan ultrabinafsha nur ta'sirida reaksiyaga kirishib alkansulfonilxloridlar hosil qiladi:



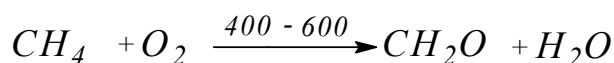
**Sulfooksidlash.** Alkanlar  $SO_2$  va  $O_2$  bilan ultrabinafsha nur ta'sirida reaksiyaga kirishib alkansulfonlar hosil qiladi:



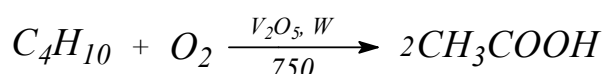
**Oksidlash.** To'yingan uglevodorodlar oddiy sharoitda turli oksidlovchilar (havo kislorodi,  $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ) ta'siriga chidamli. Ular havo kislorodi bilan yuqori temperaturada ( $300^0$  C) qizdirilsa yonadi va  $CO_2$  va  $H_2O$  hosil qiladi:



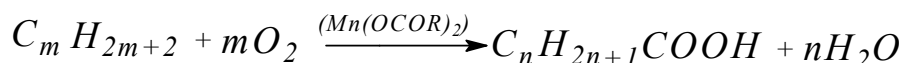
Alkanlarni kislorod bilan katalizatorlar ishtirokida oksidlash yo'li bilan turli organik birikmalar olish mumkin:



Butan havo kislorodi bilan vanadiy oksidi, volfram metali ishtirokida yuqori haroratda oksidlansa oziq-ovqat mahsulotlari uchun ishlatiladigan sirka kislota hosil bo'ladi:

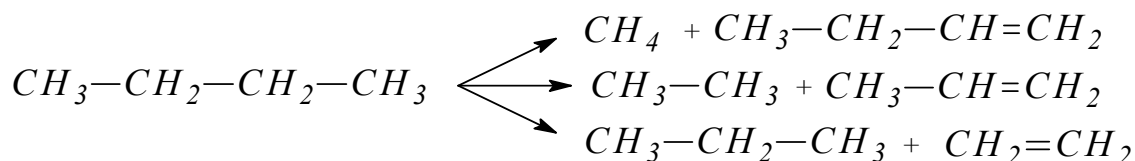


Agar oksidlash havo kislorodi bilan  $Mn(OCOR)_2$  ishtirokida olib borilsa karbon kislotalarning aralashmasi hosil bo'ladi:

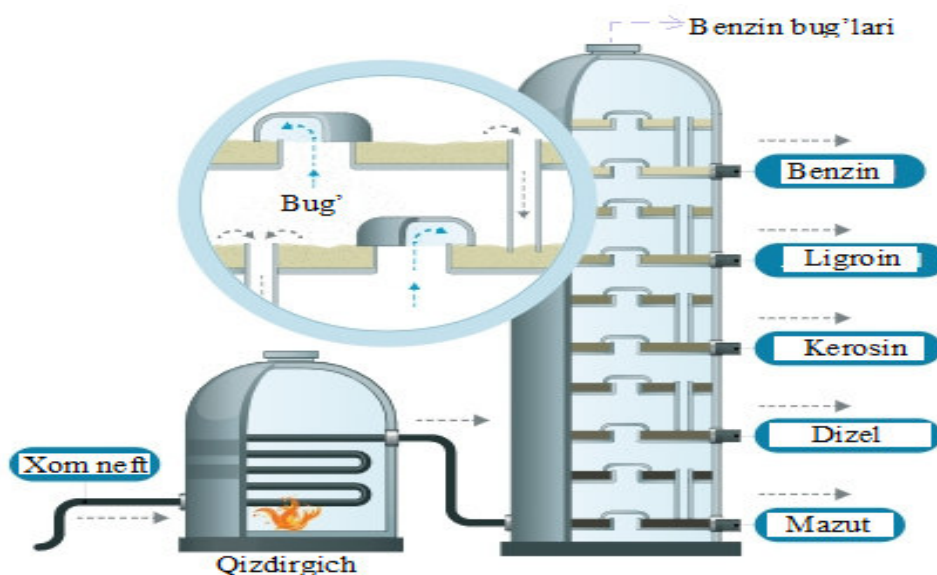
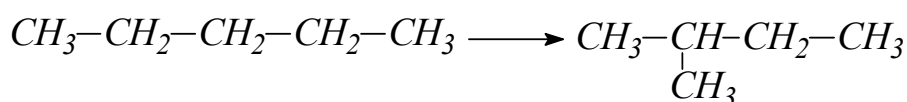


**Alkanlarning parchalanish reaksiyalari. Kreking.** Yuqori haroratda to'yingan uglevodorodlardagi C-C bog'lari uzilib erkin radikallar hosil qiladi va

natijada kam uglerodli alkan va alkenlar aralashmasi hosil bo'ladi. Bu jarayon **termik kreking** deb ataladi:

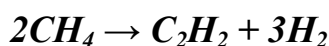


Agarda parchalanish katalizatorlar ishtirokida olib borilsa, **katalitik kreking** deyiladi. Bu usulda normal uglevodorodlardan izomer molekularlar ham hosil bo'ladi:



160-rasm. Neft xaydash jarayoni va qurilmasi

**Alkanlarning ishlatilishi.** Alkanlar arzon yoqilg'i va kimyo sanoatida ko'p tonnalab ishlab chiqariladigan mahsulotlar uchun xom ashyodir. Neftni qayta ishlab, motor va reaktiv yoqilg'i olinadi. Alkanlardan alkenlar – etilen, propilen, butenlar olinadi. Shuningdek, tabiiy gaz tarkibidagi metandan pirolizlash yo'li bilan atsetilen olinadi.



## Sikloalkanlar

Ochiq zanjirli tuyingan uglevodorodlardan farqli ravishda yopiq zanjirli tuyingan uglevodorodlar ham mavjud. O'z xossalari bilan oddiy to'yingan uglevodorodlarni eslatadi va shundan ularning nomlanishi kelib chiqadi - sikloalkanlar. Sikloalkanlar gomologik qatorining umumiy formulasi  $C_nH_{2n}$  ya'ni sikloalkanlar etilenli uglevodorodlarga izomerdir. Molekulasi faqat uglerod atomlaridan tashkil topgan halqali (siklik) birikmalardir. Alisiklik uglevodorodlar to'yingan va to'yinmagan bo'ladi. *Ali* - alifatik uglevodorodlarga o'xshash degani. To'yinganlarining xossalari parafinlarnikiga o'xshash bo'lgani uchun sikloparafinlar deyiladi. Bu uglevodorodlar bir nechta metilen guruhlaridan iborat halqalarga ega bo'lgani uchun polimetilen uglevodorodlar deyiladi.

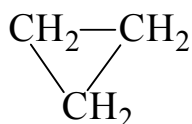
Ular quyidagilarga bo'linadi:

1.  $C_nH_{2n}$  – sikloparafinlar
2.  $C_nH_{2n-2}$  – sikloolefinlar
3.  $C_nH_{2n-4}$  – siklodienlar
4.  $C_nH_{2n-6}$  - siklotrienlar

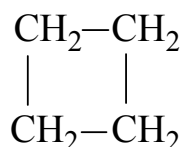
Bundan tashqari yadrolarga qarab boshqacha sinflanadi:

1. Bir yadroli – monosiklik
2. Ikki yadroli – disiklik
3. Uch yadroli - trisiklik
4. Ko'p yadroli - polisiklik

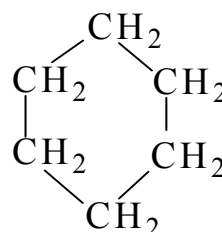
## Sikloparafinlar



Siklopropan

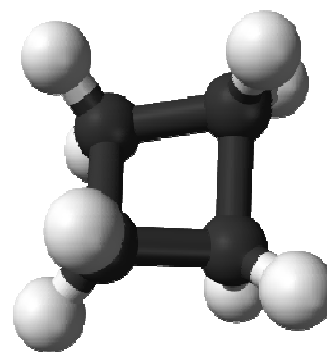
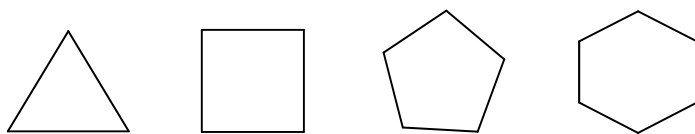


Siklobutan



Siklogeksan

Organik kimyoda aytib o'tilgan sikloalkanlarni struktura formulalarini ko'pincha C va H belgilarini qo'ymay oddiy geometrik shakllar bilan ko'rsatiladi:

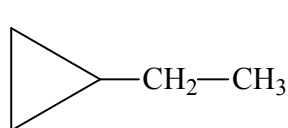


### Izomeriyasi

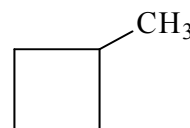
Sikloalkanlar uchun siklobutandan boshlab ba'zi struktura izomeriyalar xarakterlidir. Ular quyidagilar:

**161-rasm.**  
**Siklobutan modeli**

a) halqadagi uglerod atomlari soni bilan

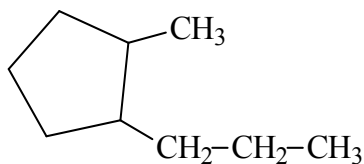


*Etilsiklopropan*

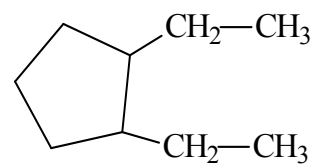


*Metilsiklobutan*

b) o'rin oluvchilardagi uglerod atomlari soni bilan

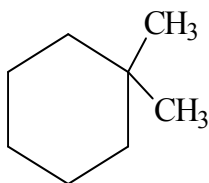


*1-Metil, 2-propilsiklopentan*

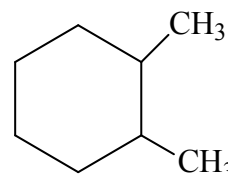


*1,2-Dietilsiklopentan*

c) halqadagi o'run oluvchi xolati bilan



*1,1 - Dimetilsiklogeksan*



*1,2 - Dimetilsiklogeksan*

Sikloalkanlar uchun alkenlar bilan sinflararo izomeriyasi ham xarakterlidir. Alisiklik uglevodorodlarning kichik halqalilari katta halqalilaridan farq qilib, har xil barqarorlikga ega. Buni ularning fazoviy tuzilishi orqali tushuntirib berish mumkin. Fazoviy tuzilishi yoki stereokimyosiga ko'ra to'yingan uglevodorodlarda valent burchagi  $109^{\circ}28'$  bo'lib tetraedr tuzilishiga ega, sikloparafinlarda valent burchagi  $60^{\circ}$  dan boshlanadi. Halqalarning kattalashishi bilan valent burchagi tetraedrik burchakka yaqinlashadi va bu valent burchaklar molekulaning kimyoviy xossalari ta'sir qiladi. 1885 yilda Nemis kimyogari A.Bayer halqaning kuchlanish nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra og'ish burchagi qancha katta bo'lsa halqaning kuchlanishi ham shuncha katta bo'ladi. Kuchlanish o'lchovi qilib quyidagi formulani taklif qilgan:



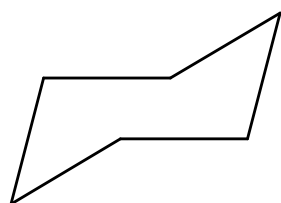
162-rasm. A.Bayer

$$\alpha = \frac{109^{\circ}28' - 60}{2} = 24^{\circ}44' \quad \alpha = \frac{2d(1-2)}{n}$$

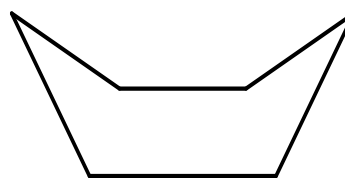
n - zanjir soni, d - og'ish burchagi.

$$\alpha = \frac{109^{\circ}28' - 60^{\circ}}{2} = 24^{\circ}44'$$

Bayerning nazariyasiga ko'ra olingan ma'lumotlar 3 va 4 a'zoli halqaning beqarorligi va besh a'zoli halqaning barqarorligini tushuntirib beradi. Lekin olti a'zoli siklogeksanni barqarorligini tushuntirib bera olmaydi. Buni tushuntirishda molekulaning fazoviy tuzilishni aniqlash kerak. Katta sikllar bir tekislikda yotmaydi (siklopropanon bir tekislikda) buni Bayer hisobga olmagan. Aniqlashlariga ko'ra siklogeksan oddiy sharoitda bir-biriga o'tib turadigan ikki xil geometrik shaklga ega, ya'ni "Vanna" va "Kreslo":

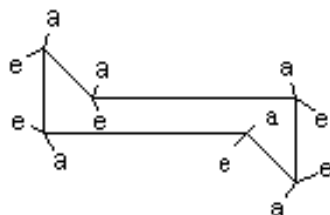


*Kreslo*



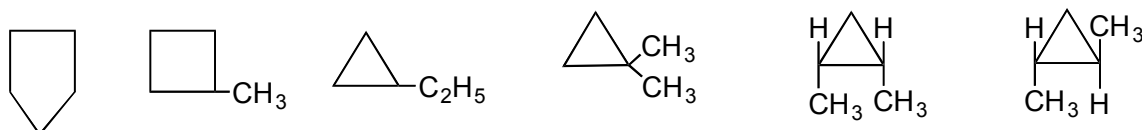
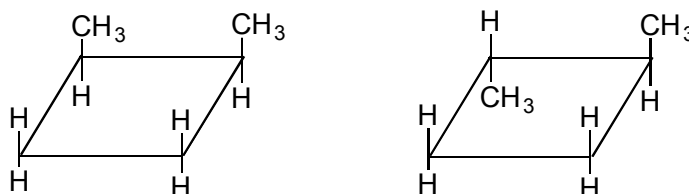
*Vanna*

Shakllar termodinamik muvozanatda bo'ladi va sovitilsa "vanna", isitilsa "kreslo" shakliga o'tadi. Yuqoridagi shakllar konformasiya shakllari deb ataladi.

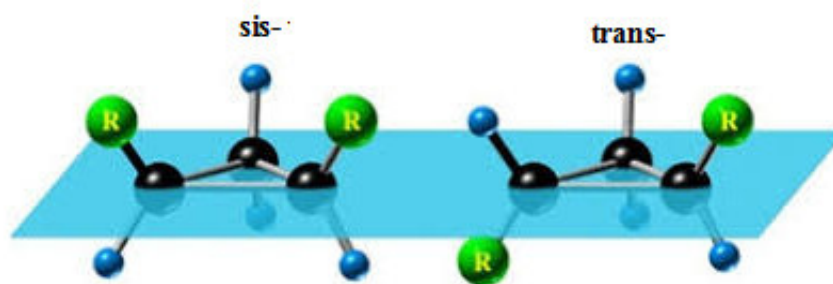


Siklogeksandagi vodorod atomlarining molekula tekisligiga perpendikulyar (a - aksial) hamda molekula tekisligiga parallel (e - ekvatorial) joylashishi mumkin. Shuning uchun siklogeksan barqaror bo'lib, kreslo shaklini yoki vanna shaklini oladi, siklopentan esa bunday shakllarni hosil qila olmaydi. Siklopentanda molekulaning bir uchi tekislikdan ko'tarilgan bo'ladi.

Sikloparafinlarda geometrik izomeriya ham uchraydi:

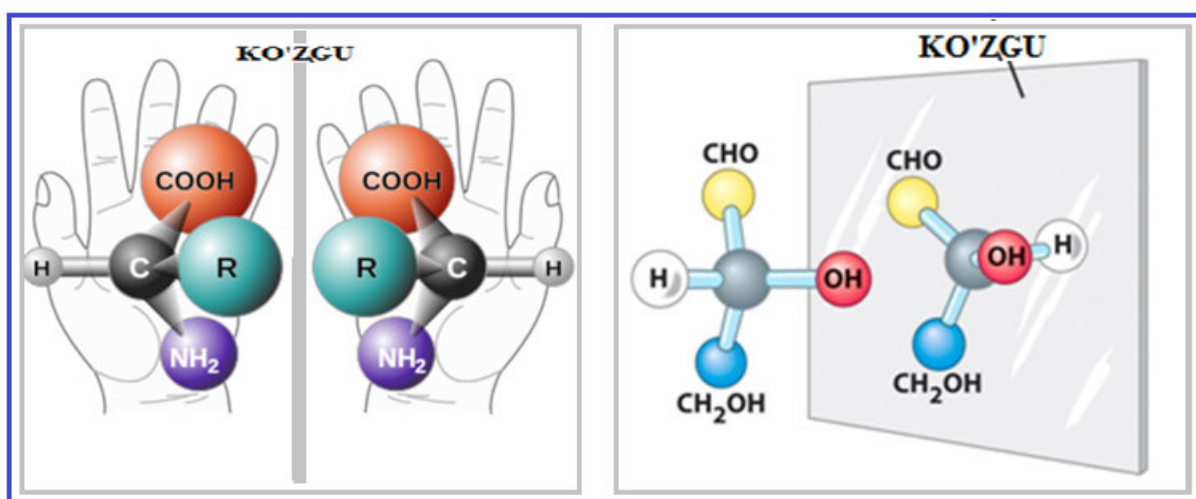


Halqada 2 ta o'rin oluvchilar bo'lganda har xil uglerod atomlarida geometrik (**sis- va trans-**) izomeriya va optik izomerya mavjud bo'lishi mumkin.



163-rasm. Sikloalkanlarda sis- va trans- izomeriya

**Optik izomeriya** molekulada simmetriya maydoni bo'lmagandagina namoyon bo'ladi. Ko'rsatilgan misollardagi metil guruhlar halqaning tekisligini 1 va 2 tomonda bo'lishi mumkin. Ma'lumki, geometrik izomerlar modellarni bir-biri bilan solishtirilganda ular to'g'ri kelmaydi. Siklik birikmalarda geometrikdan tashqari **ko'zgu izomeriyasi** ham mavjud bo'lishi mumkin. Modellarini bir-biriga solishtirganda ular to'g'ri keladi.

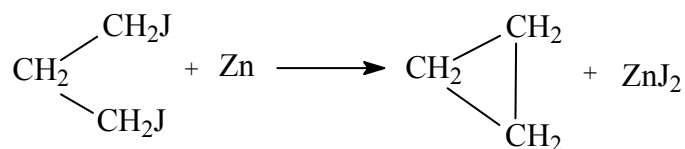


164-rasm. Optik izomeriya

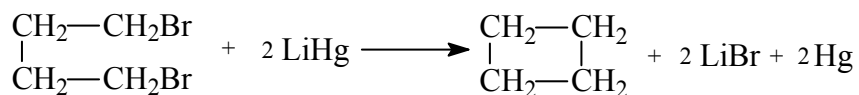
Sis- va trans- izomerlar uchun bunday solishtirish xususiyati mutlaqo to'g'ri kelmaydi. Bundan tashqari sikloalkanlar qatorida **burilish izomeriyasi** ham katta ahamiyatga ega.

### Olinish usullari.

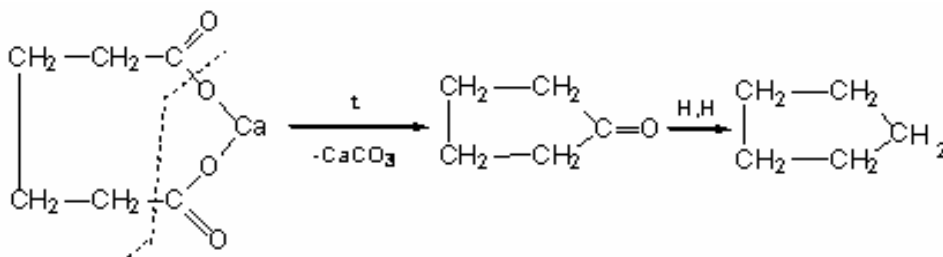
a) Digalloid hosilalardan olinishi (uch, to'rt, besh va olti a'zoli sikllari hosil qilinadi).



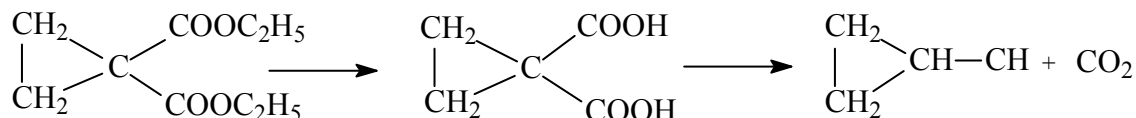
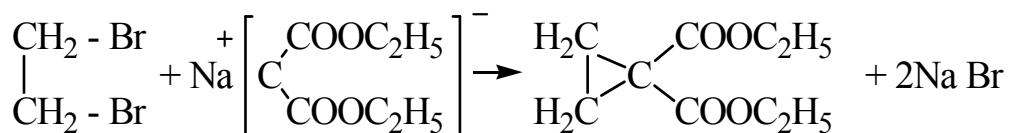
b) Litiy amalgamasini 1,4 - dibrombutanga ta'sir ettirilganda siklobutan hosil bo'ladi.



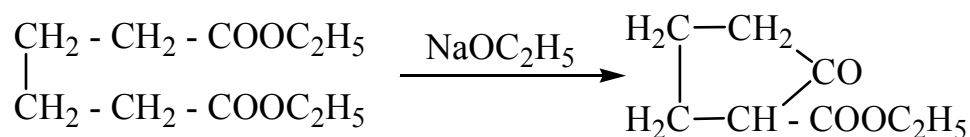
1. Ikki asosli karbon kislotalarning kalsiyli tuzlarini qizdirib sikloparafinlarni olinishi.



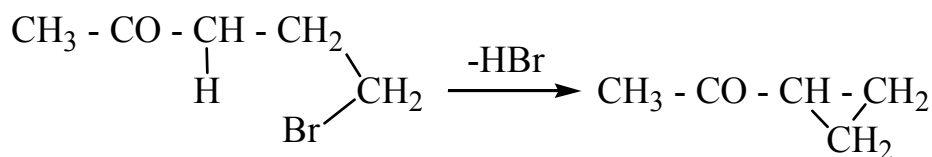
2. Digalogenli xosilalarga dinatriyli va mononatriyli malon efiri ta'sir ettirib olinadi.



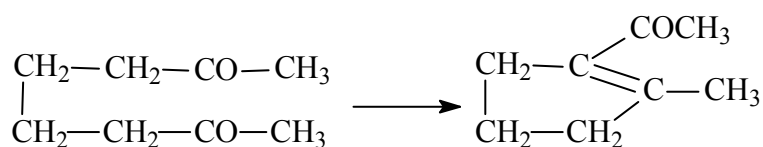
3. Ikki asosli kislotalarning murakkab efirlarini alkogolyatlar ta'sirida kondensatlash (Diman usuli).



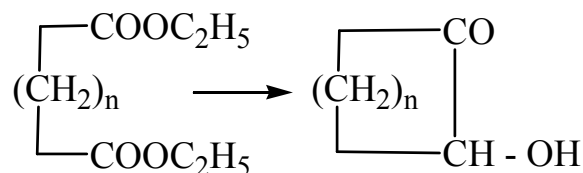
4. Molekulasida galogen atomi bor karbonil birikmalarni degidrogalolash.



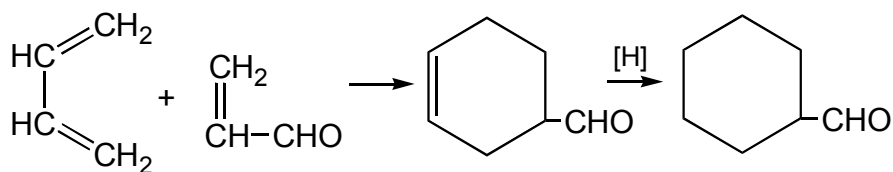
5. Ba'zi diketonlardan bir molekula suv tortib olib, to'yinmagan siklik birikmalar xosil qilish mumkin.



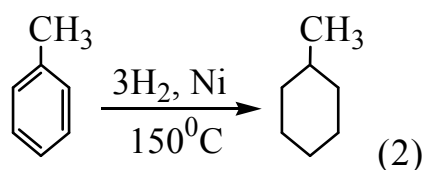
6. Ko'p a'zoli siklik ketonlar xosil qilish uchun Shtal Prelof usulidan foydalaniladi. Ikki asosli kislota efirlari natriy metalli ishtirokida qaynatilsa, molekula ichki kondensatlanadi.



7. Dien sintezi orqali olinishi:



## 8. Benzol va uning gomologlarini gidrogenlash (N.Zelinskiy usuli).



### Fizikaviy xossalari.

Birinchi ikki a'zosi gaz holida moddalar (siklopropan, siklobutan), C<sub>3</sub> dan C<sub>6</sub> gacha bo'lganlari suyuqliklar, C<sub>6</sub> dan yuqorilari qattiq moddalardir. Qaynash haroratlari uglerod soni teng keladigan to'yingan uglevodorodlardan biroz yuqori. Suvda barchasi erimaydi. Sikloalkanlar alkanlarga ko'ra qaynash va erish xususiyatlari yuqori temperaturaga va yuqori zichlikka ega. Bir xil tarkibda sikli qanchalik katta bo'lsa sikloparafin qaynash temperaturasi ham katta bo'ladi. Sikloalkanlar suvda erimaydi, lekin organik erituvchilarda eriydi. Ba'zi sikloalkanlar fizik xossalari 13-jadvalda keltirilgan.

### 19-jadval

#### Sikloalkanlarning ba'zi bir fizikaviy xossalari

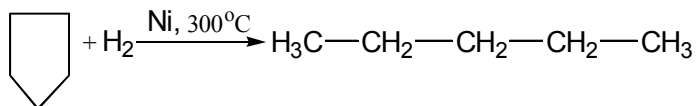
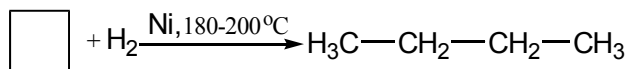
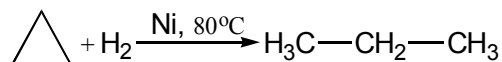
Birikmalari	T qay. harorati	T. suyuq. harorati
Siklopropan	-126,9	-33
Metil siklopropan	-177,2	0,7
Siklobutan	-80	13
Metil siklobutan	-149,3	36,8
Siklopentan	-94,4	49,3
Metil siklopentan	-142,2	71,9
Siklogeksan	6,5	80,7

### Kimyoviy xossalari

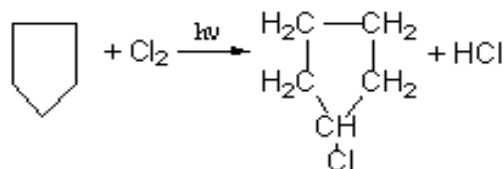
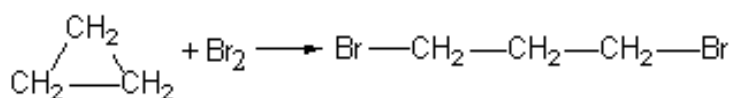
Sikloparafinlar kimyoviy xossalari jihatidan xuddi to'yingan alkanlarning xossalariга o'xshashdir. Faqat siklopropan va siklobutanni kimyoviy

xossalari to'yinmagan uglevodorodlarning xossasini eslatadi.

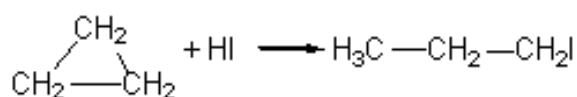
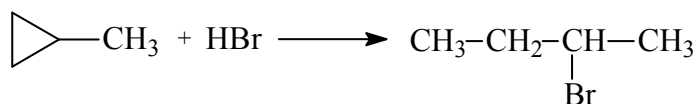
1. Vodородning ta'siri:



2. Galogenning birikishi:

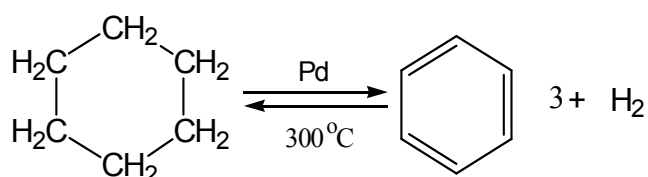


3. Hidrogalogenlash. Siklopropan va siklobutan hidrogalogenlar bilan ta'sirlashganda sikl uziladi.

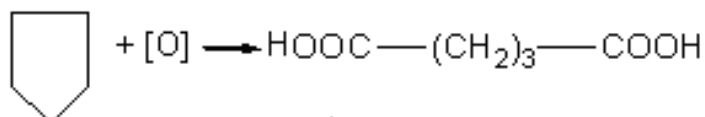


Reaksiya Markovnikov qoidasiga asoslanib amalga oshiriladi. Boshqa sikloparafinlar galogenvodorodlar bilan ta'sirlashmaydi.

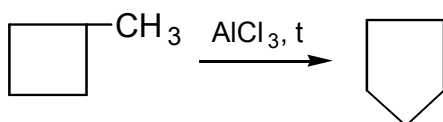
4. Degidrogenlash. Optik halqali birikmalarni katalizatorlar ishtirokida qizdirilganda ular degidrogenlanadi va aromatik uglevodorodlar hosil bo'ladi



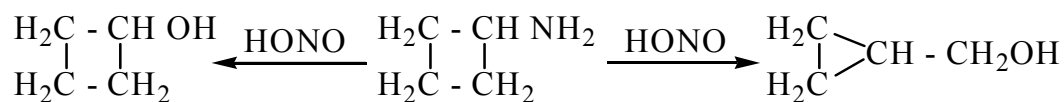
5. Oksidlanish reaksiyasi:



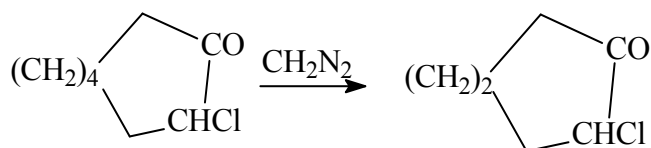
6. Zelinskiy-Kazanskiy reaksiyasi. Halqalarning bir-biriga o'tishi:



7. Halqani toraytirish usuli.



8. Halqani kengaytirish usuli.



**Ayrim vakillari va ularning ishlatilishi.** Sikloalkanlar orasida metilsiklopentan va siklogeksanning ahamiyati kattadir. Metilsiklopentan katalizator, bosim va harorat ta'sirida siklogeksanga aylantiriladi. Siklogeksandan esa siklogeksanon va adipin kislota olinadi. Siklogeksanon va adipin kislotalar asosida geksametilendiamin, kaprolaktam, kapron va neylon-4,6 tolalari olinadi.

### Nazorat savollari

1. Uglevodorodlar qanday sinflarga bo'linadi?
2. Alkanlar deb qanday birikmalarga aytiladi?
3. Alkanlar gomologik qatorining dastlabki 20 ta vakili nomlarini ayting.
4. To'yingan uglevodorodlarda uglerod atomlarining gibridlanish turi qanday?
5. Alkanlarning nomlanishida qanday nomenklaturalar qo'llaniladi?
6. To'yingan uglevodorodlarning tabiatda tarqalishini ayting.

7. Vyurts reaksiyasi bo'yicha metil va etil yodidlardan qanday alkanlar olish mumkin?
8. Pentan, geksan, geptan izomerlarining tuzilish formulalarini yozing va nomlang.
9. Alkanlarni fizikaviy xossalarini ayting.
10. To'yingan uglevodorodlarning kimyoviy xossalarini tushuntiring.
11. Alkanlarda boradigan radikal zanjirli reaksiyalarga misollar keltiring.
12. Alkanlarni nitrolash reaksiyalari qanday sharoitlarda olib boriladi?
13. Alkanlarni a) sulfolash; b) sulfoxlorlash; v) sulfooksidlash reaksiyalarini tushuntiring.
14. To'yingan uglevodorodlarning oksidlanishida qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?
15. Termik va katalitik kreking jarayonlarini qanday amalga oshiriladi?

### 3.3 To'yinmagan uglevodorodlar

Molekulasida qo'shbog' tutgan uglevodorodlarga to'yinmagan uglevodorodlar yoki *alkenlar (olefinlar), diyenlar*, uchbog' tutgan uglevodorodlarga esa alkinlar yoki atsetilen uglevodorodlari deyiladi. Alkenlarning birinchi vakili etilendir.

Etilenning vodorodlarini alkil guruhlariga almashtirilsa, uning gomologik qatori hosil bo'ladi. Masalan: etilen vodorodini metil guruhga almashtirilsa, metiletilen hosil bo'ladi. Metiletenda uch xil joylashgan vodorodlar bo'lib, ularni  $\text{CH}_3$  ga almashtirilsa, uch xil alken izomerlari hosil bo'ladi:

Etileten  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$

Simmetrik dimetiletlen  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$

Nosimmetrik dimetiletlen  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$

Bu alkenlar bir-biriga izomerlardir. Bu birikmalarni ratsional nomenklaturada nomlash uchun etilen asos qilib olinadi va radikallarning nomi

qo'shib yoziladi. Alkenlarni sistematik nomenklaturada nomlash uchun tegishli alkanning yakuniy – an qo'shimchasi o'rniga – en qo'shimchasi almashtiriladi.

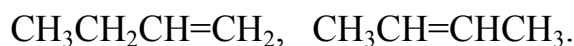
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$  - eten

$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  - propen

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  - buten-1  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  - buten-2

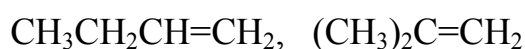
Alkenlarda uch xil izomeriya mavjud:

1. Zanjirdagi qo'shbog'ning holatidagi o'zgarish hisobiga sodir bo'luvchi izomerlar:

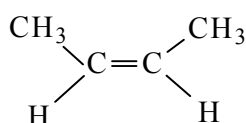


165-rasm.Eten modeli

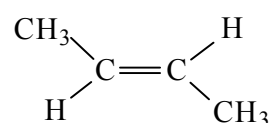
2. Zanjirning tarmoqlanishi hisobiga hosil bo'luvchi izomerlar:



3. Qo'shboqqa nisbatan o'rinbosarlarning joylanishi hisobiga hosil bo'luvchi fazoviy izomerlar:



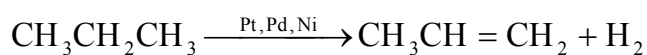
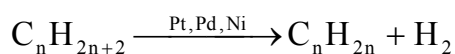
*Sis-buten-2*



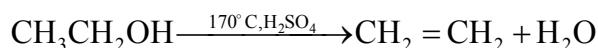
*Trans-buten-2*

### Olish usullari.

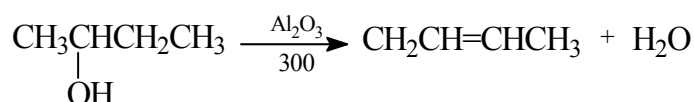
1. To'yingan uglevodorodlardan degidrogenlash orqali olish:



2. Spirtlarni degidratlash usuli bilan olish:

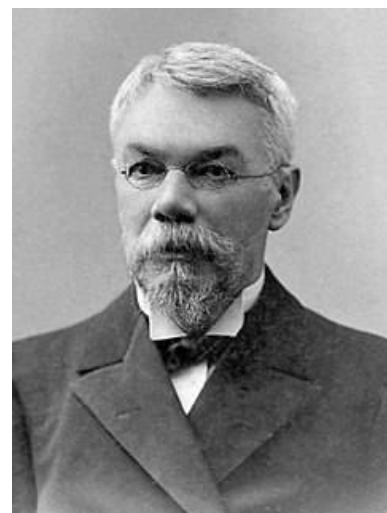
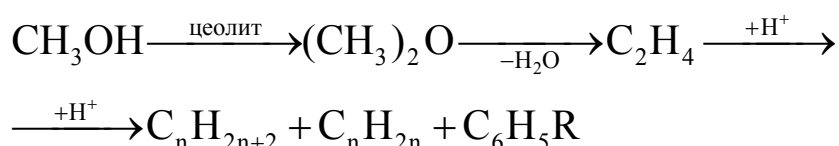


Katalizator sifatida  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ishlatiladi. Ikkilamchi butil spirtidan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ishtirokida buten-2 olinadi:

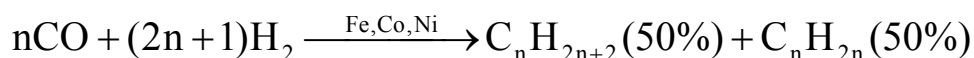


**Reaksiya A.M.Zaytsev qoidasi bo'yicha boradi:** *Organik moddadan vodorod galogenidlar yoki suv ajralib chiqayotganda, ajralayotgan vodorod kam vodorod tutgan uglerod atomidan ajraladi.*

3. Molekulasida bitta uglerod atomi tutgan birikmalardan alkanlar, alkenlar va aromatik birikmalar olish mumkin. Buning uchun seolit katalizatoridan foydalaniladi:

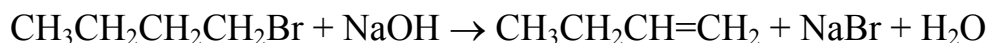


Uglerod (II)-oksidini temir, kobalt, nikel katalizatorlari ishtirokida qaytarilsa, alkanlar va alkenlarning aralashmasi hosil bo'ladi:

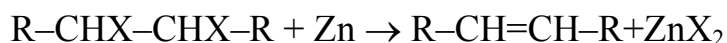


Agar katalizator sifatida kobalt olinsa, alkenning unumi 80% ga yetadi.

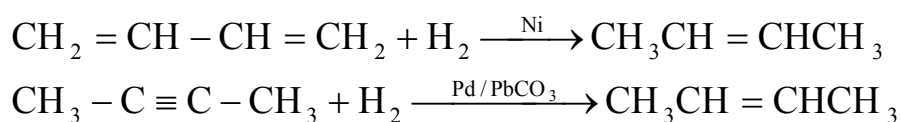
4. Alkenlarni mono- yoki digalogenli birikmalarida ishqorning konsentrlangan eritmasi ta'sirida olish mumkin:



Digalogenli birikmalardan rux metali yordamida qizdirish orqali alkenlar olinadi:



5. Dien va alkinlarni selektiv katalizatorlar ishtirokida vodorod bilan qaytarib alkenlar olinadi:



6. Neftni kreking qilishda hosil bo'ladigan mahsulotlarni bosim ostida haydab alkenlar olinadi.

7. Ko'mirni kokslash jarayonida hosil bo'ladigan gazlarni qayta ishlab alkenlar olinadi.

### Alkenlarning xossalari va ishlatilishi

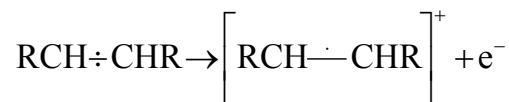
Etilen, propilen va butilenlar oddiy sharoitda o'tkir hidli gaz moddalar. C<sub>5</sub> dan boshlab suyuq moddalar bo'lib molekulyar massasi ortgan sari suyuqlanish va qaynash haroratlari o'zgaradi (20-jadval).

20-jadval

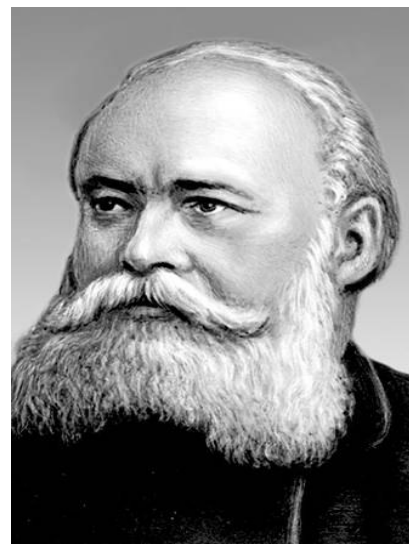
#### Alkenlarning ayrim vakillarining fizik xossalari

Nomi	Suyuqlanish harorati, °C	Qaynash harorati, ° C
Eten	-169	-102
Propen	-185	-48
Buten-1	-185	-6,5
Sis-buten-2	-139	4
Tans-buten-2	-106	1
2-metilpropen	-141	-7
Penten-1	-166	30
3-metilbuten-1	-135	25
2-metilbuten-2	-123	39
Geksen-1	-138	63,5

Etilen qutblanmagan modda, propilenning dipol momenti ( $\mu_D$ )  $0,30 \mu D$  ga, izobutileniki esa  $0,49 \mu D$  ga teng. Sis- va trans- izomerlar fizik doimiyliklari bilan bir-biridan farq qiladi. Elektronni molekuladan tortib olish energiyasi ionlanish energiyasi (IE) deyiladi. Bu jarayonni quyidagicha yozish mumkin:

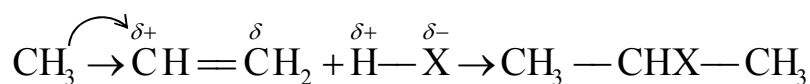


Umuman,  $\pi$ -orbitalning elektronlari atom yadrosidan uzoqda joylashgan bo'lib, harakatchan va  $\delta$ -orbitalining energiyasidan kichik. Shuning uchun alkenlarning ionlanish energiyasi alkanlarnikidan kichik. Etilen uglevodorodlarda uglerod  $sp^2$  gibridlanish holatida bo'ladi. Bitta  $2s$  va ikkita  $2p$  orbitallari gibridlanadi va uchta ekvivalent gibridlangan  $sp^2$  orbitallarini hosil qiladi. Gibridlangan orbitallar teng yonli uchburchak shaklida bo'lib, uchburchakning markazida uglerod atomi yotadi va orbitallar uchburchakning uchlariga yo'nalgan bo'lib, orasidagi burchak  $120^\circ$  ga teng. Etilen molekulasini hosil bo'lganda, uglerod atomining  $sp^2$  gibridlangan orbitali ikkinchi uglerod atomining  $sp^2$  gibridlangan orbitalini maksimal qoplaydi va  $\delta$ -bog'ini hosil qiladi. Uglerod atomlarining  $sp^2$ -orbitallari vodorod atomlarining  $1s$  orbitallarini qoplaydi va uglerod-vodorod  $\delta$ -bog'larini hosil qiladi va bir tekislikda yotadi. Gibridlanmagan  $2p$  orbitallarining gantel ko'rinishidagi shaklining bir qismi etilen molekulasini yotgan tekislik ustida va ostida yotadi hamda bir-birini qoplab,  $\pi$ -bog'ini hosil qiladi. Qo'sh bog'ning uzunligi  $0,133 \text{ nm}$  va C-H bog'ining uzunligi  $0,108 \text{ nm}$  ga teng.



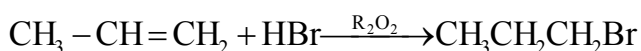
**Markovnikov qoidasi:** *Nosimmetrik alkenlarga H-X birikkanda, , vodorodi ko'p bo'lgan uglerod atomiga vodorod, vodorodi kam uglerod atomiga esa galogen birikadi.*

**167-rasm.V.Markovnikov**

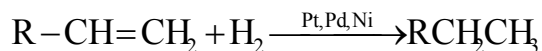


**Harash qoidasi (effekti):** Nosimmetrik alkenlarga eskirgan yoki peroksidlar tutgan eritmadagi H–X birikkanda, vodorodi ko'p bo'lgan uglerod atomiga vodorod, vodorodi kam uglerod atomiga galogen birikadi.

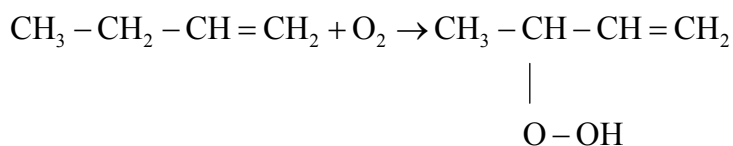
Peroksidlar ishtirokida HBr propilenga teskari birikadi:



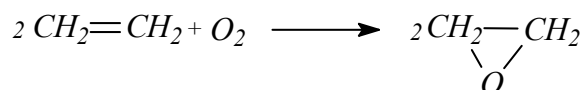
**Alkenlarni gidrogenlash.** Alkenlarni vodorod bilan platina – Pt, Pd, Ni ishtirokida qaytarilsa, alkanlar hosil bo'ladi:



**Alkenlarni oksidlash.** Alkenlarni oksidlanganda oksidlovchilarning kuchli yoki kuchsiz ekanligiga qarab har xil birikmalar hosil bo'ladi. Havо kislорodi hisobiga oksidlanganda gidroperoksidlar hosil bo'ladi:

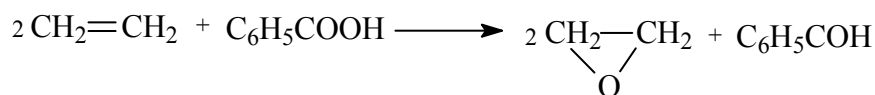


Etilen havо kislорodi bilan kumush katalizatori ishtirokida oksidlansa, etilen oksidini hosil qiladi:

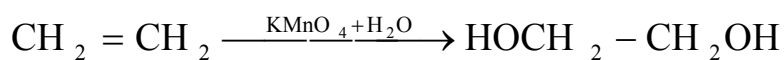


168-rasm. Harash

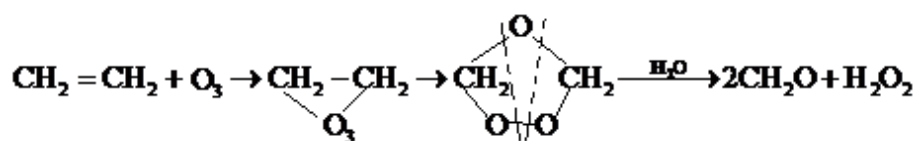
Etilen va uning gomologlari kislotalar bilan oksidlansa ham oksidlar hosil qiladi:



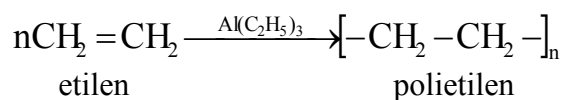
Alkenlarning kaliy permanganatning eritmasi bilan oksidlansa, glikollarni hosil qiladi:



Alkenlar ozon bilan ta'sirlashib ozonidlarni hosil qiladi. Ozonidlar suv bilan oson parchalanib, aldegid va ketonlarga aylanadi:



Etilen va uning gomologlaridan polimerlar olinadi:



**169-rasm. Sanoatda polietilen maxsuloti ishlab chiqarish**

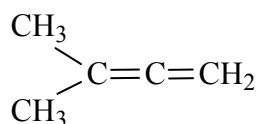
**Ishlatilishi:**  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  ni glikollar, oksidlar, spirtlar, sirka aldegid, sirka kislota, divinil va polimerlar olish uchun ishlatiladi.

**Alkadiyenlar.** Molekulasida ikkita qo'sh bog' tutgan birikmalarga *dien uglevodorodlar* deyiladi. Umumiy formulasi  $C_nH_{2n-2}$ . Molekulada qo'sh bog'ning bir-biriga nisbatan joylashishiga qarab, dienlar uch turga bo'linadi.

1. Allen turidagi dien uglevodorodlar.

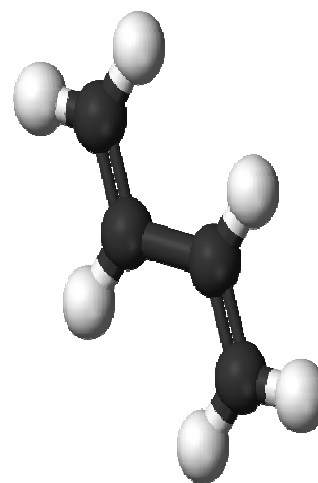
$>C=C=C<$ ,  $CH_2=C=CH_2$  propadien (allen)

$CH_3-CH=C=CH_2$  butadien-1,2 (metilallen)



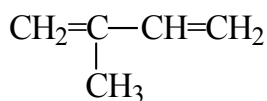
3-metilbutadien-1,2

(dimetilallen)



2. Konyugirlangan bog' tutgan dien uglevodorodlar.

$CH_2=CH-CH=CH_2$  butadien-1,3 (divinil)



2-metilbutadien-1,3 (izopren)

**170-rasm. Butadiyen-1,3 modeli**

3. Ajratilgan bog' tutgan dien uglevodorodlar. qo'sh bog'lar bir-biridan ( $CH_2$ ) guruhlar orqali ajratilgan bo'ladi.

$CH_2=CH-CH_2-CH=CH_2$  *pentadien-1,4*  
(*divinilmetan*)

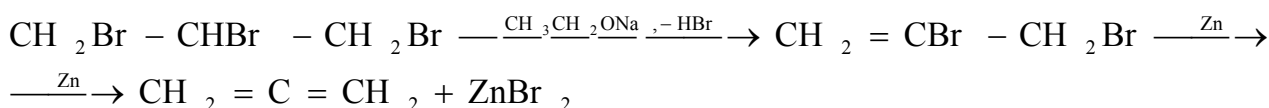
$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH=CH_2$  *geksadien-1,5*  
(*diallil*)

Bu tur birikmalar o'zining xossalari bilan alkenlarga o'xshab ketadi. Dienlar tabiatda polimerlar holida uchraydi. Ayniqsa, ismaloq o'ti, geveya daraxtining shirasida izopren kauchuk holida uchraydi. Dienlar asosan sintez qilib olinadi.

1. Allen turidagi dienlar olishning umumiy usuli:

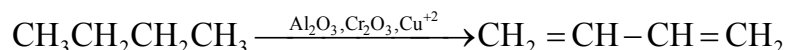


**171-rasm. Geveyadan tabiiy kauchukning olinishi**

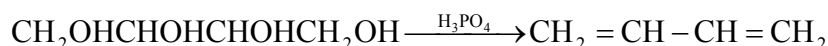


2. Konyugirlangan qo'sh bog' tutgan dienlarni sintez qilish usullari.

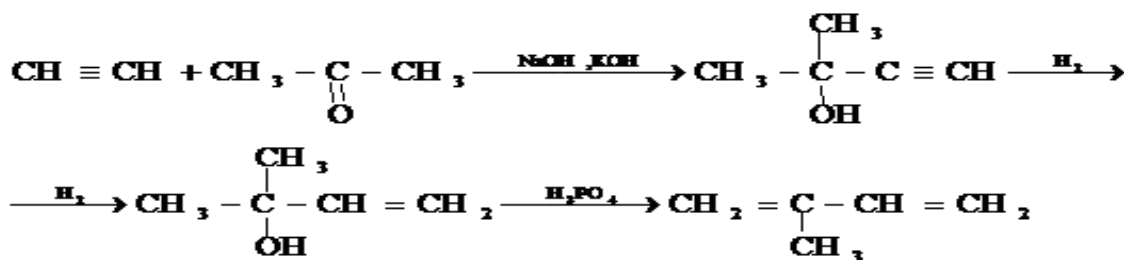
a) Alkanlardan digedrogenlash bilan olish:



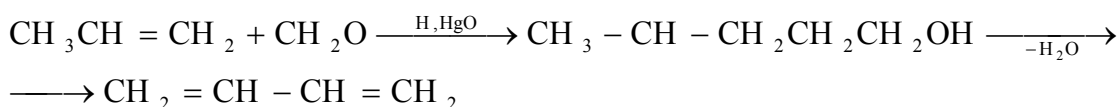
b) glikollardan olish:



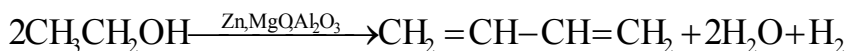
v) atsetilen asosida dienlar olish:



g) Propilendan va chumoli aldegididan butadien sintez qilish:



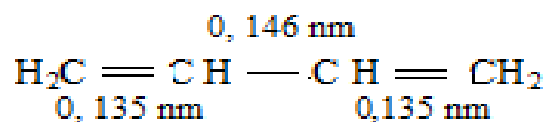
d) S.V. Lebedev usuli bo'yicha olish:



Allen, divinil, izopren gaz moddalar. Bu dienlar ichida konyugirlangan bog' tutgan birikmalarning ahamiyati katta. Bunday dien birikmalarning ikkita qo'sh bog'i bitta qo'sh bog'dek reaksiyaga kirishadi. Bu bog'larning uzunligi oddiy va qo'sh bog'larning uzunligidan farq qiladi:



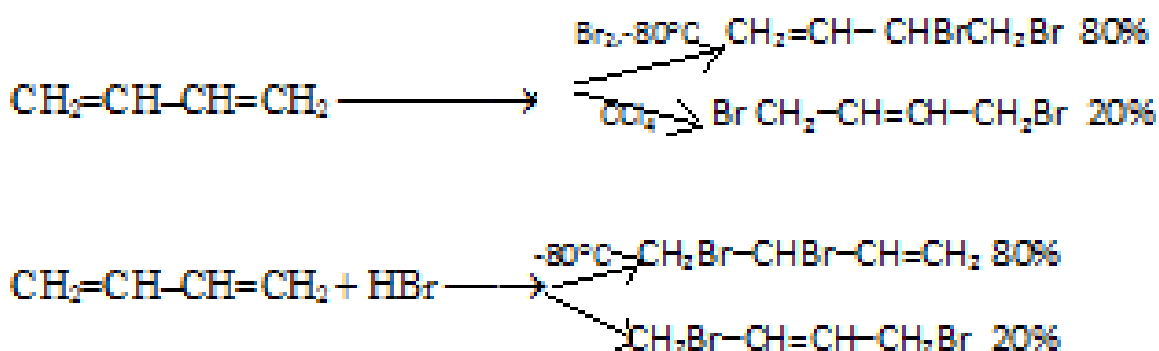
172-rasm. S.V. Lebedev



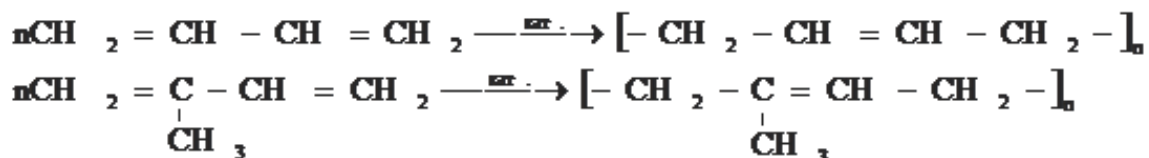
**Gidrogenlash.** 1,3-alkadienlarni alkenlarga yoki alkanlarga qaytarish mumkin:



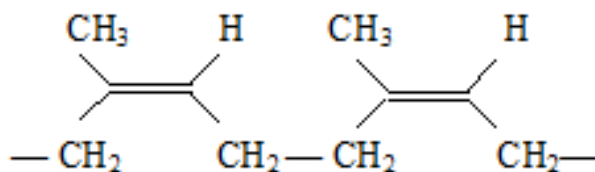
Alkadien-1,3 ga elektrofil reagentlar oson birikadi:



Dienlarning polimerlanishi natriy metali yoki metalloorganik birikmalar ta'sirida boradi:



Tabiiy kauchuk sis-poliizoprenning polimeridir:



Dien uglevodorodlar asosan sintetik kauchuk olish uchun ishlatiladi.

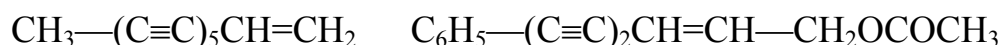
**Alkinlar.** Alkinlarning gomologik qatori atsetilendan boshlanadi:



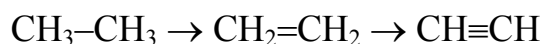


$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  — umumiy formulasi.

Oddiy atsetilen birikmalar tabiatda erkin holda uchramaydi. Ammo murakkab poliinlar o'simliklarning gullarida uchraydi:



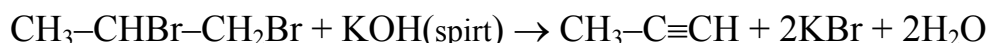
Atsetilen va uning gomologlari sintez qilib olinadi. Sanoatda atsetilen metan va etandan sintez yo'li bilan olinadi:



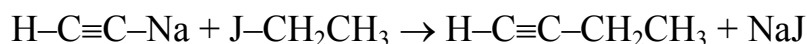
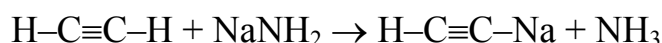
Metallarning karbidlariga suv ta'sir ettirib olinadi:



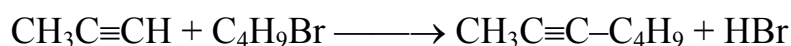
Galogenalkanlarga KOH ning spirtidagi eritmasini ta'sir ettirib olish:



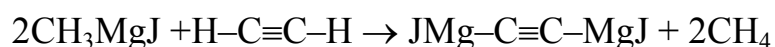
Atsetilen gomologlari atsetilendan yoki alkilatsetilendan olinadi:



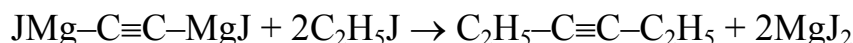
Alkilatsetilenning galogenalkan bilan reaksiyasi  $\text{PdCl}_2$  katalizatorligida olib borilsa, etinning yangi gomologi hosil bo'ladi:



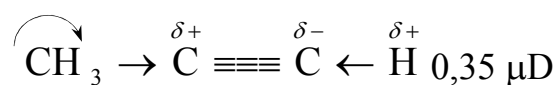
**Iosich kompleksi** yordamida olish. Buning uchun atsetilenga Grinyar reaktivi ta'sir qilinadi:



Sintez qilingan kompleksga galogenalkan qo'shib qizdiriladi:



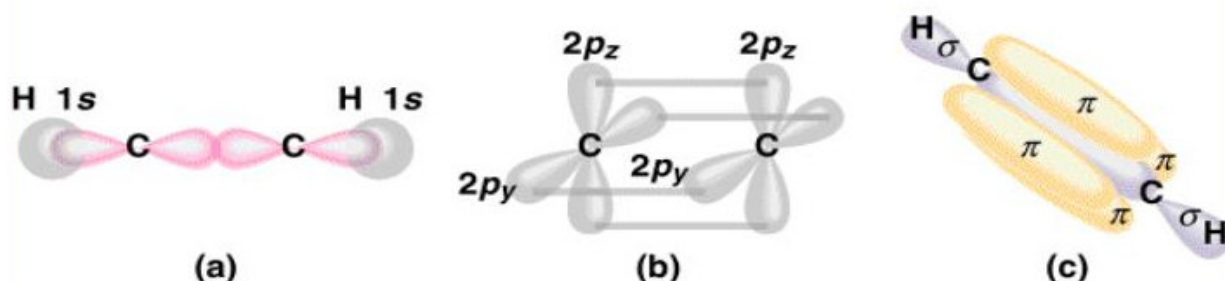
Etin, propin, butinlar – gaz,  $C_5H_8$  dan boshlab esa suyuq moddalar. Etin molekulasi qutblangan emas, ammo unga biror alkil guruh kiritilsa, u qutblanadi va dipol momentga ega bo'ladi:



Etin birikmalarining  $d_{20}^4$  va  $^nD_{20}$  lari alkenlarga nisbatan yuqori.  $C_2H_2$  suvda yaxshi eriydi (1,15:1), atsetonda 25:1 va DMFA 33;5:1. Bosim ostida 1 hajm atsetonda 300 hajm  $C_2H_2$  eriydi.  $C_2H_2$  tutab yonadi.  $C_2H_2$  yonganda alanganing issiqligi  $3150^\circ C$  yetadi. U qirqish va payvandlash ishlarida ishlatiladi. Etinidlar (Cu va Ag li tuzlari) termodinamik beqaror modda, u turtkidan portlaydi.

### Alkinlarning kimyoviy xossalari

Alkinlarda 3 bog' tutgan uglerod atomlari sp-gibridlanish holatda bo'ladi. Bitta 2s va bitta 2p-orbitallar gibridlanadi va ikkita ekvivalent gibridlangan chiziqli sp-orbitallarni hosil qiladi. Molekula hosil bo'lganda, uglerod atomining sp-gibridlangan orbitali ikkinchi uglerod atomining sp-gibridlangan orbitalini maksimal qoplaydi va C–C  $\delta$ -bog'ni hosil qiladi. Har bir uglerod atomining ikkinchi sp-orbitali vodorod atomlarining 1s-orbitallari bilan qoplanadi va C–H  $\delta$ -bog'ni hosil qiladi.  $C_2H_2$  molekulasi bitta chiziqda yotadi va sp-gibridlangan orbitallar orasidagi burchak  $180^\circ$  ga teng. Har bir uglerod atomining ikkitadan elektronlari ikkita gibridlanmagan 2p-orbitallarda joylashadi va bu orbitallar bir-birini qoplab ikkita  $\pi$ -bog'ni hosil qiladi:

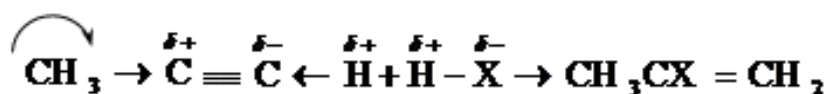


**173-rasm. Etinda turli bog'larning ko'rinishi:** a)  $\delta$  (sigma) bog' b)  $\pi$  (pi) bog'lar c) umumiy bog'lar

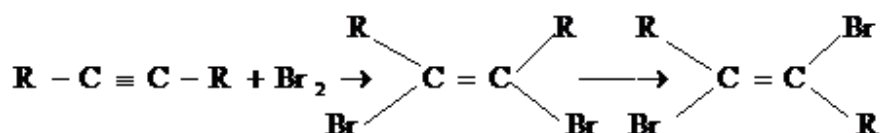
Etinga HCl sekin birikadi:



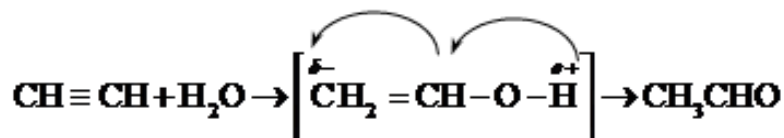
Gomologlarining HCl bilan reaksiyasi osonroq boradi. Birikish Markovnikov qoidasiga binoan boradi:



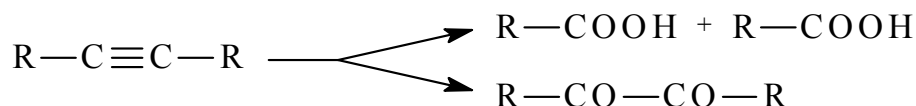
X<sub>2</sub>-galogenlar ham sekin birikadi va sis-, trans- digalogenalkenlarning aralashmasini beradi:



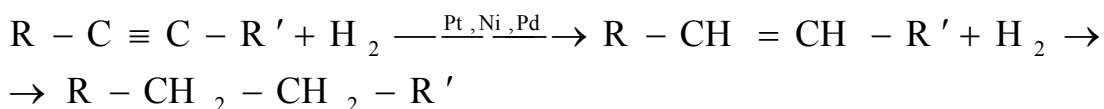
Suvning birikishi HgSO<sub>4</sub> va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ishtirokida quyidagicha boradi:



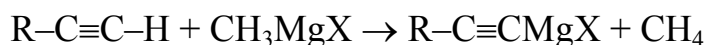
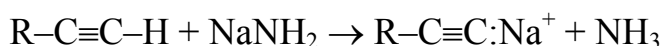
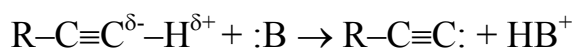
**Oksidlash.** Alkinlarni KMnO<sub>4</sub> bilan oksidlansa, karbon kislotalar yoki α-diketonlar hosil bo'ladi:



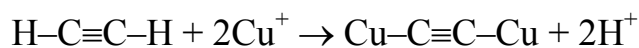
**Qaytarish.** Qaytarish natijasida sis- va trans- mahsulotlar hosil bo'ladi:

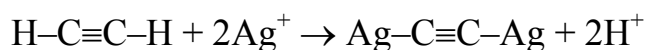


Atsetilen va alkil atsetilenlarning C-H bog'lari hisobiga kuchli asoslar ishtirokida atsetilenidlar hosil qiladi:

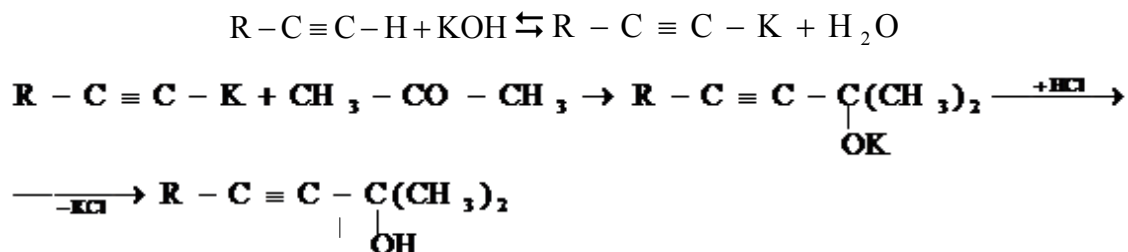


Og'ir metallarning ionlari kam eriydigan atsetilenidlar hosil qiladi.





Atsetilen va uning gomologlari KOH ishtirokida aldegid va ketonlar bilan spirtlarni beradi:



Atsetilen kislorodda yonib kuchli issiqlik chiqaradi, shu sababli sanoatda payvandlashda ishlatiladi. Bunda harorat 300<sup>0</sup> C gacha ko`tariladi.

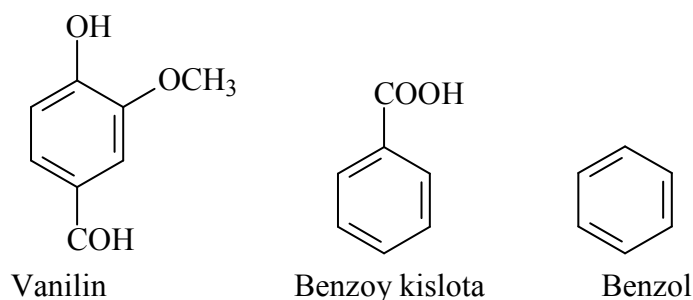
Atsetilen va uning gomologlaridan aldegidlar, ketonlar, polimerlar va sintetik kauchuklar olinadi.

### Nazorat uchun savol va topshiriqlar

1. Alkenlar deb qanday moddalarga aytiladi.
2. Alkenlar izomeriyasini tushuntiring.
3. Alkenlarning olinish usullarini yozing.
4. Alkenlarni fizikaviy xossalarini ayting.
5. Alkenlarni kimyoviy xossalarini tushuntiring.
6. Alkadienlar deb qanday moddalarga aytiladi.
7. Alkadienlarning sinflanishini tushuntiring.
8. Alkadienlarning olinish usullarini yozing.
9. Alkadienlarni fizikaviy xossalarini ayting.
10. Alkadienlarni kimyoviy xossalarini tushuntiring.
11. Alkinlar deb qanday moddalarga aytiladi.
12. Alkinlar izomeriyasini tushuntiring.
13. Alkinlarning olinish usullarini yozing.
14. Alkinlarni fizikaviy xossalarini ayting.
15. Alkinlarni kimyoviy xossalarini tushuntiring.

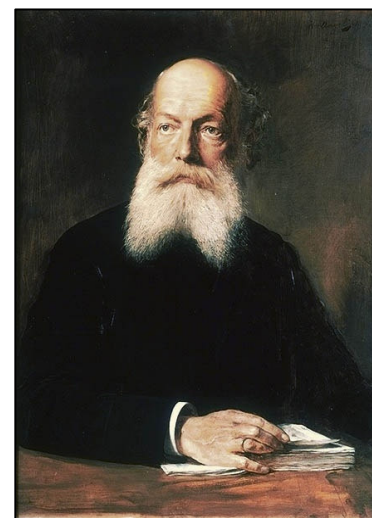
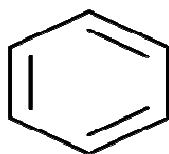
### 3.4 Aromatik uglevodorodlar

Aromatik uglevodorodlarning dastlabki ajratib olingan vakillari tabiiy, o'ziga xos uzoq saqlanuvchi hushbo'y hidga ega bo'lgan birikmalar bo'lgan. Masalan, shunday birikmalardan biri vanilin bo'lib, u benzoy kislotasiga o'xshash tuzilishga ega:



Agar bu ikkala moddani benzol molekulasini bilan solishtirsak, bularning orasidagi o'xshashlik bo'lgan "aromatik" lik belgisi yaqqol ko'rinadi. Hozirda esa "aromatik" iborasini ishlatganda ba'zi to'yinmagan birikmalarning birikish reaksiyasi emas, balki o'rin almashinish reaksiyalariga kirishishi, haroratga va oksidlovchilar ta'siriga chidamliligi tushuniladi.

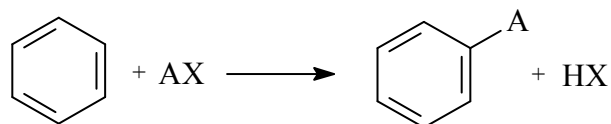
Aromatik uglevodorodlarning birinchi vakili - benzolni 1825 yil M.Faradey sintez qilgan. 1865 yilda esa A.Kekule benzolning tuzilishini aniqlab, olti uglerod va olti vodoroddan iborat ekanligini ko'rsatgan va unga quyidagi formulani taklif qilgan:



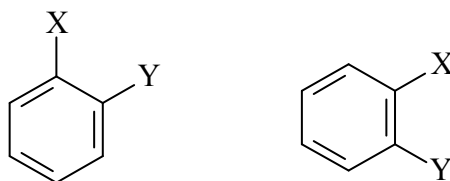
174-rasm. A.Kekule

Bu formulaga asosan benzol alkenlar kabi birikish reaksiyaga kirishi kerak edi. Lekin odatdagi sharoitda benzol molekulasini brom yoki oksidlovchilar ta'siriga chidamli. Benzol va uning gomologlarining umumiy formulasi -  $C_nH_{2n-6}$ . Benzol molekulasida hamma uglerod va vodorod atomlari ekvivalentdir. Birorta vodorod

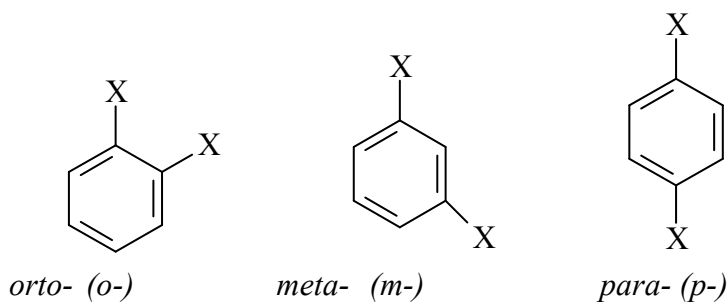
atomi boshqa guruhga almashtirilsa, bitta hosila olinadi:



Keltirilgan formula benzol molekulasining tuzilishini to'liq aks ettirmaydi. Masalan, benzol molekulasining quyidagi ikkita o'rinbosarlari hosilasi ikki xil modda bo'lishi lozim edi, 1-izomerda X va Y orasida oddiy bog', 2-izomerda X va Y orasida qo'sh bog' bo'lishi lozim edi:



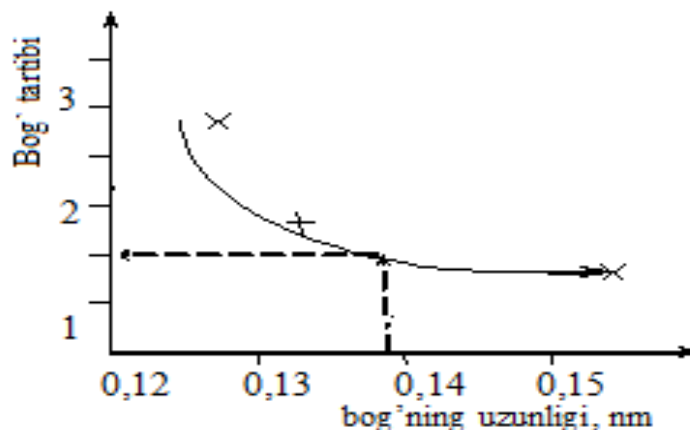
Lekin, ma'lumki bunday izomerlar yo'q va ikkala formula ham bitta moddani ifodalaydi. Agar o'rinbosarlar ikkita bo'lganda ularning benzol xalqasida joylashishi turlicha bo'lsa, u holda uchta benzol hosilasi mavjud bo'ladi va ular xolati quyidagicha belgilanadi:



Rentgen tuzilish taxlili benzol molekulasidagi C–C bog' uzunligi 0,139 nm, burchaklar qiymati esa 120°, molekula bir tekislikda yotishini ko'rsatdi.

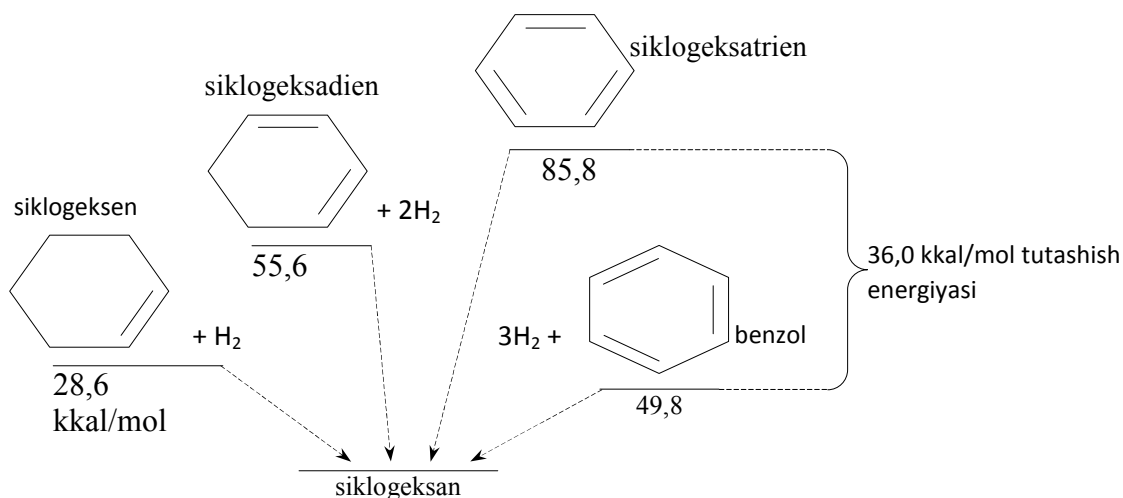
Molekuladagi C–C bog'lar ekvivalent qiymatga ega. Uglerod atomlarining 6 ta  $sp^2$  gibridlangan orbitallari bo'lib, ular o'zaro to'g'ri oltiburchak hosil qiladi. Bu esa benzol halqasi tekisligi tepasida va pastida p-elektronlar bulutining hosil bo'lishiga va ularning tutashib ketishiga olib keladi. Bu elektronlar uglerod atomlari orasida lokallashgan bo'lmay, benzol molekulasi tekisligining ustki va

ostidagi  $\pi$ -elektronlar orbitallarida delokallashadi. Xar bir C–C bog'  $\delta$ -elektronlar jufti va  $\pi$ - bog'ni tashkil qiluvchi elektronlarning 1/6 qismidan tashkil topganligini hisobga olinsa, shu bog' uchta elektrondan tashkil topganini ko'rish mumkin va bog'ning tartibi 1,5 ekanligi aniq bo'lib qoladi.



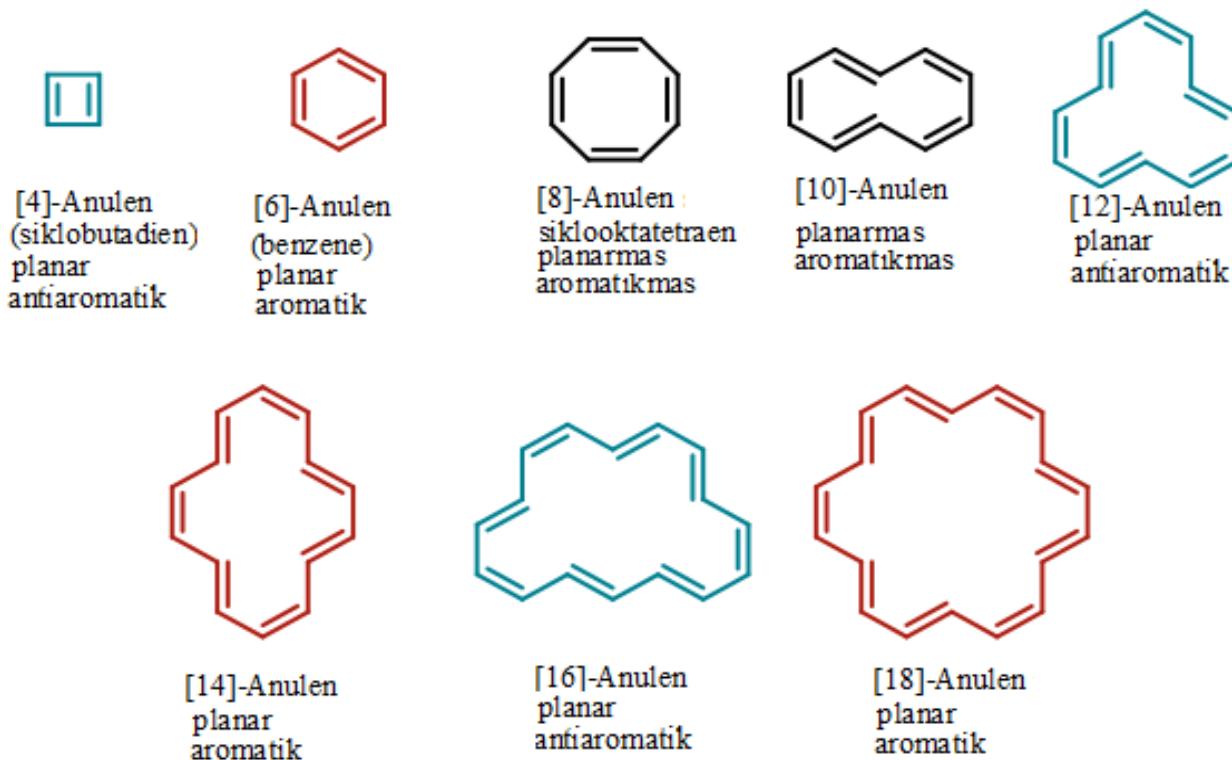
175-rasm. Benzol molekulasida uglerod-uglerod bog'i tartibi grafik – tasviri

Har bir C–C bog'ining uchta elektrondan tashkil topganligi elektron bulutlarining tutashib ketishi va natijada benzol halqasi tekisligining ustki va pastki qismida tutashgan  $\pi$ - elektronlar buluti hosil bo'lishi hamda molekulaning barqaror bo'lishini quyidagi misollardan yaqqol ko'rish mumkin. Siklogeksan molekulasi vodorod bilan to'yintirilganda, issiqlik ajralib chiqadi, chunki to'yingan uglevodorod to'yinmagan uglevodorodga nisbatan barqaror:



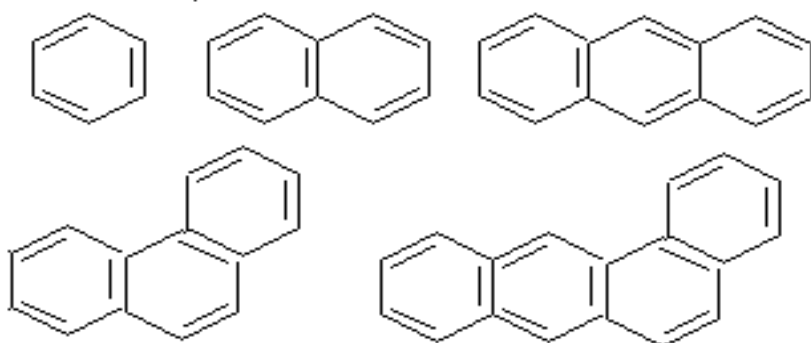
176-rasm. Siklogeksan sintezi reaksiya koordinati

Shunday qilib, aromatiklikning eng oddiy tushunchasi sistema  $\pi$ -elektronlarining delokallanishi tufayli molekula energiyasining eng past bo'lishidir.



177-rasm. Siklobirikmalar aromatikligi

1931 yilda Xyukkel kvanto-mexanik hisoblashlar natijasida yopiq zanjirli, tekislikda yotuvchi umumlashgan  $(4n+2)$  ta  $\pi$ -elektroni bo'lgan molekula aromatik xususiyatga ega bo'ladi, degan xulosaga kelgan, bunda  $n=0,1,2,3 \dots$  butun sonlar!

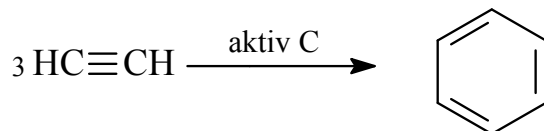


178-rasm. E.Xyukkel

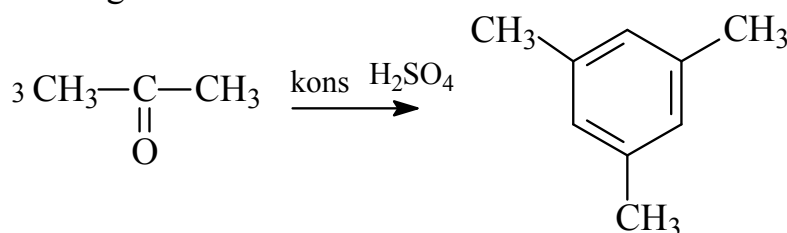
**Aromatik uglevodorodlarni olish usullari.** Benzol

qatori aromatik uglevodorodlari ba'zi neftlarning tarkibida uchraydi. Shuning uchun neftdan olish mumkin. Benzol va uning gomologlarini ko'mirni kokslash jarayonida hosil bo'luvchi smoladan olinadi:

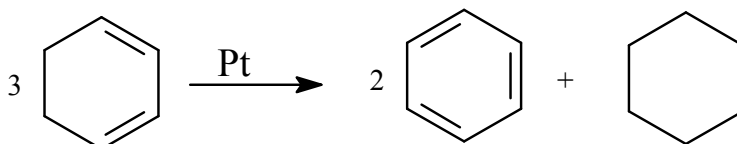
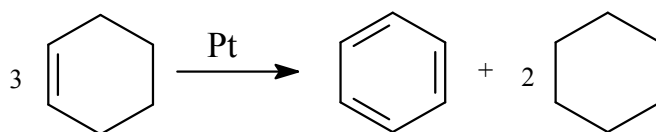
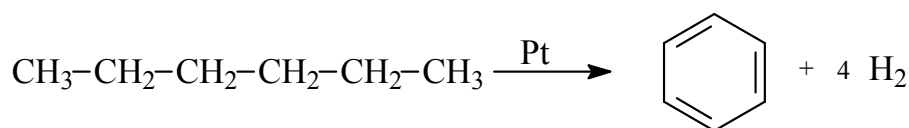
1.



2. Asetonni degidratlab mezitilen olinadi:

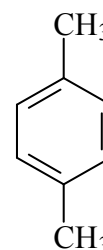
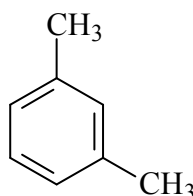
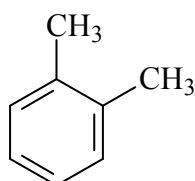
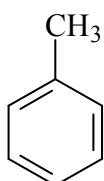


3. Degidrogenlash va disproporsiyalash orqali:

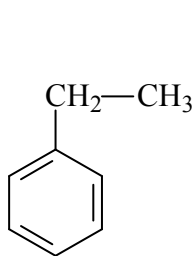


### Izomeriyasi va nomenklaturasi.

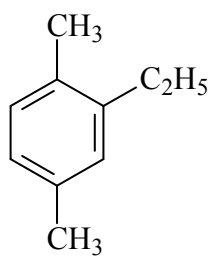
Benzol xalqasida o'rinbosarlar eng kichik raqamlar yig'indisi xosil bo'ladigan yo'nalishda nomerlanadi va nomlanadi, bunda o'rinbosarlar nomini alifbo tartibiga yoki molekulyar kattaligiga qaraladi:



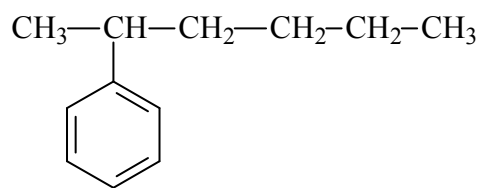
Metilbenzol (Toluol)    1,2-Dimetilbenzol (o-Ksilol)    1,3-Dimetilbenzol (m-Ksilol)    1,4-Dimetilbenzol (p-Ksilol)



*Etilbenzol*

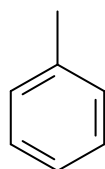


*1,4-Dimetil-2-etilbenzol*

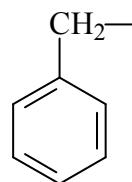


*2-Fenilgeksan*

Radikallari:



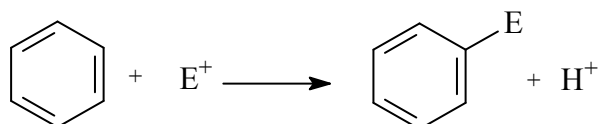
*Fenil*



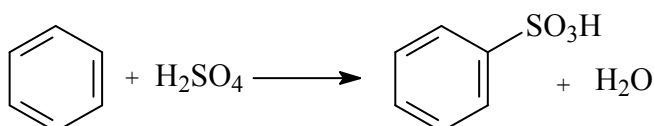
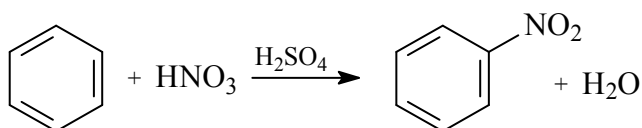
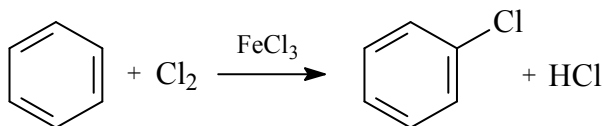
*Benzil*

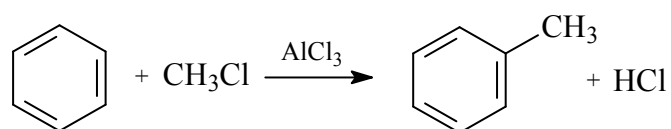
### Aromatik birikmalarning elektrofil o'rin almashinish reaksiyalari

Benzol va uning gomologlari elektrofil ( $E^+$ ) reagentlar bilan reaksiyaga kirib, aromatik halqadagi bir yoki bir nechta vodorod atomini hujum qilayotgan elektrofil guruhga almashtiradi:



Misollar:





### Almashinishning yo'nalishi (orientatsiyasi).

Aromatik yadroda o'rin almashinish reaksiyalari quyidagi qoidaga bo'ysunadi:

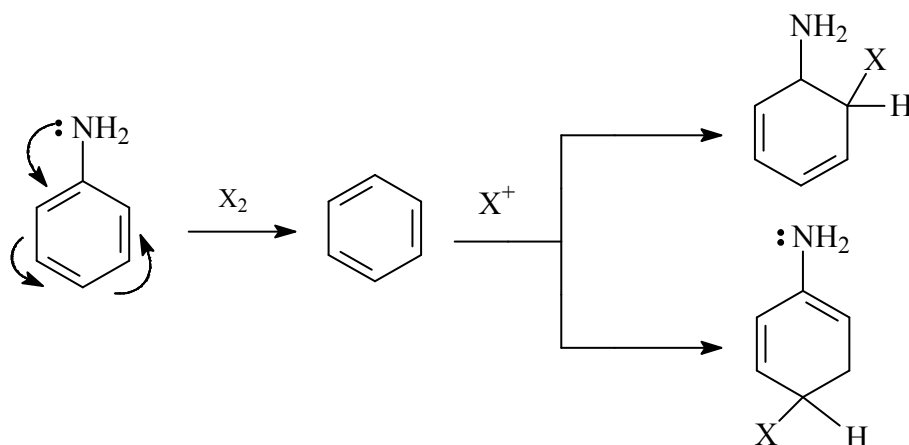
1. Kirib keluvchi guruhning aromatik yadrodagi o'rinbosar (lar) xarakteri bilan belgilanadi;

2. O'rinbosarlar ikki guruhga bo'linadi:

a) birinchi guruh o'rinbosarlari, bular yadroga kirib keluvchi zarrachani o'ziga nisbatan *orto*- va *para*- holatlariga yo'naltiradi: -OH, -NR<sub>2</sub>, NHR, -NH<sub>2</sub>, -OR, -NHCOR, -CH<sub>3</sub>, -R, -Cl, -Br, -J.

b) ikkinchi guruh o'rinbosarlari, bular kirib keluvchi zarrachani *meta*-holatga yo'naltiradi: -N<sup>+</sup>R<sub>3</sub>, -NO<sub>2</sub>, -CN, -SO<sub>3</sub>H, -CX<sub>3</sub>, -CHO, -COR, -COOH, -COOR.

Yo'naltirish (orientatsiya) sababi. Agar biz elektrofil almashinishda reaksiya mahsuloti π- va δ-komplekslar orqali hosil bo'lishini eslasak va ularda elektron taqsimlanishini ko'rsak:

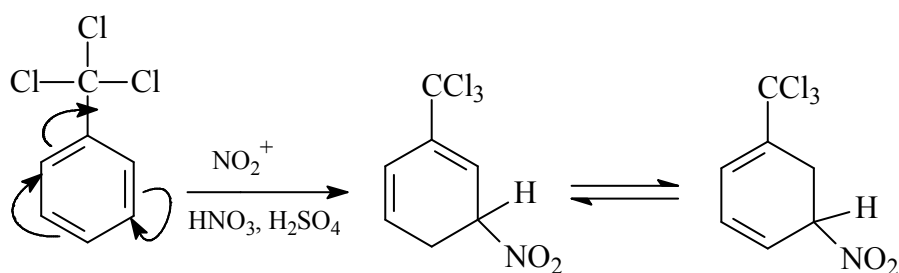


δ-kompleks hosil bo'lgan vaqtda musbat zaryadni neytrallashda o'rinbosarlar ham ishtirok etadi. Agar o'rinbosarda elektron jufti bo'lmasa (CH<sub>3</sub>-, R- kabilar) u holda hosil bo'lgan musbat zaryadni neytrallash uchun C-C bog' elektronlarini induktiv ta'siri hisobiga sodir bo'ladi.

**Galogenlarning yo'naltirish ta'siri.** Aromatik yadroda o'rinbosar galogen bo'lganda, u kuchli manfiy va kuchsiz musbat mezomer ta'sirga ega. Reaksiya vaqtida esa mezomer ta'sir kuchli ta'sir qiladi.

**meta- yo'naltirish.** Yuqorida keltirilgan o'rinbosarlarning ko'plarida  $\pi$ -bog' bor bo'lib, ular kuchli manfiy mezomer ta'sirga ega. Qolgan o'rinbosarlar esa musbat zaryadlangan bo'lib, kuchli manfiy induksion ta'sir qiladi.

Aromatik yadroda ikkinchi guruh o'rinbosari bo'lsa *o*- va *p*- holatga yo'nalgan elektrofilning hujumi  $\delta$ -kompleks zaryadining yanada oshishini talab qiladi, bu esa o'rin almashishning o'tish holati energiyasining yuqori bo'lishini talab qiladi. Agar elektrofil zarrachaning hujumi *meta*- holatga yo'nalgan bo'lsa, bunda o'rin almashinish reaksiyasi amalga oshishi mumkin:



Ikkinchi tur o'rinbosari aromatik yadro elektron buluti zichlikni o'ziga tortib, elektrofil almashinishni qiyinlashtiradi.

### Nazorat uchun savollar:

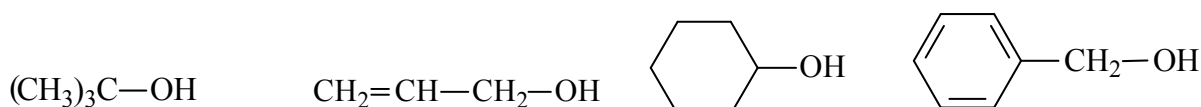
1. Benzol molekulasini qanday tuzilgan?
2. Aromatik uglevodorodlar qanday usullar yordamida olinadi?
3. Aromatik birikmalarning o'rin almashinish reaksiyalari qanday amalga oshadi?
4. Benzoldan anilin olish reaksiyasini yozing.
5. Fredel-Kraft reaksiyasini tushuntiring.
6. Birinchi tur orientatsiya qoidalarini izohlang.

7. Ikkinchi tur orientatsiya qoidalarini tushuntiring.
8. Qaysi funksional guruhlar I tur orientatsiyaga sabab bo`ladi?
9. Qaysi funksional guruhlar II tur orientatsiyaga sabab bo`ladi?
10. Aromatik uglevodorodlarni nomenklaturasi va izomeriyasi haqida tushuncha bering.

## IV-BOB. FUNKSIONAL GURUHLI ORGANIK BIRIKMALAR

### 4.1. Spirtlar va fenollar

R-OH umumiy formulaga ega bo'lgan birikmalarga spirtlar deyiladi. Bu yerda R - alkil guruhi bo'lib, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi bo'lishi va ochiq zanjirli, halqali, qo'sh bog'li hamda aromatik halqali bo'lishi mumkin:

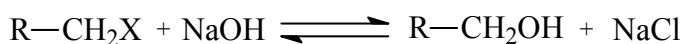
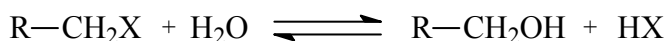


*Uchlamchi butil spirt*    *Allil spirti*      *Siklogeksanol*    *Benzil spirti* va hokazo.

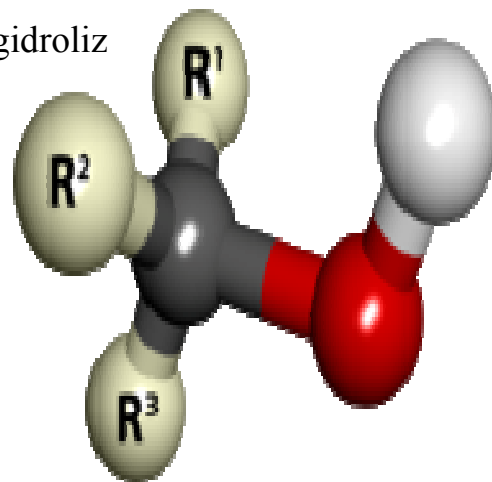
To'yingan spirtlar quyidagicha nomlanadi:



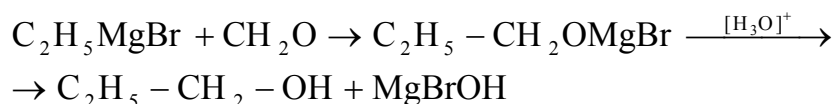
Spirtlar galoidalkillarni suv yoki NaOH bilan gidroliz qilib olinadi. Suv bilan gidroliz qilinganda reaksiya qaytar, ishqor bilan gidroliz qilinganda esa oxirigacha boradi:



Spirtlarni magniy organik birikmalar asosida sintez qilish mumkin:



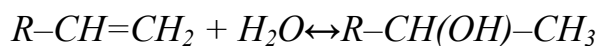
179-rasm. 2-Metilpropanol-2 modeli



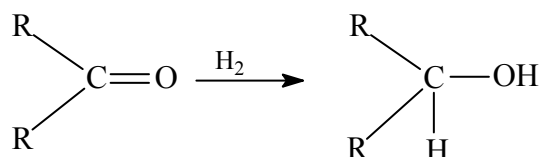
Bu usulda chumoli aldegidan birlamchi, boshqa aldegidlardan ikkilamchi, ketonlardan uchlamchi spirtlar hosil bo'ladi.

Spirtlarni olish usullaridan biri alkenlarga suv ta'sir ettirishdir. Bu reaksiya

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lar ishtirokida boradi. Bunda kislotada faol proton beradi va u alkenga birikib, suv molekulasining birikishiga olib keladi:

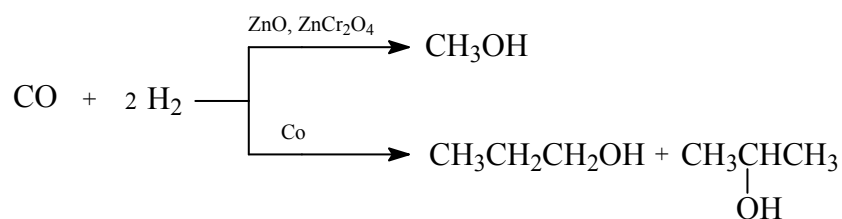


Aldegid va ketonlarni Ni, Pt, Pd ishtirokida vodorod bilan qaytarib xam spirtlar olinadi:



**180-rasm. Sanoat miqyosida spirt ishlab chiqarish zavodi**

Spirtlarni oksosintez usuli bo'yicha sintez gazdan (CO + H<sub>2</sub>) olish mumkin. Bunda ishlatilayotgan katalizatorlarning tabiatiga qarab metanol va boshqa to'yingan spirtlarning aralashmasi hosil bo'ladi:



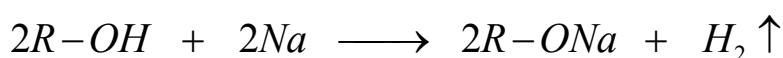
**Fizik xossalari.** Tarmoqlanmagan zanjirli birlamchi spirtlarning dastlabki vakillari (C<sub>1</sub> dan C<sub>11</sub> gacha) odatdagi sharoitda suyuqlik, undan yuqorilari qattiq

moddalaridir. Metanol va etanol suv bilan istalgan nisbatda aralashadi. Molekulyar massalari ortishi bilan spirtlarning suvda eruvchanligi kamayadi. Yuqori spirtlar suvda deyarli erimaydi. Quyi spirtlar o'ziga xos o'tkir hidli, yuqorilari esa hidsiz.

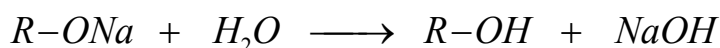
**Kimyoviy xossalari.**

- a) Hidroksil guruhdagi vodorod atomlari;
- b) Hidroksil guruh;
- c) Hidroksil va radikalidagi vodorod atomlari ishtirokida kimyoviy reaksiyalar.

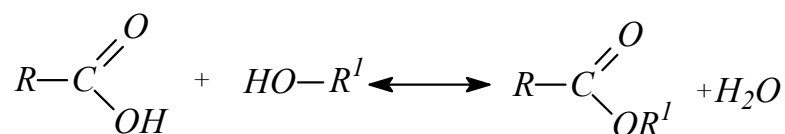
1. Ishqoriy metallar bilan ta'sirlashib, alkogolyatlar hosil qiladi:



Alkogolyatlar suv bilan gidrolizlanib, tegishli spirt va o'yuvchi ishqor hosil qiladi:

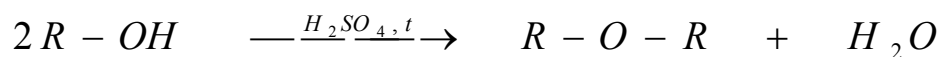


2. Spirtlarga kislotalar ta'sir ettirilganda murakkab efirlar hosil qiladi (efirlanish reaksiyasi):

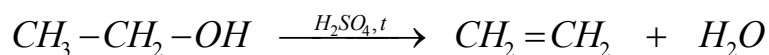


3. Spirtlarga suvni tortib oluvchi moddalar yoki katalizatorlar ta'sir ettirilganda shartotiga qarab turli organik moddalar hosil bo'ladi:

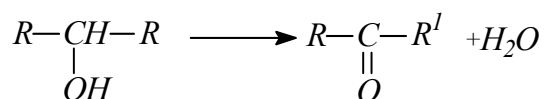
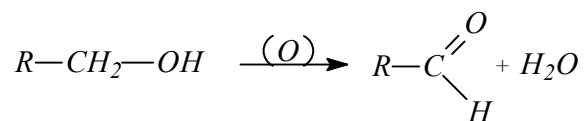
1) agar spirt mo'l miqdorda olinib, konsentrlangan sulfat kislota bilan qizdirilganda, oddiy efirlar hosil bo'ladi:



2) spirtlar mo'l miqdor konsentrlangan sulfat kislota bilan yuqoriroq haroratda qizdirilsa, alkenlar hosil bo'ladi:

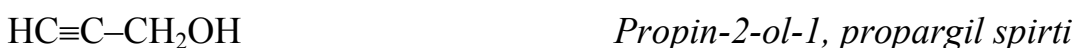


4. Spirtlar oksidlanganda karbonilli birikmalar hosil qiladi. Birlamchi spirtlardan aldegidlar, ikkilamchi spirtlardan esa ketonlar hosil bo'ladi:

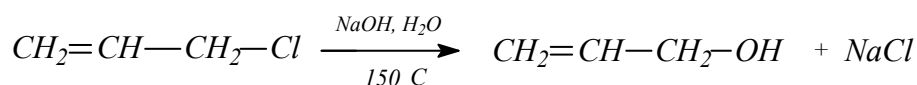


### To'yinmagan spirtlar

Tarkibida qo'sh bog' yoki uch bog' tutgan spirtlar - to'yinmagan spirtlar deyiladi va quyidagicha nomlanadi:

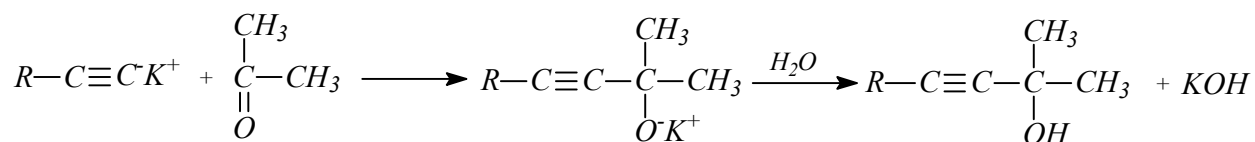
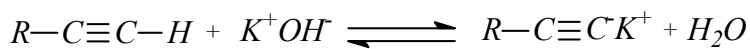


To'yinmagan spirtlarni to'yingan spirtlar olish usullari bo'yicha sintezlash mumkin. Allil spirti sanoatda allil xloriddan olinadi:

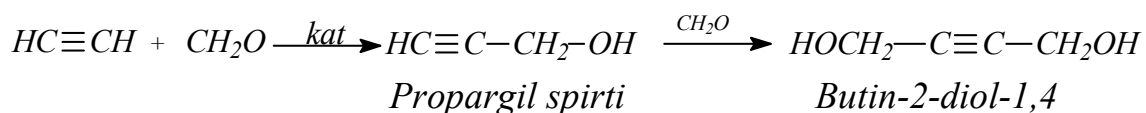


Allil spirtidan sanoatda glitserin ishlab chiqarishda va karbon kislotalarning allil efirlarini olishda foydalaniladi.

Ba'zi alkinollar A.E.Favorskiy reaksiyasi orqali atsetilenga aldegid va ketonlar ta'sir ettirib olinadi:



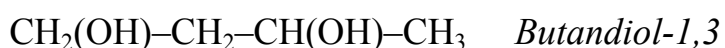
Mis atsetilenidi katalizatorligida bosim ostida eritmadagi atsetilen va formaldegiddan foydalanib propargil spirt va butindiol (V.Reppe usuli) olinadi:



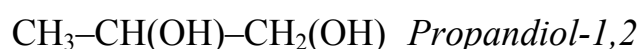
## Ko'p atomli spirtlar

Ikki yoki undan ortiq gidroksil guruhi tutgan birikmalarga *ko'p atomli spirtlar* deyiladi. Tarkibida ikkita gidroksil guruh tutgan bo'lsa, *glikollar* deyiladi.

Gidroksil guruhlar 1,2, 1,3 va hokazo holatlarda joylashgan bo'lishi mumkin:



$\alpha$ -glikollarda -OH guruhlar yonma-yon joylashgan bo'ladi:



$\beta$ -glikollarda -OH guruhlar 1,3- holatda joylashgan bo'ladi:

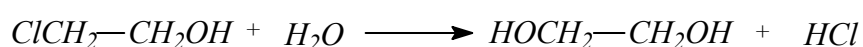
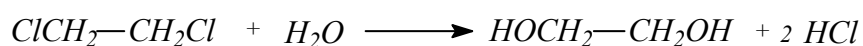


$\gamma$ -glikollarda OH-guruhlar 1,4-holatda joylashgan bo'ladi:

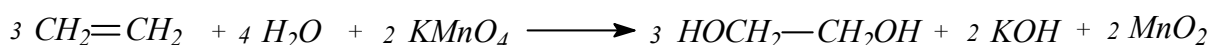


**Olinishi.** Glikollar ham bir atomli spirt kabi usullar bilan olinadi.

1. To'yingan uglevodorodlarning digalogenli birikmalaridan yoki xlorgidrinlardan olish:



Alkenlarni oksidlab, Vagner reaksiyasi orqali:

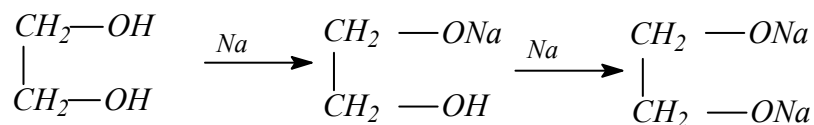


**Fizik va kimyoviy xossalari.** Glikollarda suv va spirtlar kabi vodorod bog'lari hosil bo'lgani uchun qaynash temperaturalari yuqori bo'ladi. Glikollarda bitta yoki ikkita gidroksil guruhidagi vodorod reaksiyaga kirishishi mumkin.

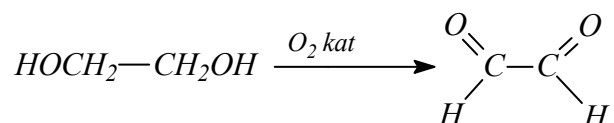
Birinchi vodorodning almashishi ikkinchi gidroksil guruhning elektronoakseptorligi (-I) ta'sirida oson boradi. Glikol etanolga nisbatan kuchli

kislota hisoblanadi.

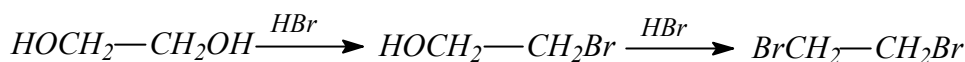
Glikolyatlar glikollarga metallar (Na, K, Mg, Al) ta'sir ettirib olinadi:



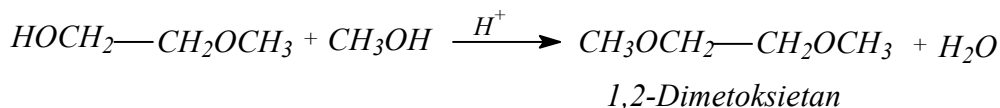
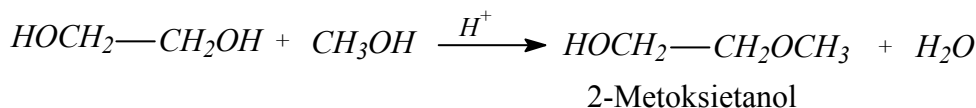
Glikollar oksidlanganda, oxirgi mahsulot CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O hosil bo'ladi, lekin glikolni etandial (glioksal) gacha oksidlash usuli ham mavjud:



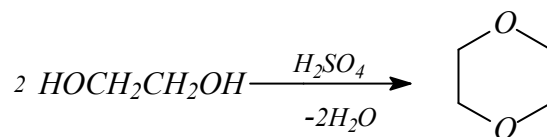
Gidrosil guruhni galogenga, masalan, bromga almashtirish mumkin:



Glikollardan kuchli kislotalar ishtirokida oddiy efirlar olinadi:



Etilenglikol ishtirokida qizdirilsa, berk zanjirli efir - dioksan hosil bo'ladi:



### Oddiy efirlar

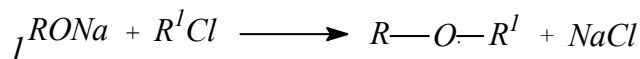
Oddiy efirlar deb, spirt molekulasidagi gidrosil vodorodining uglevodorod qoldig'iga almashishidan hosil bo'lgan birikmalarga aytiladi. Bunda uglevodorod qoldig'i bir xil (R—O—R) yoki har xil (R—O—R') bo'lishi mumkin.

Oddiy efirlar quyidagicha nomlanadi:

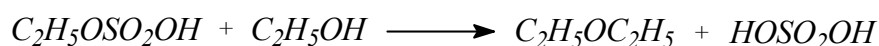
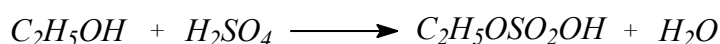




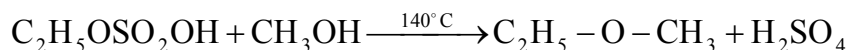
**Olinishi.** Oddiy efirlar natriy alkogolyatlarni galoidalkillar bilan reaksiyasidan olinadi (Vilyamson usuli):



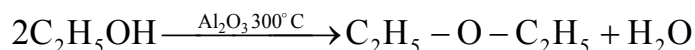
Eng muhim efir bo'lgan dietil efirni etil spirtiga ortiqcha miqdordagi sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Reaksiyaning ikkinchi bosqichida boshqa spirt ta'sir ettirilsa, aralash efir hosil bo'ladi:



Agar spirt 300°C da  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ta'sirida qizdirilsa, suv chiqib ketib, oddiy efir hosil bo'ladi:



## Fenollar va aromatik spirtlar

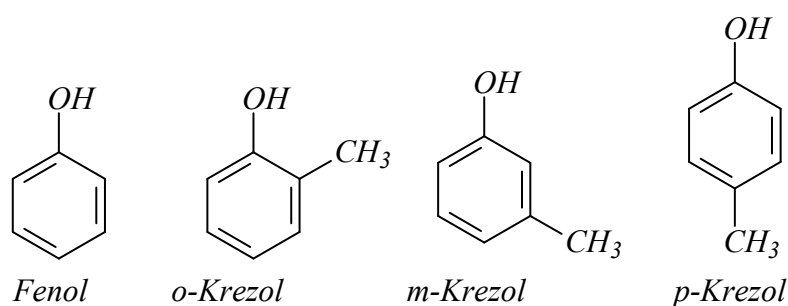
Molekulasida kislород atomi tutgan aromatik birikmalar ikkiga bo'linadi: fenollar va aromatik spirtlar. Fenollar Kimyo sanoatida katta ahamiyatga ega. Kislotali xususiyatini namoyon qiladi:

### Olinish usullari.

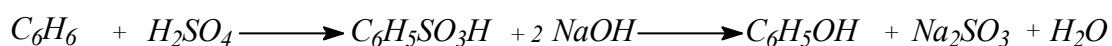
1. Ko'mirdan koks olish jarayonida hosil bo'lgan smoladan fenol va krezollar ajratib olinadi:



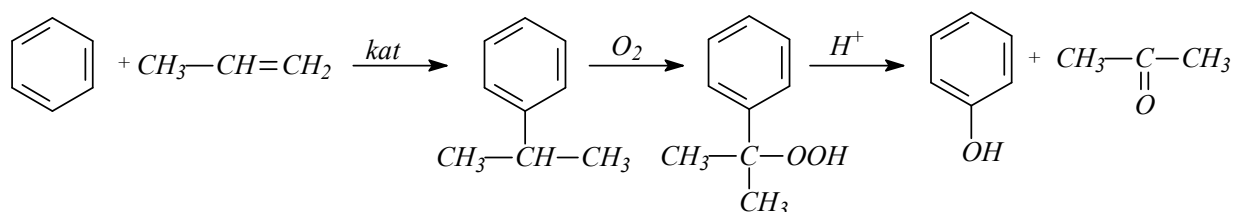
181-rasm. Ko`mirni qayta ishlab koks olish zavodi



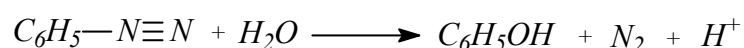
2. Benzoldan olish uchun sulfolanadi va ishqor bilan qizdiriladi:



3. Izopropilbenzolni havo kislorodi bilan oksidlash



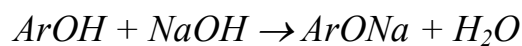
4. Diazobirikmalardan olish:



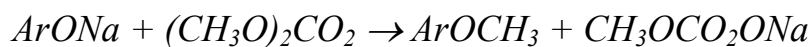
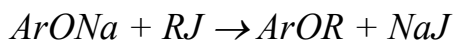
### Xossalari.

#### Fenolning gidroksil guruh reaksiyalari

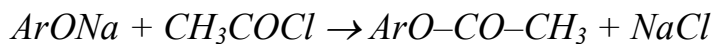
1. Fenol ishqor eritmasida oson eriydi:



2. Fenolyatlardan oddiy efir olinadi:

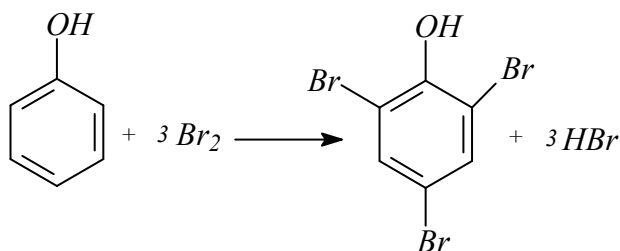
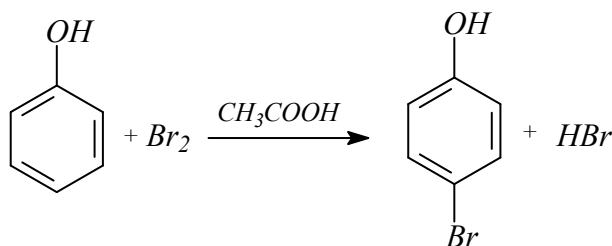
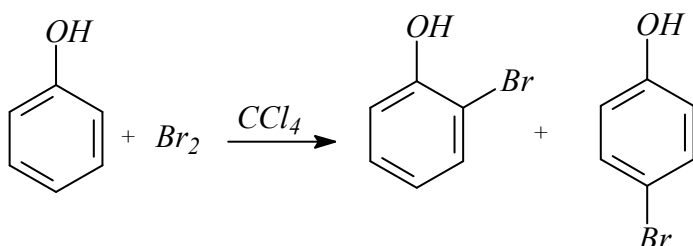


3. Fenolyatlardan murakkab efirlar olinadi:

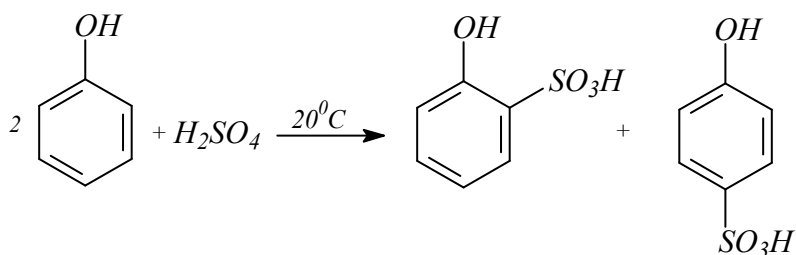


## Fenol aromatik yadrosi reaksiyalari

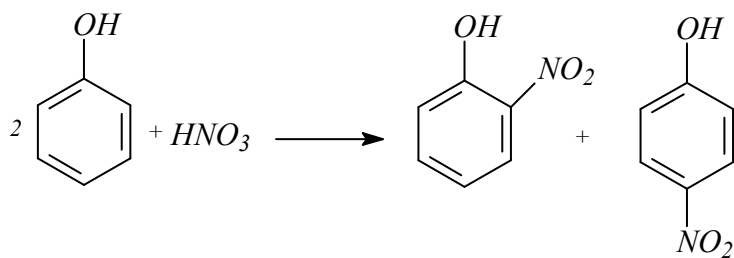
1. Galoidlash:



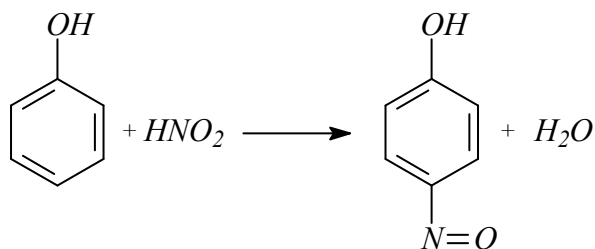
2. Sulfolash:



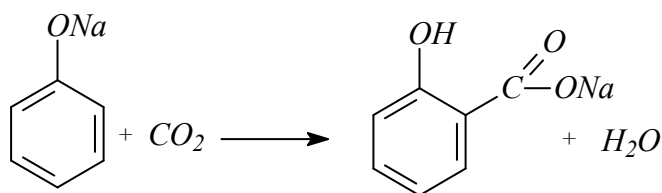
3. Nitrolash:



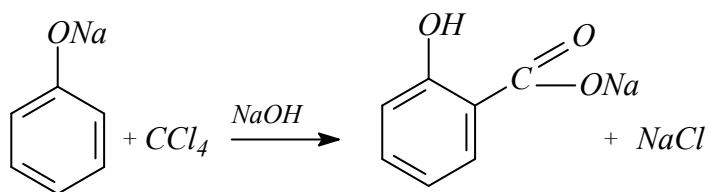
4. Nitrit kislota ta'siri:



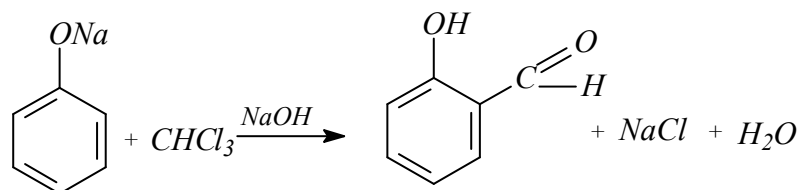
5. Agar natriy fenolyat  $\text{CO}_2$  atmosferasida qizdirilsa, salitsil kislota tuzi hosil bo'ladi:



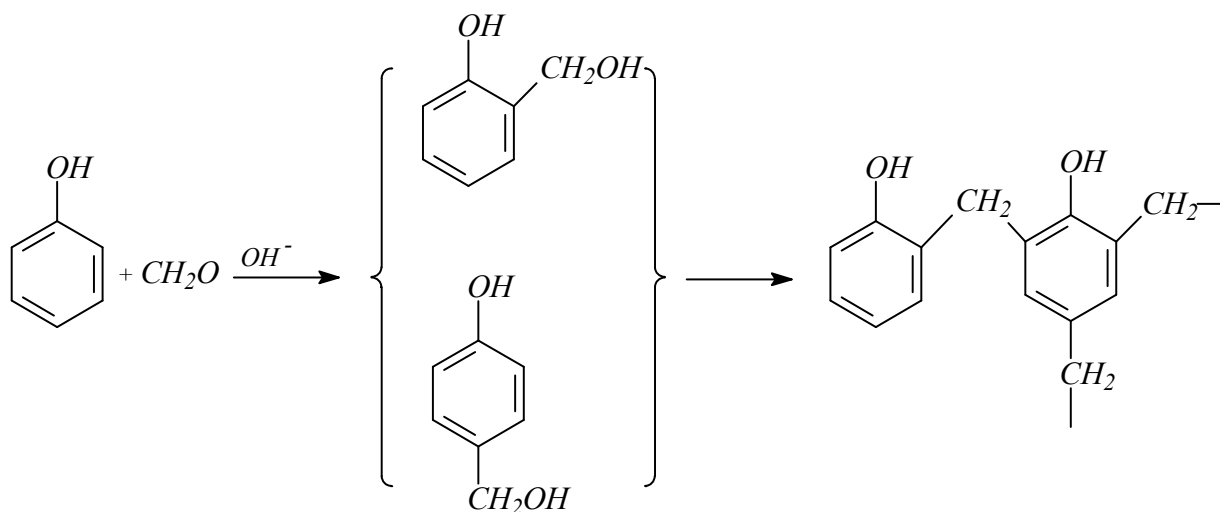
6. Natriy fenolyatga  $\text{CCl}_4$  ta'sir ettirib salitsil kislota olish mumkin:



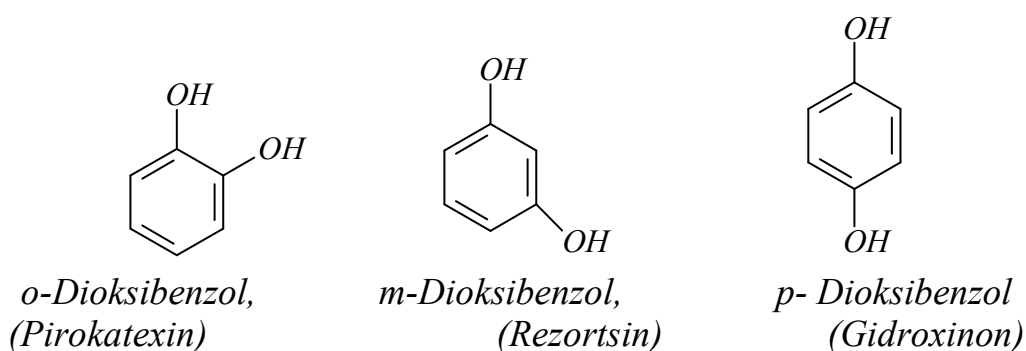
7. Xloroform ta'sirida esa salitsil aldegid hosil bo'ladi (Reymer Timan):



8. Fenolning formaldegid bilan kondensatsiyasi natijasida fenolformaldegid smolalar hosil bo'ladi:

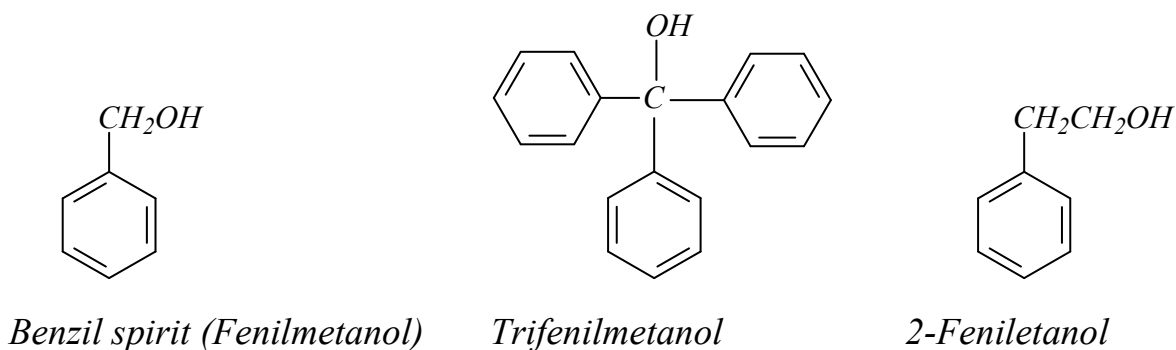


### Ikki atomli fenollar



Pirokatexin o-dixlorbenzolni gidroliz qilib olinadi, rezortsin esa m-benzoldisulfokislotani ishqor bilan ta'sirlanishi natijasida olinadi. Gidroxinon p-benzoxinonni qaytarib olinadi. Pirokatexin va gidroxinon fotografiyada ishlatiladi.

### Aromatik spirtlar



Aromatik spirtlarni sintez qilish uchun gidroliz, metallorganik sintez,

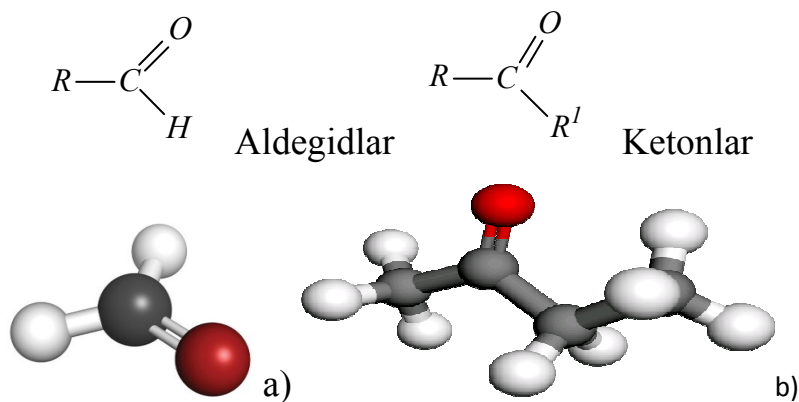
karbonil guruhni qaytarilish kabi ma'lum usullardan foydalaniladi.

### Nazorat savollari:

1. Qanday moddalarga spirtlar deyiladi?
2. Spirtlarning umumiy xossalarini alkilgalogenidlardan farqini izohlang.
3. To'yingan, to'yinmagan ko'p atomli spirtlarning o'zaro farqini asoslab bering.
4. Oddiy efirlarning tuzilishi va xossalarini ayting.
5. Qanday birikmalarga fenollar deyiladi?
6. Aromatik spirtlar fenollardan qanday xossalari bilan farq qiladi?
7. Ikki atomli fenollarga misol keltiring?

### 4.2. Aldegidlar va ketonlar

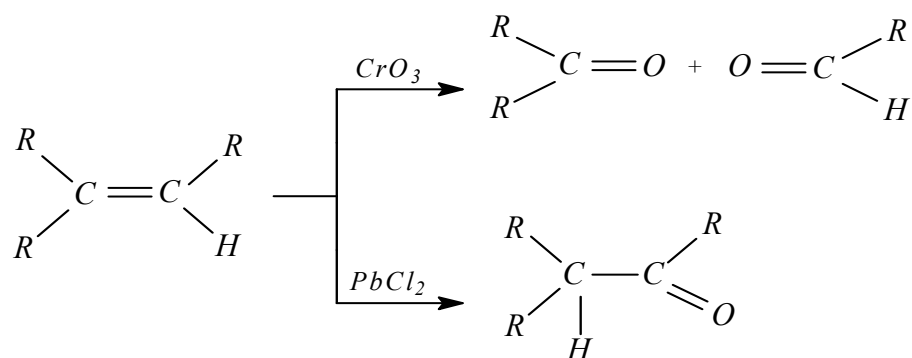
Molekulasida  $>C=O$  guruh tutgan birikmalarga *oksobirikmalar* deyiladi. Agar karbonil guruh bitta vodorod va alkil guruh bilan bog'langan bo'lsa *aldegidlar*, ikkita radikal bilan bog'langan bo'lsa *ketonlar* deyiladi.



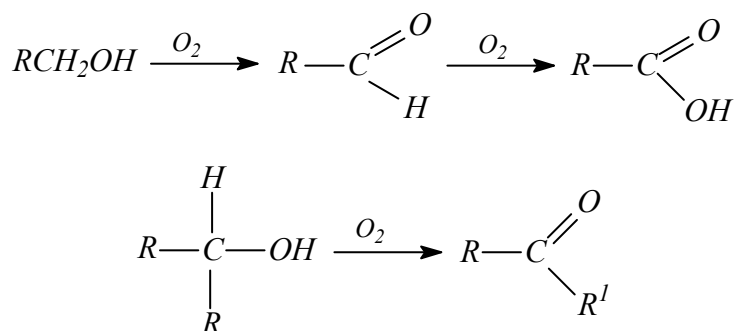
182-rasm. Metanal (a) va butanon (b) shar-sterjen modellari

### Olinishi

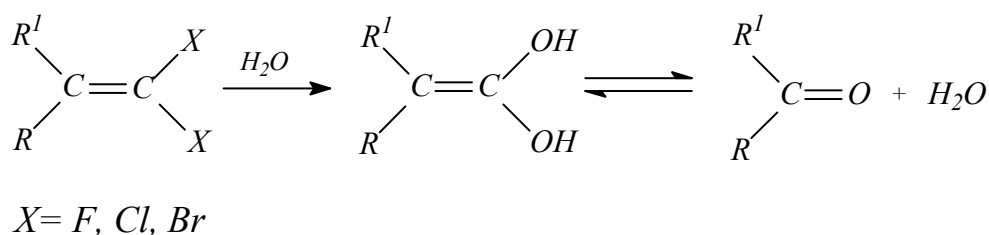
1. Aldegidlar va ketonlar alkenlarni oksidlash orqali olinadi:
  - a) alkenlar  $CrO_3$  bilan sirka kislotada muhitida ta'sirlashib qo'shbog' uziladi va natijada aldegid va ketonlar hosil bo'ladi. Reaksiya sharoitida oksidlanish davom etib, aldegidlar karbon kislotalarga aylanadi:



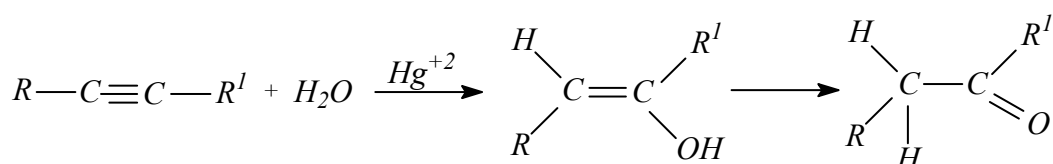
b) spirtlarni oksidlash yoki Cu, Pt, Pd ishtirokida degidrogenlash bilan oksobirikmalarni olish mumkin. Birlamchi spirtlarni oksidlab aldegid, ikkilamchi spirtlarni oksidlab esa ketonlar olinadi:



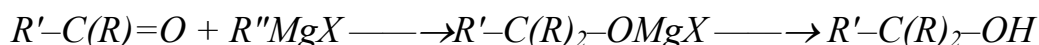
2. Geminal digalogenalkanlar gidroliz qilinganda ham aldegid va ketonlar hosil bo'ladi:



3. Alkinlar simob tuzlari ishtirokida kislotali muhitda suvni biriktiradi (M.G.Kucherov). Bu reaksiyada atsetilendan sirka aldegid, boshqa alkinlardan esa ketonlar hosil bo'ladi:



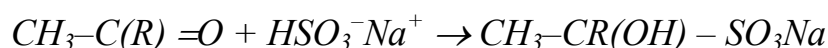
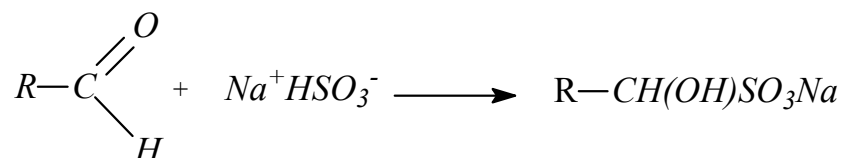




Vodorod sianidning birikishi natijasida oksinitrillar hosil bo'ladi:

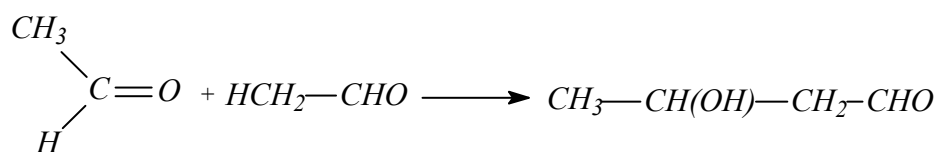


Aldegidlarga va metil alkilketonlarga natriy bisulfit birikadi:



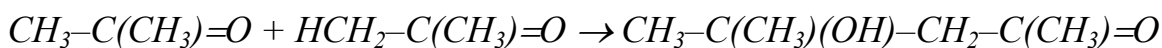
Bu reaksiya natijasida aldegid va ketonlarning bisulfitli birikmalari hosil bo'ladi.

Aldegid va ketonlar ishqoriy va kislotali muhitda aldol kondensatsiyasiga kirishadi va gidroksilaldegid va gidroksiketonlar hosil bo'ladi:



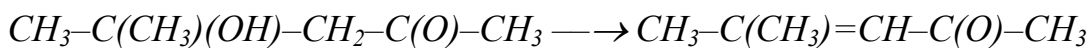
*3-Gidroksibutanal-1*

Kondensatsiya reaksiyasi  $\alpha$ -holatdagi vodorod hisobiga boradi:



*4-Gidroksi-4-metil-2-pentanon*

Hosil bo'lgan gidroksilaldegid va gidroksiketonlardan suv ajraladi va kroton kondensatsiyalanish mahsuloti hosil bo'ladi:



*4-Metilpenten-3-on-2*

### Nazorat savollari:

1. Oksobirikmalar deb qanday organik birikmalarga aytiladi?
2. Aldegid va ketonlarni qanday usullar bilan olinadi?
3. Karbonil guruhining o'ziga xos tuzilish xususiyatini izohlang.
4. Aldegid va ketonlar qanday kimyoviy xossalarga ega?

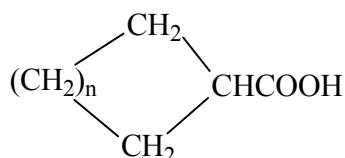
5. Aldol-kroton kondensatsiya reaksiyasini izohlang.
6. Ketonlar qaytarilganda qanday moddalarga aylanadi?
7. Butanondagi ikkinchi uglerod atomi oksidlanish darajasini aniqlang.
8. Aldegidlarga natriy bisulfit biriksa qanday moddalar hosil bo`ladi?
9. Grinyar reaktivi yordamida aldegidlardan spirtlar olish jarayonini tushuntiring.
10. Kucherov reaksiyasida qatnashuvchi katalizator nomini ayting.

### 4.3. Karbon kislotalar va ularning hosilalari

Molekulasida karboksil guruhi  $-\text{COOH}$  tutgan birikmalarga *karbon kislotalar* deyiladi. Karbon kislotalar karboksil guruhining soniga va uglevodorod qoldig'ining tabiatiga qarab monokarbon, dikarbon va polikarbon kislotalarga, karbon kislotalarning funksional hosilalariga bo'linadi.

Monokarbon kislotalar uglerod radikalining tabiatiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. To'yingan monokarbon kislotalar  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$  va halqa tutgan kislotalar



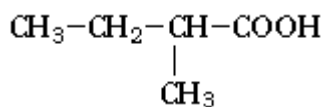
2. To'yinmagan monokarbon kislotalar  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{COOH}$  ;
3. Arenmonokarbon kislotalarga  $\text{ArCOOH}$ ,  $\text{ArCH}_2\text{COOH}$ ,  $\text{ArCH}=\text{CHCOOH}$ .

Karbon kislotalarni tarixiy va sistematik nomlash uchun uglevodorod nomiga kislota so'zi qo'shib aytiladi. Masalan:

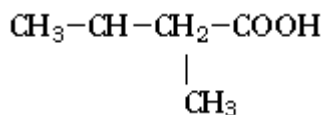
$\text{HCOOH}$	<i>metan kislota (chumoli kislota)</i>
$\text{CH}_3\text{COOH}$	<i>etan kislota (sirka kislota)</i>
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	<i>propan kislota (propion kislota)</i>
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	<i>butan kislota (moy kislota)</i>

Ammo ko'p kislotalar tarixiy nomda nomlanadi!

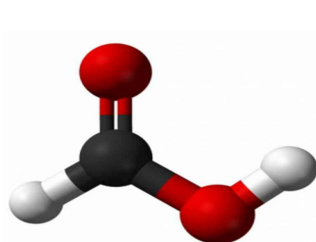
Ba'zida tarmoqlangan tuzilishga ega bo'lgan kislotalarni nomlashda  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -harflaridan foydalaniladi:



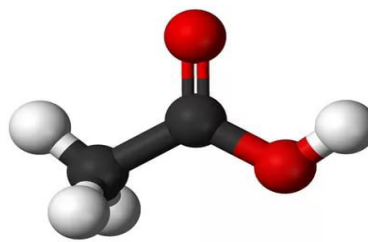
*$\alpha$ -metilmoy kislota*



*$\beta$ -metilmoy kislota*



a)

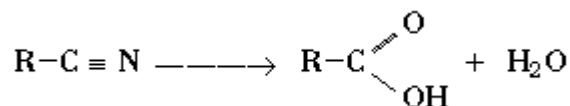
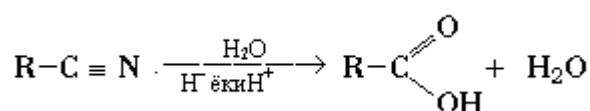
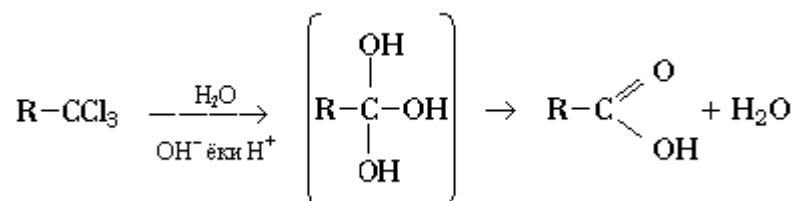


b)

**184-rasm. Metan kislota (a) va etan kislotalarning (b) shar-sterjenli shakli**

### Olinishi

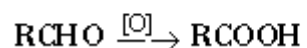
Monokarbon kislotalar galogenalkanlarni va nitrillarni gidroliz qilib olinadi.



Metallorganik birikmalardan olish mumkin:



Spirit va aldegidlarni havo kislorodi bilan katalizatorlar (Co, Mn tuzlari) ishtirokida oksidlab olish mumkin:



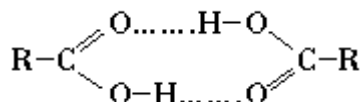
Monokarbon kislotalarni malon efiri yordamida ham sintez qilish mumkin.



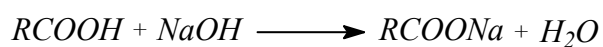
**185-rasm. Karbon kislota ishlab chiqarish korxonasi**

### **Xossalari**

Karbon kislotalar rangsiz suyuq va kristall moddalar. Ularning qaynash temperaturalari spirlarnikidan yuqoriligi sababi, kislotalar vodorod bog'ining hisobiga dimer hosil qiladi:

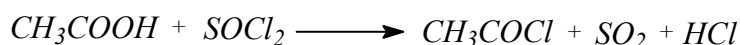
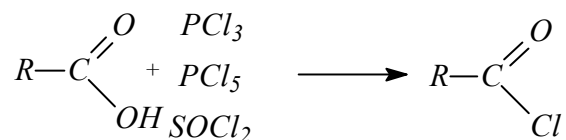


Karbon kislotalar ishqorning suvli eritmasi bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:



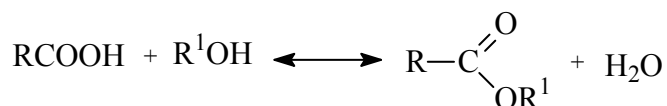
Karbon kislotalar  $SOCl_2$ ,  $PCl_3$  yoki  $PCl_5$  bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil

qiladi:

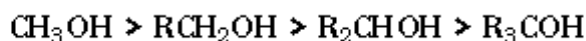


Bu reaksiyada eng qulay reagent tionilxlorid bo'lib, reaksiya mahsuloti toza chiqadi, sababi SO<sub>2</sub> gaz holida uchib ketadi.

Karbon kislotalardan murakkab efirlar olishda -OH guruhi hisobiga reaksiya boradi. Murakkab efir olish reaksiyasini *eterifikatsiya reaksiyasi* deyiladi:



Eterifikatsiya reaksiyasida spirtlarning va kislotalarning reaksiya qobiliyati quyidagi tartibda pasayadi:

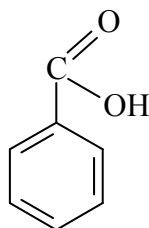


Kislota amidlari kislotalarning ammoniyli tuzlarini qizdirish orqali olinadi:

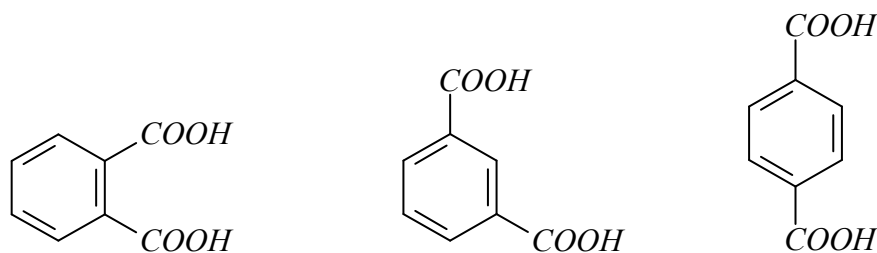


### Aromatik karbon kislotalar

Aromatik uglevodorodlarning karboksil guruh tutgan hosilalarini aromatik kislotalar deyiladi. Eng oddiy bir asosli aromatik kislotani *benzoy kislota* deyiladi:



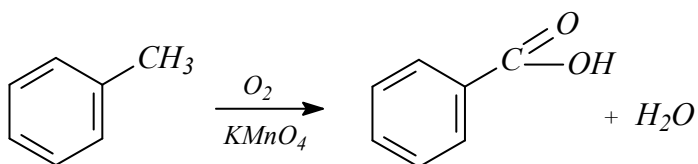
Molekulasida ikkita gidroksil guruhi tutgan aromatik ikki asosli kislotalarga *ftal kislotalar* deyiladi. Bularning ichida o- va p-ftal kislotalar amaliy ahamiyatga ega.



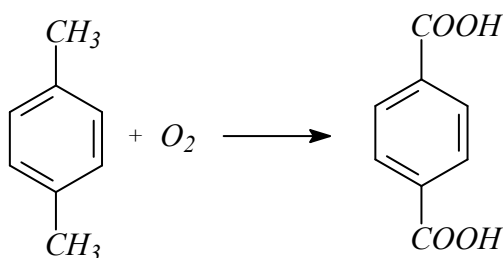
*Ftal kislota (o-ftal kislota) Izoftal kislota(m-ftal kislota) Tereftal kislota(p-ftal kislota)*

Aromatik uglevodorodlarning yon zanjirini  $\text{KMnO}_4$  yoki  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ishtirokida oksidlash:

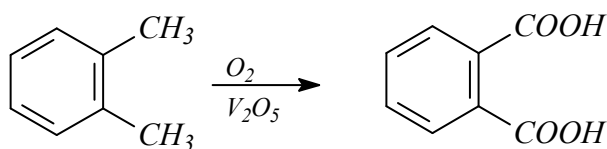
1.



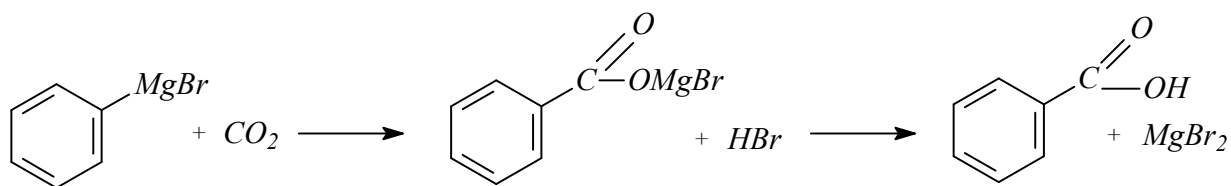
2.



3.

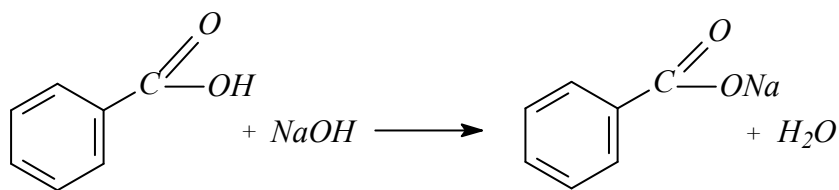


4. V. Grinyar reaksiyasi:

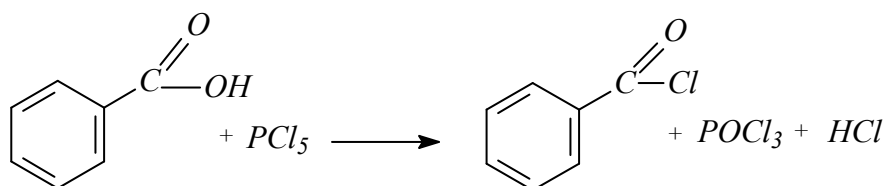


## Xossalari.

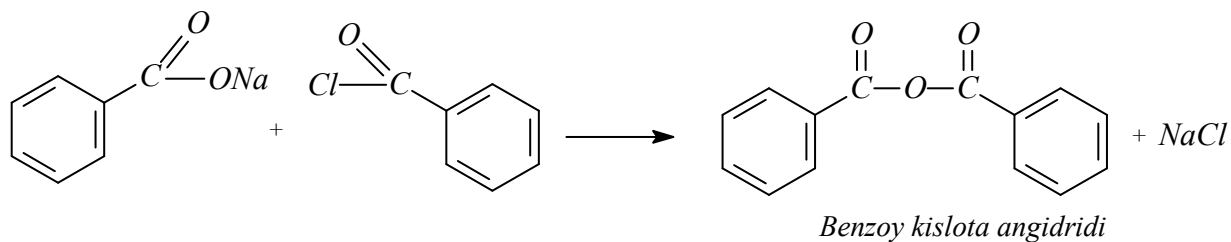
1. Tuz hosil bo'lishi:



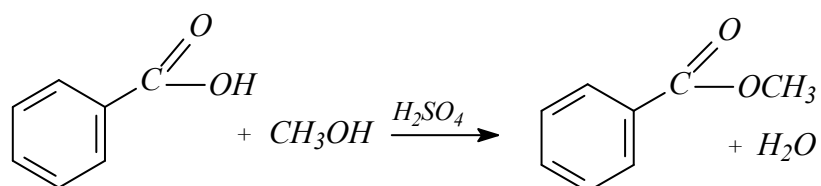
2. Galoidangidridlar hosil bo'lishi:



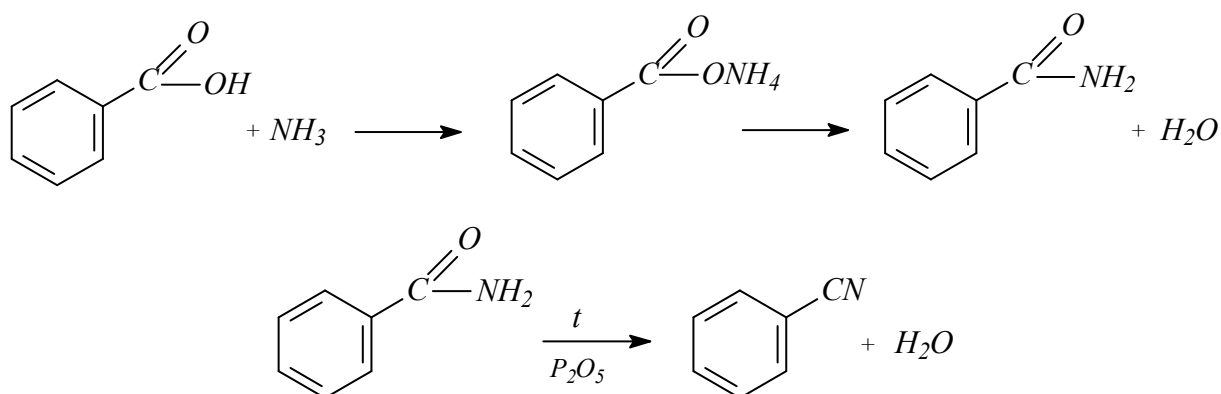
3. Kislota angidridlar hosil bo'lishi:



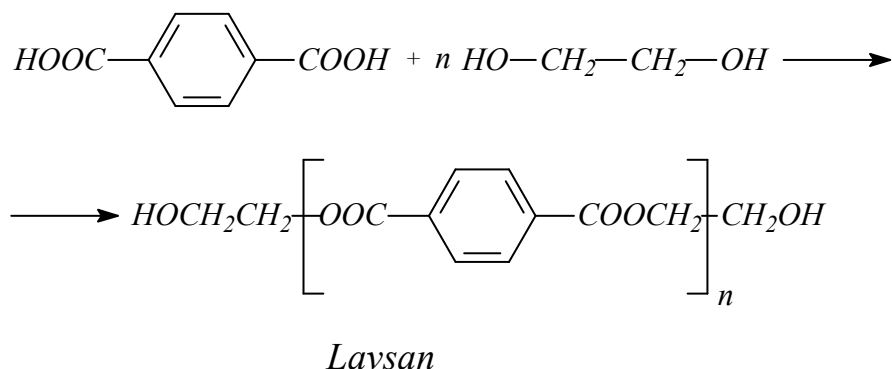
4. Eterifikatsiya reaksiyasi:



5. Kislota amidi va nitril hosil qilishi:



6. Tereftal kislotasi etilenglikol bilan reaksiyaga kirishib polietilentereftalat polimerini (lavsan) hosil qiladi:



*Izoh:* aromatik aldegid va aromatik keton — benzol xalqasi karboniga yoki yon zanjirga karbonil guruhi bog'langan bo'ladi.

aromatik karbon kislotalar — aromatik uglevodorodlarning karboksil guruhi tutgan hosilasidir.



a

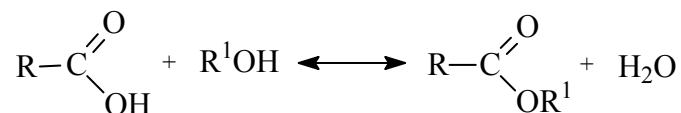


b

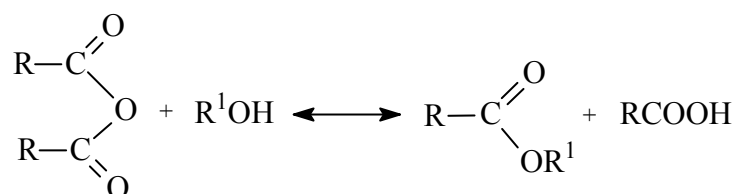
186-rasm. Lavsandan tayyorlangan issiqlik saqlovchi material (a) va ip (b)

### Karbon kislotalarning funksional hosilalari. Murakkab efirlar, yog'lar, sovunlar.

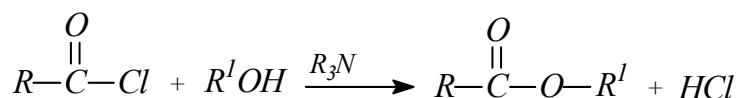
Karbon kislotalarning funksional hosilalaridan biri bo'lgan murakkab efirlar karbon kislotalarga spirtlar ta'sir ettirib olinadi:



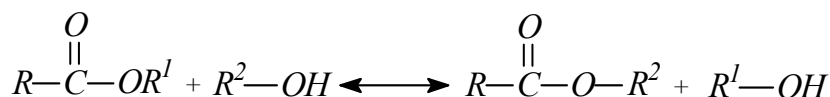
Reaksiya mineral kislota ishtirokida boradi. Murakkab efirlar karbon kislota anhidridlariga spirtlar ta'sir ettirib ham olinadi:



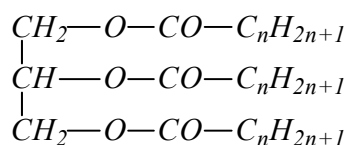
Murakkab efirlar galoidangidridlarga spirtlarni ta'sir ettirish bilan ham olinadi:



Murakkab efirlar qayta efirlash usuli bilan ham olinadi. Reaksiya kislotali yoki ishqoriy muhitda boradi:



Yog'lar glitserin va kislota gomologik qatorining murakkab efirlaridair. Bu murakkab efirlar tarkibidagi kislotalar moy kislotasidan stearin kislotasigacha bo'lishi mumkin. To'yingan yog'larning tuzilishi quyidagicha bo'ladi:



Suyuq yog'larning molekulasida radikal to'yinmagan kislotalarni qoldiqlaridan iborat bo'lib, bittadan uchtagacha qo'shbog' tutgan bo'ladi. Yog'larni Ni katalizatori ishtirokida qaytarilsa qattiq holga keladi. Bunga yog'ni gidrogenlash deyiladi va margarin hosil bo'ladi. Yog'ning bitta molekulasida turli kislotalarning qoldiqlari bo'lishi mumkin.

Glitserinning murakkab efirlari *glitseridlar* deyiladi. Mol yog'i asosan stearin (n=17) kislotaning glitserididan iborat bo'ladi. Qo'y, mol va kokos yog'i palmitin (n=15, tripalmitin) kislotasining glitserididan iborat bo'ladi.

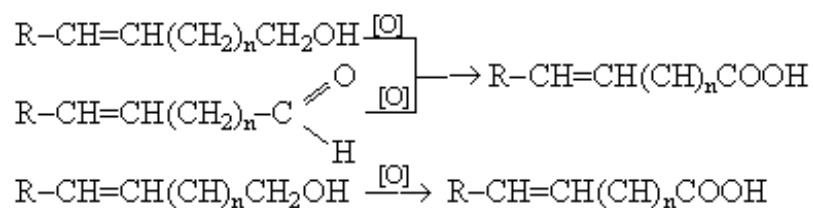
Yog'ning ishqoriy muhitda gidroliz qilinsa sovun hosil bo'ladi va uning tarkibidagi glitserin ajratib olinadi. Agar shu moddani osh tuzi bilan qaynatilsa, qattiq sovun hosil bo'ladi.



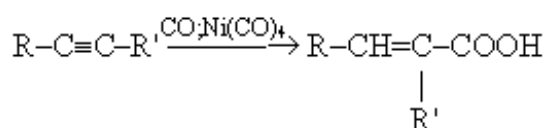
**187-rasm. Sovun ishlab chiqarish uskunasi – ekstruder**

### **To'yinmagan karbonkislotalar**

Tarkibida qo'shbog' va uchbog' tutgan karbon kislotalar to'yinmagan kislotalarga kiradi. To'yinmagan spirt va aldegidlar yumshoq sharoitda oksidlansa, to'yinmagan monokarbon kislotalar hosil bo'ladi:

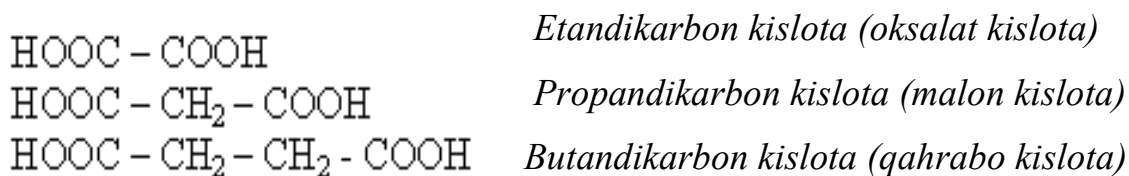


Alkinlar CO bilan suvli muhitda nikel tetrakarbonil ishtirokida reaksiyaga kirishadi va  $\alpha$ ,  $\beta$  - to'yinmagan monokarbon kislotalarni (V. Reppe) hosil qiladi:

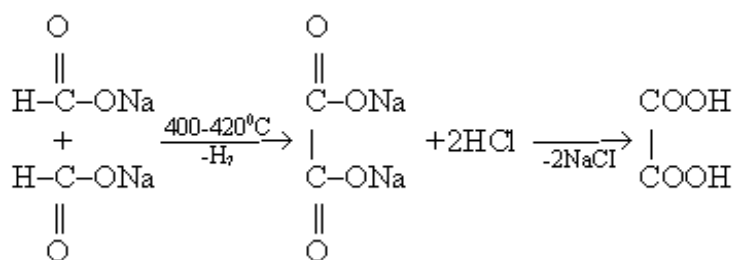


Galogenkarbon, gidroksikarbon kislotalardan  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{HX}$  ajratib, to'yinmagan kislotalar olinadi:

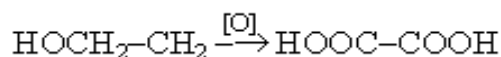




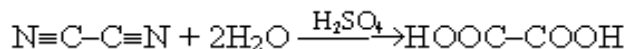
Ikki asosli kislotalarning birinchi vakili bo'lgan oksalat kislota chumoli kislotalarning natriyli tuzini qizdirib olinadi:



Etilenglikolni oksidlanganda ham oksalat kislota hosil bo'ladi:

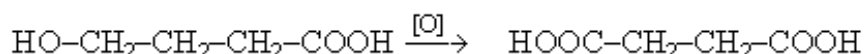


Oksalat kislotani ditsiandan (Vyoler. 1824 y) gidroliz qilib ham olinadi:



Dikarbon kislotalar oq kristall moddalar bo'lib, suvda yaxshi eriydi.

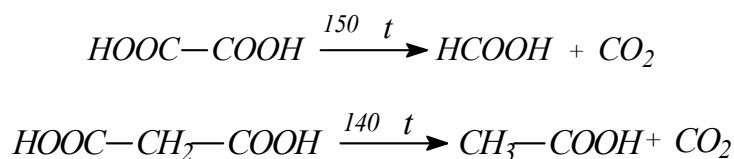
Gidroksikislotalar oksidlanganda ham ikki asosli kislota hosil bo'ladi:



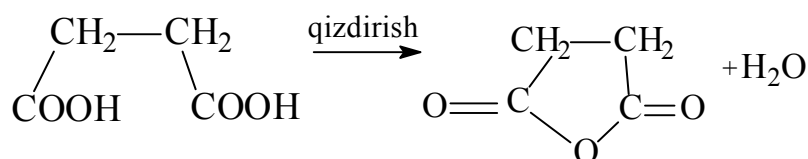
**Xossalari.** Dikarbon kislotalar monokarbon kislotalarning barcha xossalari namoyon qiladi. Ularning tuzlarini, xlorangidridlarini, murakkab efilarini, amidlarini va angidridlarini olish mumkin. Shuningdek,  $\alpha$ -holatiga galogenlash reaksiyalarini olib borish mumkin. Dikarbon kislotalarning bitta yoki ikkala karboksil guruhlarini bo'yicha hosilalarini olish mumkin.

Ikki asosli kislotalar disotsiyalanganida birinchi bosqichi oson va ikkinchi bosqichi qiyin boradi. Buning sababi protonning ikkita manfiy zaryadlangan aniondan uzoqlashishi uchun energiyaning ko'p talab qilinishidir.

Ikki asosli kislotalardan oksalat va malon kislota qizdirilsa, CO<sub>2</sub> ajralib bir asosli kislota hosil bo'ladi:



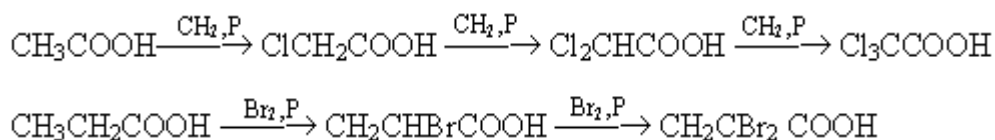
Qahrabo kislota 230-240° C atrofida qizdirilsa qahrabo angidridi hosil bo'ladi:



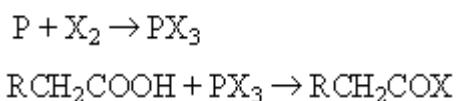
Malon kislotasida α-holatda vodorod ikkita karboksil guruhi ta'sirida bo'lganligi uchun faollashadi. Uning bu xossasidan turli kislotalarni va ularning hosilalarini sintez qilishda foydalaniladi. Ayniqsa, turli sintezlarni amalga oshirishda malon efiridan foydalaniladi.

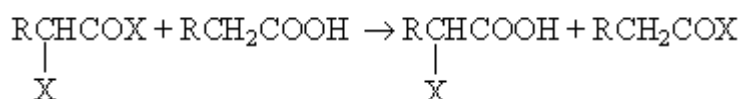
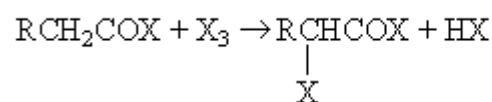
## Galoidkislotalar

Karbon kislotalarda α-vodorod atomlari karbonil guruh ta'sirida xarakatchan bo'lib qoladi. Shuning uchun karbon kislotalarni xlorlash va bromlash reaksiyalari yorug'lik nurida borib, galogen α-holatga boradi. Bu reaksiya kam miqdordagi fosfor ishtirokida boradi. Reaksiya Gel-Folgard-Zelinskiy reaksiyasi nomi bilan ma'lum:

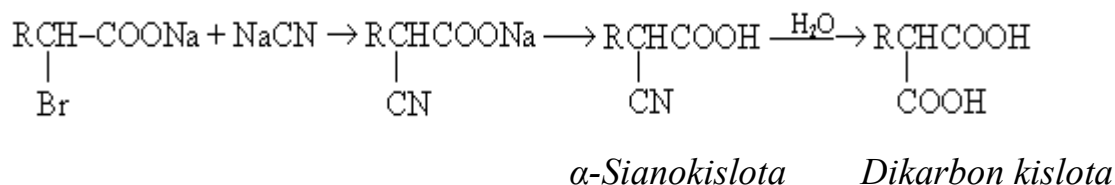
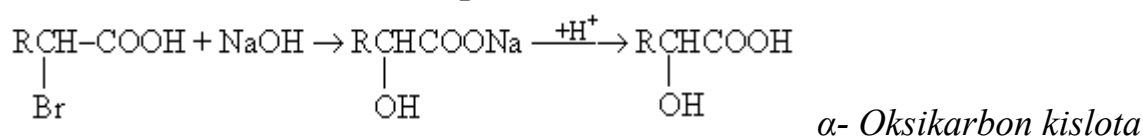
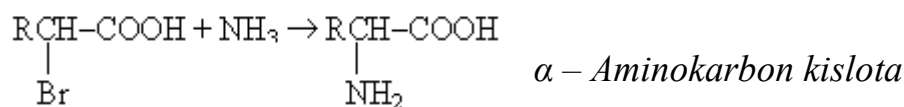


Bunda fosforning vazifasi kislotani galogen angidridga aylantirib berishdir:





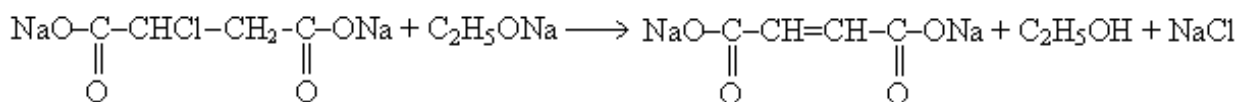
Galogen kislotalarda galogen alkilgalogenidlarga o'xshash nukleofil almashinish va ajralish reaksiyalariga oson kirishadi. Shuning uchun galogenkarbon kislotalarning turli hosilalarini olishda birinchi bosqich hisoblanadi.



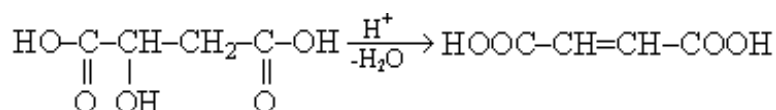
### Ikki asosli to'yinmagan kislotalar.

Tarkibida ikkita karboksil guruh va qo'shbog' yoki uchwog' bo'lgan kislotalar *to'yinmagan kislotalar* deyiladi.

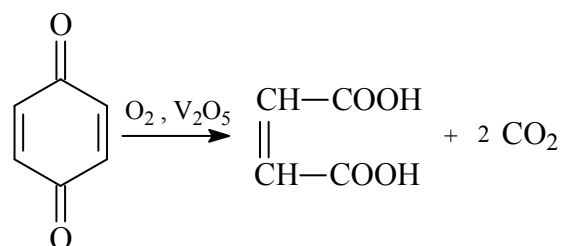
To'yinmagan kislotalarga misol qilib malein va fumar kislotalarni ko'rsatish mumkin. Fumar kislota – xlorqahrabo kislotasiga ishqorning spirtli eritmasi ta'sir ettirib olinadi:



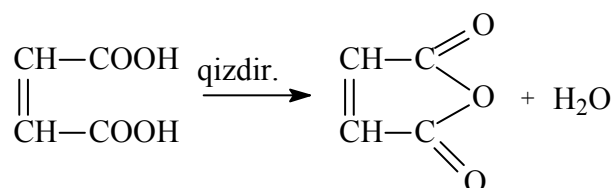
Olma kislotasi sulfat kislotasi bilan yuqori temperaturada qizdirilsa, fumar va malein kislotalari aralashmasi hosil bo'ladi:



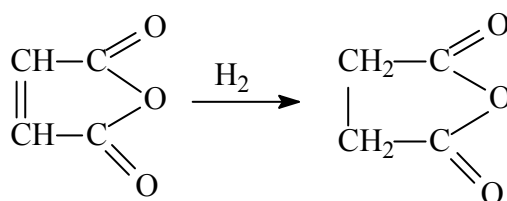
Malein kislota xinon, gidroxinonni oksidlab olinadi:



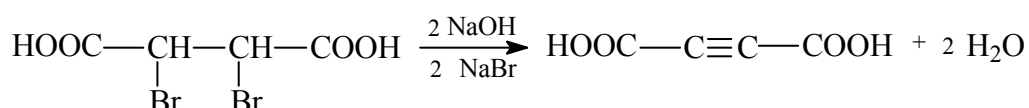
Ikkala to'yinmagan kislota bir-biridan farqi shundan iboratki, malein kislotasi qizdirilganda siklik malein angidridini hosil qiladi:



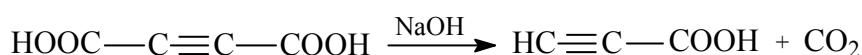
Malein angidridining tuzilishi uni qaytarish bilan qahrabo angidridiga o'tkazib tasdiqlangan:



Atsetilendikarbon kislota rangsiz kristall modda. Uni dibromqahrabo kislotaga ishqor ta'sir ettirib olinadi:



Atsetilendikarbon kislota faol uch bog' bo'lganligi uchun dien sintezlarida ishlatiladi. Agar uning suvli eritmasi qaynatilsa, dekarboksillash borib propin kislota hosil bo'ladi:



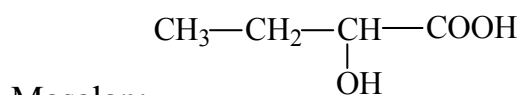
*Izoh:* – molekulasida karboksil guruh tutgan organik birikmalar *karbon kislotalar* deb aytiladi. Karbon kislotalar bir asosli, ikki asosli, to'yingan, to'yinmagan, xalqali, ochiq, galoidli bo'lishi mumkin.

## Nazorat savollari

1. Qanday birikmalarga karbon kislotalar deyiladi?
2. Karboksil guruhining o'ziga xos xususiyatlarini izoh-lang.
3. Qanday organik birikmalarga to'yingan, to'yinmagan, xalqali va aromatik karbon kislotalar deyiladi?
4. Karbon kislotalar qanday usullarda olinadi?
5. Karbon kislotalarni tarixiy, ratsional, sistematik nomenklaturalar bo'yicha nomlashga misollar keltiring.
6. Karbon kislotalarni kimyoviy xossalarni tushuntiring.
7. Murakkab efirlar, yog'lar, sovunlar nima uchun karbon kislota hosilasi deyiladi.
8. To'yinmagan, ikki asosli, galoidli kislotalarni kimyoviy xossalari-ga oid reaksiya tenglamalarini tuzing.
9. Karbonat kislota va uning hosilalari bo'yicha umumiy tushunchalarni bering.
10. Aromatik oksobirikmalar qanday usullar bilan olinadi?
11. Aromatik aldegidlar qanday xossaga ega?
12. Aromatik ketonlar qanday usullar bilan olinadi?
13. Aromatik karbon kislotalar qanday tuzilishga ega?
14. Aromatik karbon kislotalarning olish usullarini yozib bering.
15. Aromatik karbon kislotalar qanday kimyoviy xossalarga ega?

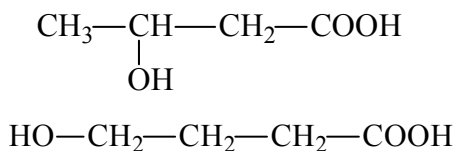
### 4.4. Aralash funksiyali birikmalar. Uglevodlar.

Tarkibida ham gidroksil guruh, ham karboksil guruh tutgan birikmalar *gidroksikislotalar* (oksikislotalar) deb ataladi. Boshqacha aytganda ular *spirt kislotalardir*. Gidroksil va karboksil guruhlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga qarab gidroksikislotalar  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -oksikislotalarga bo'linadi.



*2-Gidroksibutan kislota ( $\alpha$ -oksimoy*

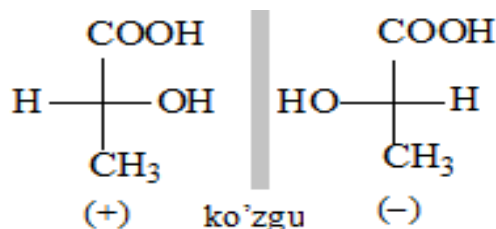
kislota)



3-Gidroksi butan kislota ( $\beta$ -oksimoy kislota)

4-gidroksibutan kislota ( $\gamma$ -oksimoy kislota)

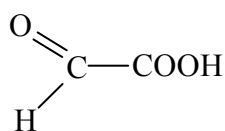
Oksikislotalardan sut kislotalari, olma kislotalari va vino kislotalari juda qadimdan ma'lum. Bu moddalar ham spirtlar, ham kislotalar kabi reaksiyaga kirishishlari bilan bir qatorda ularga fazoviy izomeriyani bir turi - optik izomeriya hosil qiladi. Vant-Goff va Le-Bellarning (1871) fikricha molekula tarkibida 4 xil guruh bilan birikkan uglerod (asimmetrik) atomi mavjud bo'lsa, u 2 xil optik izomerlar hosil qiladi. Masalan, sut kislotalari shunday izomerlar hosil qiladi:



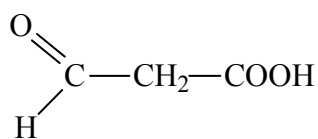
Bu izomerlar *ko'zgu izomerlari* deb ham aytiladi. Ular qutblangan nurni o'ngga (+) yoki chapga (-) bir xil burchakka buradi. Izomerlar molekula tarkibidagi asimmetrik atomlarining soni  $N=2^n$  ga teng. Ular D va L qatorlarga bo'linadi.

Oksokislotalar tarkibida ham karbonil, ham karboksil guruh tutgan birikmalardir. Agar karbonil guruh aldegid guruhi bo'lsa, aldegidkislotalar, karbonil guruh keton guruhi bo'lsa, ketokislotalar bo'ladi.

Aldegidkislotalarga misol:

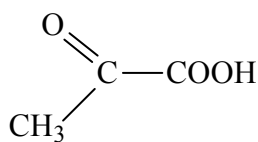


Oksoetan kislota (Gliksal kislota)

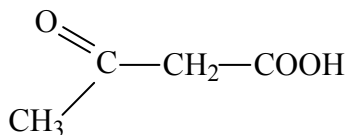


3-Oksopropan kislota (Formilsirka kislota)

Ketokislotalarga misol:



*2-Oksopropan kislota (Pirouzum kislota)*



*2-Oksobutan kislota (Atsetosirka kislota)  
va h.k.*

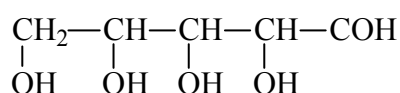
Bu moddalar karbonil birikmalar va karbon kislotalar kabi reaksiyaga kirishadi.

### **Uglevodlar. Mono va disaxaridlar.**

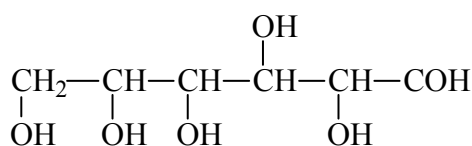
Uglevodlar – “uglerod” va “voda” so’zlaridan tuzilgan, ya’ni karbonsuvlardir. Umumiy formulasi ko’pincha  $C_n(H_2O)_m$  tarkibli, gidroksil va karbonil guruh tutgan birikmalardir. Ular oksialdegidlar (aldoza), oksiketonlar (ketoza) ko’rinishida mavjud bo’lib, monosaxarid, disaxarid, oligosaxarid va polisaxaridlarga bo’linadi. Ular tabiatda keng tarqalgan moddalar bo’lib, o’simlik mevalarining tarkibida bo’ladi. Uglevodlar – zaxira, skelet, ximoya funksiyalarini bajaradilar. Monosaxaridlar gidrolizga uchramaydigan qandsimon moddalardir. Tabiatda ko’proq besh va olti uglerodli monosaxaridlar - pentoza va geksozalar uchraydi. Masalan: pentozalar - kisloza, arabinoza, riboza va h.k. Geksozalar – glyukoza, fruktoza, mannoza va h.k. Ularning tarkibidagi 1 ta uglerod aldegid yoki keton guruhini o’zida tutadi, qolgan uglerod atomlarida esa 4 ta yoki 5 ta gidroksil guruhlari bo’ladi. Masalan ribozaning tuzilishi formulasi quyidagicha:



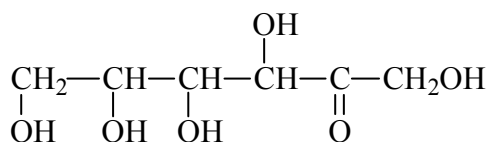
**188-rasm. Riboza molekulasini shar-sterjenli modeli**



Riboza

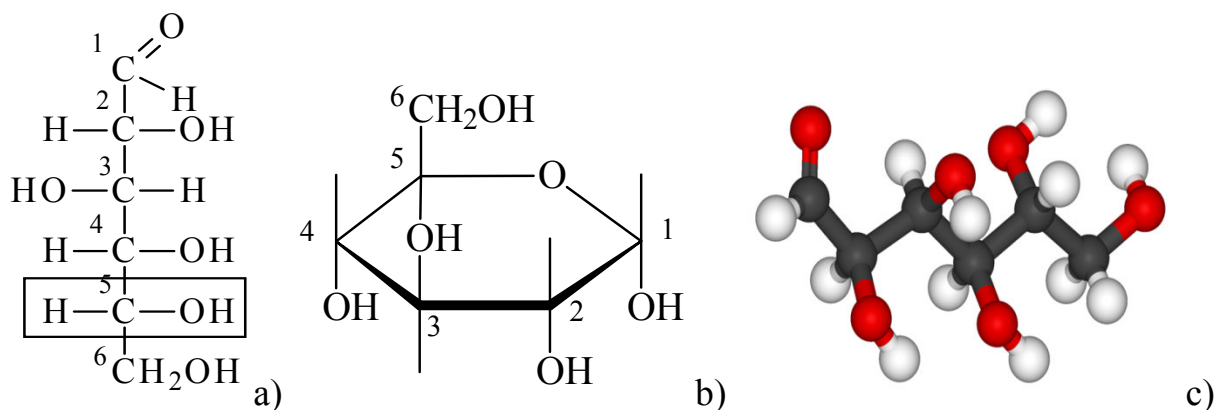


Glukoza



Fruktoza

Keltirilgan birikmalarning ichida riboza, 2-dezoksi-riboza, glyukoza aldozalardir. Fruktoza esa ketozadir. Ular shirin ta'mli moddalar bo'lib mevalarda ko'p bo'ladi. Monosaxaridlar ochiq zanjirli va yopiq (siklik) zanjirli tuzilishga ega bo'ladi. Buni D-glyukoza misolida ko'rish mumkin:



189-rasm. D-glyukoza molekulasining Fisher (a), Heuors (b), shar-sterjenli (c) formulalari

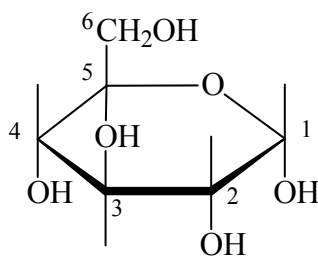
Disaxaridlarda 2 ta monosaxarid qoldig'i bo'lib, u gidrolizga uchraganda 2 ta monosaxarid hosil bo'ladi. Masalan, saxaroza gidrolizlanganda glyukoza va fruktoza monosaxaridlari hosil bo'ladi. Monosaxaridlar - aldegidlar yoki ketonlar va spirtlarning kimyoviy xossalarini o'zida namoyon qiladi. Disaxaridlar esa ko'p atomli spirtlarga o'xshash xossalarga ega. Disaxaridlardan saxaroza sanoatda shakar nomi bilan ishlab chiqariladi.



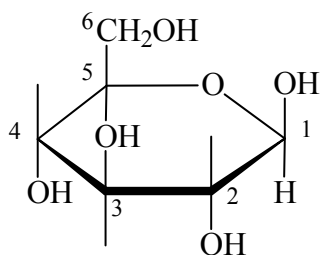
190-rasm. Zamonaviy shakar ishlab chiqarish korxonasi

**Polisaxaridlar.** Polisaxaridlar deb gidrolizlanganda juda ko'p miqdorda monosaxarid hosil qiladigan uglevodlarga aytiladi. Bunday polisaxaridlarga kraxmal, sellyuloza va inulinni misol qilib keltirish mumkin.

Kraxmal muhim ozuqa mahsuloti bo'lib,  $\alpha$ -D-glyukoza qoldiqlaridan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmadir. Shuning uchun kraxmal gidrolizlansa,  $\alpha$ -D-glyukoza hosil bo'ladi. Uning formulasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Sellyuloza esa yog'ochning tarkibiy qismi bo'lib, u  $\beta$ -D-glyukoza qoldiqlaridan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmadir. Demak, uning elementar zvenosida  $\beta$ -D-glyukoza qoldig'i mavjud:



Selyulozaning molekulyar massasi 20000000 dan yuqori bo'lib, makromolekula chiziqli tuzilishga ega. Kraxmalning molekulyar massasi selyulozanikidan kichikroq va tuzilishi tarmoqlangan bo'ladi.

Unda – 74%, guruchda – 78%, kartoshkada – 16% kraxmal bo'ladi. Kraxmaldan ham, selyulozadan ham gidroliz qilib glyukoza, glyukozadan esa bijg'itish bilan etanol olinadi:



Inulin deb ataluvchi polisaxaridning elementar zvenosida D-fruktoza qoldig'i mavjud. U topinambur o'simligi ildizida ko'p bo'ladi. Selyulozadan gidroksil guruhiga kimyoviy reaksiyalar olib borib, karboksimetilselyuloza, atsetilselyuloza, nitroselyuloza kabi muhim moddalar olinadi.

### Nazorat savollari

1. Oksikislotalar deb nimaga aytiladi.
2.  $\beta$ -oksimoy kislotani sistematik nomenklatura bo'yicha nomlang.
3. Qanday izomeriyaga ko'zgu izomeri deyiladi?
4. Glukozaning siklok va ochiq halgali formulalaridagi asosiy farqni ayting.
5. Mannoza uglevodlar sinfining qaysi turiga mansub?
6. Uglevodlarning qaysi turdagi formulasiga Fisher formulasi deyiladi?
7. Uglevodlarning halqali formulasi mualliflarini ayting.
8. Saxarozani sanoatda olinish usullarini tushuntiring.

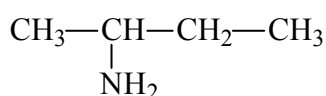
9. Kirxgoff reaksiyasi qanday reaksiya?

10. Inulin polisaxaridi tarkibida qanday monosaxarid qoldog'i bo'ladi.

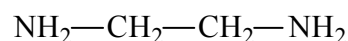
#### 4.5. Aminobirikmalar. Aminokislotalar. Oqsillar.

Aminlar — ammiak tarkibidagi vodorod atomlarini uglevodorod qoldiqlariga almashtirish natijasida hosil bo'ladigan moddalardir. Tuzilishiga ko'ra ular birlamchi  $\text{RNH}_2$  ikkilamchi  $\text{R-NH-R}$  va uchlamchi  $\text{R}^1\text{N}(\text{R}^2)\text{R}^3$  bo'lishi mumkin. Formuladagi  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  yoki  $\text{R}^3$  lar metil, etil, propil va h.k. yoki to'yinmagan uglevodorod qoldig'i allil bo'lishi mumkin.

Ratsional nomenklaturada aminlar uglevodorod qoldig'i asosida nomlanadi. Masalan:  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  metilamin,  $\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$  metiletilamin,  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  trimetilamin va h.k. Sistematik nomenklaturada uglevodorod nomiga amino so'zini qo'shib nomlanadi, raqam bilan esa aminoguruhning o'rni ko'rsatiladi:



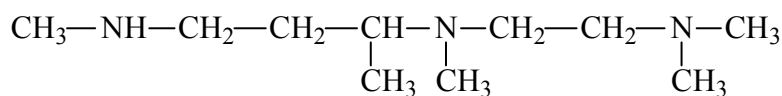
*2-Aminobutan*



*1,2 - Diaminoetan*

$\text{NH}_2$ -amino,  $-\text{NH}-\text{CH}_3$  metilamino va  $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$  dimetilamino guruhlardir.

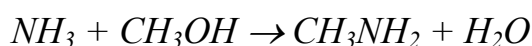
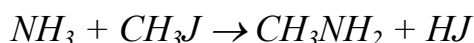
Agar molekulada turli darajada almashgan azot atomlari bulsa, bunday aminlar quyidagicha nomlanadi. Masalan:



*2,5,9-Triaza-2,5,6-trimetildekan*

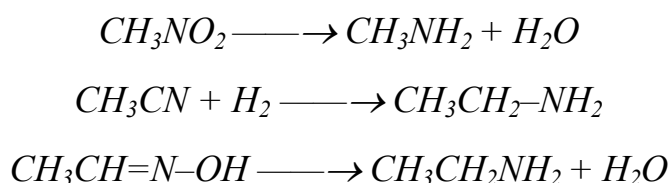
Aminlar quyidagi usullar bilan olinadi:

1. Ammiakni galoidalkillar yoki spirtlar bilan alkillash:

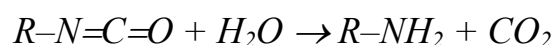


Bu reaksiyada birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi aminoarning aralashmasi hosil bo'ladi.

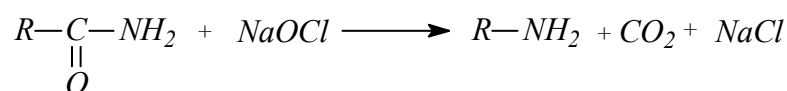
2. Nitrillarni, nitrobirikmalarni va oksimlarni qaytarish:



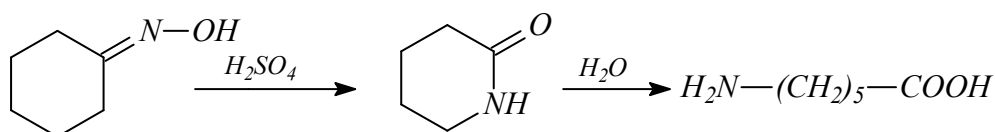
3. Izotsian kislotasi efirlarining gidrolizi:



4. Goffman qayta guruhlanishi yordamida olish:



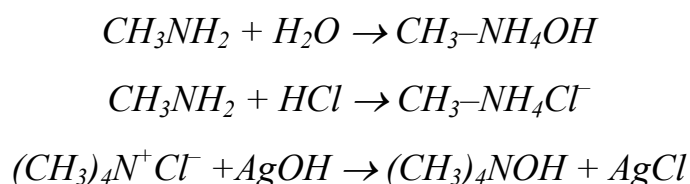
5. Bekman qayta guruhlanishi bilan olish:



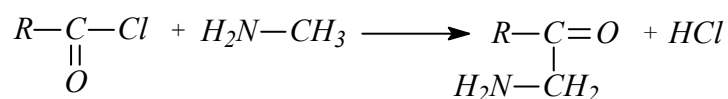
Aminlar, ya'na Lossen va Kurtsius qayta guruhlanishlari bilan xam olinishi mumkin.

### Xossalari

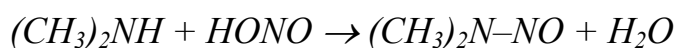
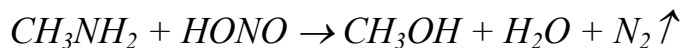
Aminlar amiakka o'xshagan asosli xossaga ega bo'lgan moddalar bo'lib, amiakka nisbatan zaharliroqdir. Quyidagi kimyoviy reaksiyalar uning asos ekanini, amiakka o'xshashligini ko'rsatadi:



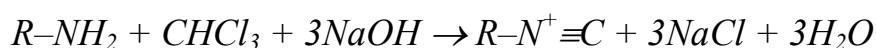
Aminlar kislota xlorangidridlari bilan almashingan amidlar hosil qiladi:



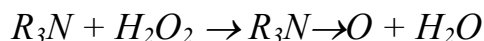
Aminlarning birlamchi, ikkilamchi yoki uchlamchi ekani ularning nitrit kislota bilan reaksiyasida ko'rinadi:



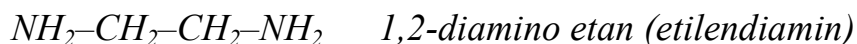
Birlamchi aminlar bilan xloroformning ishqorli spirtidagi eritmasi reaksiyasida qo'lansa hidli izonitrillar hosil bo'ladi. Shuning uchun bu reaksiyadan birlamchi aminlarni sifat jihatdan aniqlashda foydalaniladi:



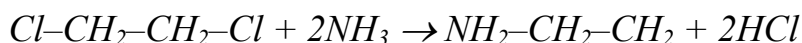
Uchlamchi aminlar vodorod peroksidi bilan oksidlanganda uchlamchi aminlarning oksidlari hosil bo'ladi.



Diaminlar tarkibida 2 ta aminoguruh tutgan birikmalardir. Ammo 2 ta aminoguruh turli uglerod atomlarida joylashgan bo'lgandagina diaminlar qarorli bo'ladi. 1 ta uglerod atomi 2 ta aminoguruhni tutib tura olmaydi. Diaminlarga misollar:



Ular digalogenalkanlarga ammiak ta'sir ettirib olinadi:

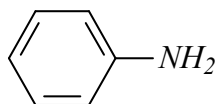


Diaminlar dinitrillarni yoki dioksimlarni qaytarish orqali olish ham mumkin. Ular poliamidlar (neylon) olishda ishlatiladi. Ular oraliq metallarning kationlar

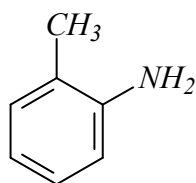
bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi.

### Aromatik aminlar.

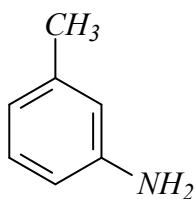
Aromatik yadrosining vodorod atomi o'rnida  $\text{NH}_2$  guruhi tutgan birikmalar *aromatik aminlar* deb ataladi. Eng sodda aromatik aminni **anilin** deb ataladi:



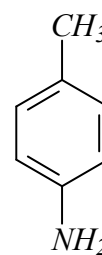
Anilinning gomologlari:



*o*-Aminotoluol (*o*-toluidin)

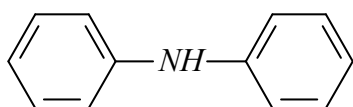


*m*-Aminotoluol (*m*-toluidin)

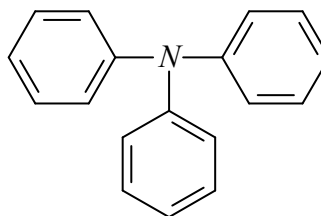


*p*-Aminotoluol (*p*-toluidin)

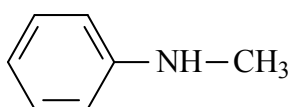
Agar aromatik amin molekulasida azot atomi bitta aromatik xalqaga bog'langan bo'lsa birlamchi, ikkita aromatik xalqaga bog'langan bo'lsa ikkilamchi, uchta aromatik xalqaga bog'langan bo'lsa *uchlamchi aromatik amin* deb ataladi:



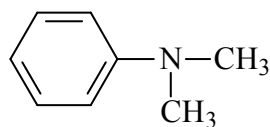
*Difenilamin*  
*ikkilamchi amin*



*Trifenilamin*  
*uchlamchi amin*

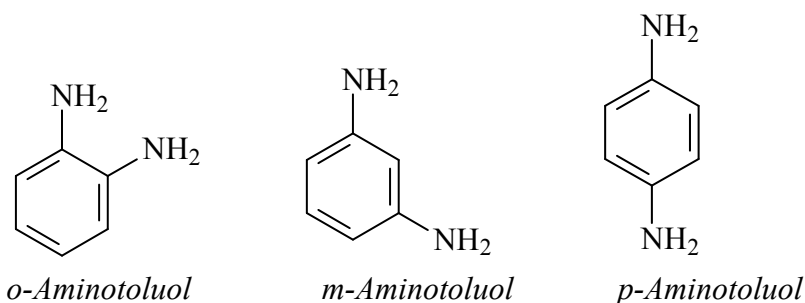


*Metilfenilamin*

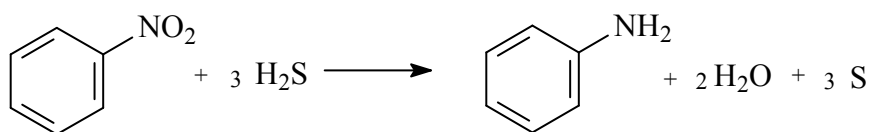


*Dimetilfenilamin*

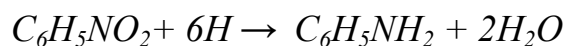
Aromatik yadroda bir nechta aminoguruh bo'lishi ham mumkin:



Aminlarni olish usullari. Aromatik aminlarni olishni birinchi bo'lib N.N.Zinin taklif etgan. U nitrobenzolni vodorod sulfid bilan qaytarib anilin olgan:

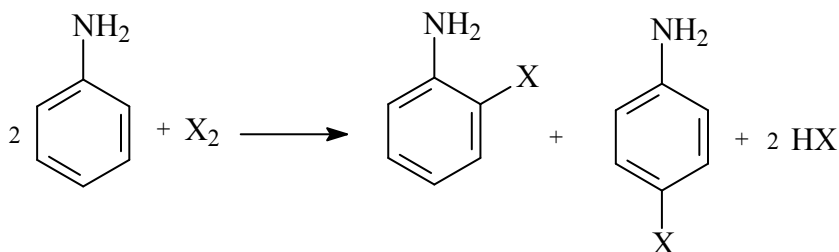


Keyinchalik nitrobenzolni qaytarishning boshqacha usullari ishlab chiqilgan:

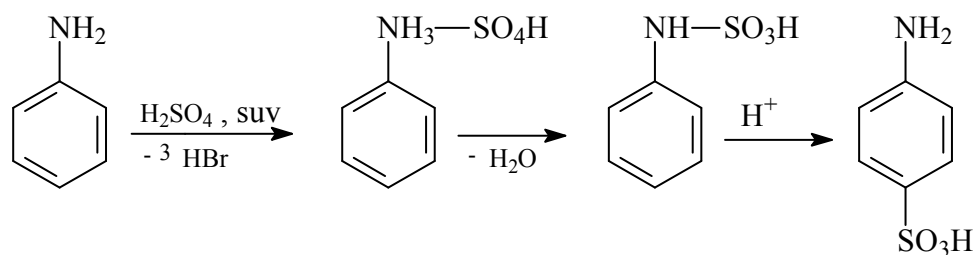


Shunday usullar yordamida nitrotoluollarni qaytarib *o*-, *p*- va *m*-toluidinlar olinadi.

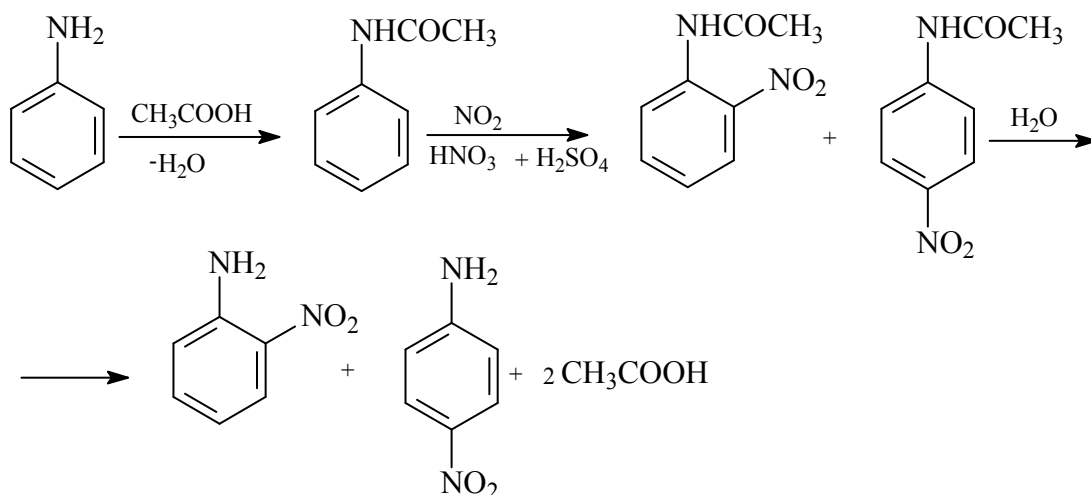
Aminlarning xossalari: anilin o'z xossalari bo'yicha alifatik aminlardan farq qiladi. Ular kuchsiz asos bo'lib, kuchsiz kislotalar bilan tuz hosil qilmaydi. Ammo kuchli kislotalar bilan tuz beradi. Buning sababi azot atomining bir juft elektronlari aromatik yadrolarining  $\pi$ -elektronlari bilan ta'sirlashib qolishidadir. Demak, azot atomining  $\rho$ -elektronlari aromatik xalqaning  $\pi$ -elektronlari buluti bilan o'zaro ta'sirlashadi. Anilin juda oson galoidlanadi. Ya'ni,  $\text{NH}_2$  guruh reaksiyalarini osonlashtiradi:



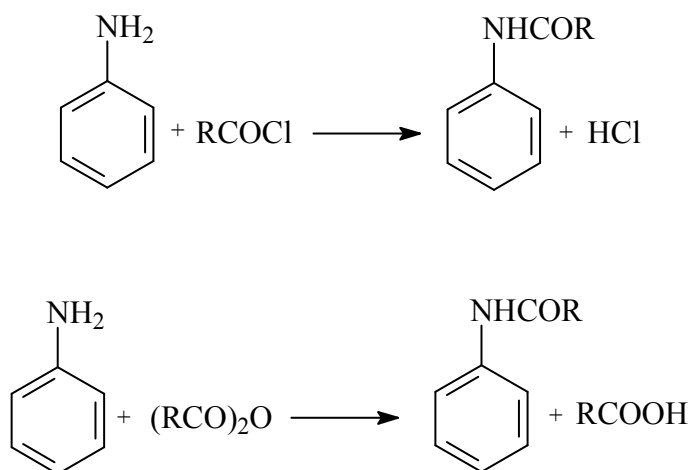
Lekin, anilinni sulfolash yuqori temperaturada olib boriladi. Bunga sabab, reaksiyaning birinchi bosqichida amino guruh sulfolanadi:



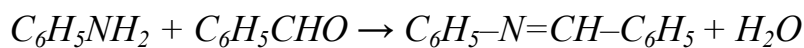
Anilinni nitrolash uchun avval uni atsillanadi, so'ngra nitrolanib, hosil bo'lgan mahsulot gidrolizlansa o- va p-nitroanilin olinadi:



Bundan tashqari aromatik aminlarni kislota xlorangidridlari yoki angidridlari bilan atsillash mumkin. Hosil bo'lgan moddalar *anilidlar* deb ataladi:

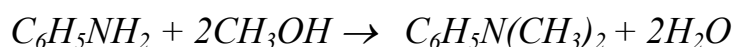
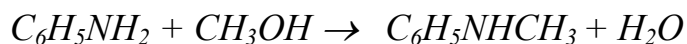


Aromatik aminlarni aromatik aldegidlar bilan reaksiyasi natijasida esa Shiff asoslari sintez qilinadi:



Azot atomi bo'yicha alkil guruhi tutgan hosilalar olish uchun esa anilin va

spirt (metanol) aralashmasi bug'leri  $Al_2O_3$  ustidan o'tkazilsa alkil va dialkilanilinlar hosil bo'ladi:

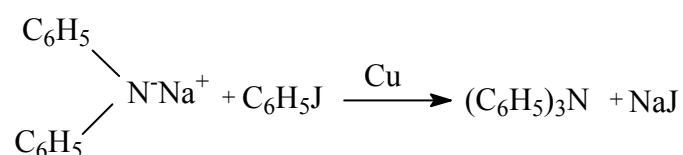


Bu moddalar ko'p miqdorda tayyorlanadi, chunki ular antidetonator sifatida va bo'yoq tayyorlashda ishlatiladi.

Ikkilamchi va uchlamchi aromatik aminlar. Agar anilinning HCl li tuzi qizdirilsa ikkilamchi aromatik aminli-fenilamin hosil bo'ladi:



Difenilamin va boshqa ikkilamchi aminlar antioksidant sifatida plastmassalarni oksidlanishidan saqlash uchun ishlatiladi. Difenilaminning natriyli hosilasini yodbenzol bilan mis ishtirokidagi reaksiyasi amalga oshirilsa uchlamchi «trifenilamin» hosil bo'ladi:



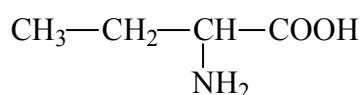
Uchlamchi aromatik aminlarning asos xossaga ega emas.

### Aminokislotalar va oqsillar

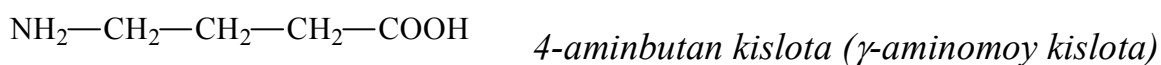
Aminokislotalar — molekulasida ham amino ( $-NH_2$ ), ham karboksil ( $-COOH$ ) guruhi bo'lgan moddalardir.

Oqsillar - turli xil  $\alpha$ -aminokislotalarning qoldiqlaridan tashkil topgan yuqori molekulyar polipeptid birikmalardir. Oqsillar tirik hayotning asosi bo'lib murakkab tuzilishga ega.

Aminokislotalar tarkibidagi 2 ta funktsional guruhning bir-biriga nisbatan joylashishiga qarab  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ - aminokislotalarga bo'linadi. Masalan:



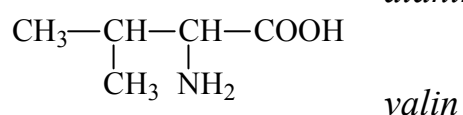
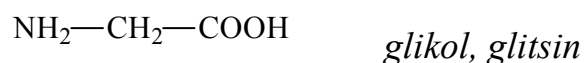
*2-aminabutan kislota ( $\alpha$ -aminomoy kislota)*



Aminokislotalar tarkibida asimmetrik uglerod atomi bo'lganligi uchun ularga optik izomeriya xosdir. Aminokislotalar ham qutblangan nurni o'ngga (+) yoki (-) chapga buradi, D va L qatorlarga bo'linadi.

Oqsil tarkibiga kiruvchi  $\alpha$ -aminokislotalar o'ziga hos nomlarga ega.

Masalan:



Aminokislotalar – aminlarning va karbon kislotalarning xossalariga ega. Ular odatda ichki tuz shaklida bo'ladi va shuning uchun suvda eruvchan, kristall moddalardir. Aminokislotalarning olish usullari - aminobirikmalarning va karbon kislotalarning olish usullariga o'xshash.  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -aminokislotalar bir-biridan qizdirish vaqtida qanday moddalarga aylanishi bilan farq qiladi.

Oqsillar ham amfoter xossaga ega bo'lib birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi tuzilishga egadir.

### Nazorat savollari

1. Qanday birikmalarga nitrobirikmalar deyiladi?
2. Nitrobirikmalar qanday usullar bilan olinadi va xossalarini izohlang?
3. Aminlar deb qanday organik moddalarga aytiladi?
4. Aminlarning xossalarini o'ziga xos tomonlarini asoslang.

5. Bekman qayta guruhlanish reaksiyasi mohiyatini tushuntiring.
6. Anilin olishning Zinin usulida qaytaruvchi sifatida qaysi modda qo`llaniladi?
7. Aminlar gamologik qatorida asoslilik xossasi qanday o`zgaradi?

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия., Высшая школа., М.,2002.
2. К.М.Аhmerov, А.Jalilov, R.S.Sayfitdinov. Umumiy va anorganik kimyo, "O'zbekiston",2006.
3. N.A.Parpiyev, H.Rahimov, A.G.Muftaxov. Anorganik kimyoning nazariy asoslari. T., "Ozbekiston",2002.
4. N.A.Parpiyev, A.G.Muftaxov, H.R.Rahimov. Anorganik kimyo. "O'zbekiston", 2003.
5. Ҳ.Р.Рахимов. Анорганик химия. Олий ўқув юрт. Химия ихтисослиги бўйича таълим олувчи студ. учун дарслик. Қайта ишланган тўлдирилган 2-нашри. Т. «Ўқитувчи», 1984.-424 бет.
6. А.И.Горбунов. Теоретические основы общей химии.М.,2001.
7. Д.А.Князев. Неорганическая химия:учеб.для ВУЗов /Д.А.Князев, С.Н.Смарыгин.-3-изд.испр.-М.:Дрофа,2005.-591.
8. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для ВУЗов/ Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С.Берлянд и др.; под ред. Ю.А.Ершова- 4 изд.,-М.: Высш.шк.,2003.-560 с. ил.
9. Э.Т.Оганесян. Неорганическая химия.-М.,Высшая школа, 1984.-с.379.
10. Е.Я.Левитин, А.Н.Бризицкая, Р.И.Клюева Общая и неорганическая химия: Учебник для студентов фармац. ВУЗов и фармац. Фак. Мед.ВУЗов.Х.:Изд-во НФАУ: Золотые страницы,2002.-с.536 .
11. Глинка Н.А. Задачи и упражнения по общей химии.-Ленинград, химия, 1985.
12. Васильева З.Б., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической хими.-Ленинград, Химия, 1986.
13. С.Н.Аминов, Э.Т.Туйчиев, Р.Аристанбеков ва бошқ. Анорганик кимёдан амалий машғулотлар: Фармацевтика институти талабалари учун ўқув қўлланмаси (С.Н.Аминов таҳрири остида). - Т.: Абу Али ибн Сино номидаги тиббиёт нашр., 1998. -334 б.

14. В.Л.Белобородов, С.Э.Зурабян, А.П.Лузин, Н.А.Тюкавкина.  
“Органическая химия”, Москва, Дрофа, 2003
15. Q. Ahmerov, A. Jalilov, R. Sayfutdinov, A. Akbarov, S. Turobjonov.  
“Umumiy va anorganik kimyo”. Toshkent, “O`zbekiston”. 2017 yil
16. I. A. Tirkashev, R. R. Ro`ziyev, I. I. Ismoilov. Anorganik kimyo. Toshkent,  
“O`qituvchi”. 2011 yil
17. A. Abdusamatov. Organik kimyo (darslik). Toshkent, “To`lqin”. 2005 yil
18. [www.google.com](http://www.google.com)
19. [uz.denemetr.com](http://uz.denemetr.com)
20. [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)
21. [www.chemmed.ru](http://www.chemmed.ru)
22. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
23. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

