

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH  
INSTITUTI**

**«KIMYOVIIY TEXNOLOGIYA VA FOYDALI  
QAZILMALAR VA QAYTA ISHLASH  
TEXNOLOGIYALARI»  
kafedrası**

**KIMYO FANIDAN**

**O‘QUV–USLUBIY  
MAJMUA**

**NAMANGAN – 2021**

**“Tasdiqlayman”**  
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor  
\_\_\_\_\_M.Dadamirzayev  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_2021 y.

“Kimyo” fanidan o‘quv-uslubiy majmua barcha nokimyoviy ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan.

Tuzuvchilar: dots. M.Abdullayev  
PhD. B. Mamurov  
PhD. M. Dadamirzayev  
kat.o‘q. B.Xayitov

Ushbu o‘quv-uslubiy majmua Kimyoviy texnologiya va Foydali qazilmalar va qayta ishlash texnologiyalari kafedrasining yig‘ilishida ko‘rib chiqilgan va institut ilmiy-uslubiy kengashida ko‘rib chiqish uchun tavsiya etilgan.  
( \_\_\_\_\_-yig‘ilish bayoni, \_ \_\_\_\_\_2021 yil)

Ushbu o‘quv-uslubiy majmua institutning ilmiy-uslubiy kengashida ko‘rib chiqilgan va o‘quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.  
(\_\_\_\_-yig‘ilish bayoni, \_\_\_\_\_ 2021 yil)

## MUNDARIJA

|             |                                                                                 |  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>I.</b>   | <b>SILLABUS.....</b>                                                            |  |
| <b>II.</b>  | <b>FAN O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL<br/>TA’LIM METODLARI.....</b>      |  |
| <b>III.</b> | <b>NAZARIY MATERIALLAR.....</b>                                                 |  |
| 1           | Kimyoning maqsad va vazifasi. Kimyoning asosiy qonunlari.                       |  |
| 2           | Anorganik birikmalarning eng muhim sinflari.                                    |  |
| 3           | Atom tuzilishi.                                                                 |  |
| 4           | Elementlarning davriy qonuni va sistemasi.                                      |  |
| 5           | Kimyoviy bog‘lanish va ularning turlari.                                        |  |
| 6           | Termokimyo.                                                                     |  |
| 7           | Kimyoviy kinetika va kimyoviy muvozanat.                                        |  |
| 8           | Eritmalar, ularning turlari. Suyultirilgan eritmalar xossasi,<br>osmotik bosim. |  |
| 9           | Elektrolit eritmalar. Tuzlarning gidrolizi.                                     |  |
| 10          | Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.                                           |  |
| 11          | Metallar, ularning tabiatda uchrashi, olinish usullari, kimyoviy<br>xossalari.  |  |
| 12          | Elektrokimyoviy jarayonlar.                                                     |  |
| 13          | Elektroliz. Elektroliz qonunlari.                                               |  |
| 14          | Metallar korroziyasi. Ularning turlari.                                         |  |
| 15          | Polimerlar kimyosi.                                                             |  |
| <b>IV</b>   | <b>AMALIY MASHG‘ULOTLAR MATERIALLARI.....</b>                                   |  |
| <b>V</b>    | <b>KEYSLAR BANKI.....</b>                                                       |  |
| <b>VI</b>   | <b>MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....</b>                                           |  |
| <b>VII</b>  | <b>GLOSSARIY.....</b>                                                           |  |
| <b>VIII</b> | <b>ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....</b>                                                |  |

### **III. O‘QUV MATERIALLAR**

#### **1–BOB. KIMYONING MAQSAD VA VAZIFASI. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI.**

##### **1.1. Kimyo fanining maqsadi va vazifalari**

Sanoat va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi sohasida qo‘lga kiritilayotgan barcha muvofaqiyatlar tabiiy fanlar bilan bog‘langandir. Inson paydo bo‘libdiki, unga kimyoviy moddalar, ularning o‘zgarishlari ya‘ni kimyoviy hodisalar doimiy hamrohdir. Issiqlik va yorug‘lik chiqishi bilan kechadigan oksidlanish jarayoni-yonish reaksiyasi ibtidoiy odamga hamroh bo‘lgan dastlabki kimyoviy mo‘jizalardan edi.

Ma‘lumki, ijtimoiy ishlab chiqarishning barcha sohalaridagi eng ulkan yutuqlar fundamental tadqiqotlar natijalaridan amalda samarali foydalanish tufayli qo‘lga kiritiladi. Shu nuqtai nazardan ilmiy izlanishlarning samaradorligini oshirish, ularning natijalarini ishlab chiqarishga tatbiq qilishni tezlashtirish, “Fan-ishlab chiqarish” tizimida yuksak darajada naf keltiradigan aloqa shakllarini qidirib topish kabi masalalar metodologik jihatdan dolzarb bo‘lib bormoqda. Bu muammolarning hammasi kimyo fanining barcha jabhalari uchun ham taalluqlidir.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan tovarlar nomenklaturasi kengayib, jahon va mahalliy bozordagi sanoat materiallarining turi va salmog‘i ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan mustaqil Respublikamizning xalq xo‘jaligini kimyolashtirishda oliy maktab oldiga qo‘ygan asosiy maqsadlaridan biri tegishli ta‘lim yo‘nalishlari doirasida kimyo fanini talabalarga o‘rgatish darajasini ko‘tarish, sanoat sohasida ishlatiladigan materiallarni tashqaridan olib kelinishini kamaytirish, ularni ishlab chiqarishda hududimizdagi ichki zaxiralardan keng foydalanish masalalaridir.

Har bir sanoat materiali o‘ziga xos fizik, mexanik va kimyoviy xossalarga ega. Materialning tarkibi, strukturasi va holatining o‘zgarishi bilan uning texnologik xossalari ham o‘zgaradi. Materiallarning hossalari turg‘un bo‘lmay, ular fizik, mexanik va kimyoviy jarayonlar ta‘sirida o‘zgarib turadi, bu esa oliy ta‘lim tizimida tayyorlanayotgan muhandislarning kimyo fanini chuqur o‘zlashtirishlarini, fanning maqsadi va vazifalarini chuqur anglashlarini taqozo etadi.

Shu nuqtai nazardan kimyo fanining maqsadi - talabalarning ijodiy tafakkurini rivojlantirish, ularning aqliy qobiliyatini o‘stirish, bilish faolligini oshirish, o‘quv predmetiga qiziqishini orttirish, talabalar tomonidan yangi bilmilarni o‘zlashtirilishi, o‘quv va ko‘nikmalarni shakllantirilishini ta‘minlash, ta‘lim va tarbiyaning noan‘anaviy shakl va usullaridan keng miqyosda foydalanish, predmet va hodisalarni ularning o‘zaro aloqadorligi, harakati va rivojlanib borishi asnosida o‘rganish yo‘llarini ochib berish hamda tabiatda sodir bo‘ladigan kimyoviy o‘zgarishlarning ma‘lum qonuniyatlar asosida sodir bo‘lishini, kimyoviy elementlar, moddalarning xossalari, tuzilishi, tarkibi, anorganik va organik moddalardan kundalik turmushda foydalana olish hamda ijtimoiy hayoti va ta‘lim olishni davom ettirishlari uchun zarur bo‘lgan bilimlarni egallashi, ulardan kundalik hayotlarida foydalanishga o‘rgatishdan iborat

Kimyo fanining vazifasi esa talabalarga fanning ilmiy va amaliy jihatlarini o'rgatish, xalq xo'jaligidagi ahamiyatini tushuntirish, fan haqida umumiy tushunchalar berish, fanining ahamiyati to'g'risida ularning bilimlarini chuqurlashtirish, kimyo fanini ilmiy va amaliy asoslarini o'rgatishdan iborat. Bunda ilmiy uslublar, qonun, gipoteza, nazariya va ta'limotlardan keng foydalanish, o'qitishni dunyodagi ilm fanda erishilayotgan eng so'ngi yutuqlar va yangiliklar bilan qo'shib olib borilishiga erishish lozim.

Kimyo fani 5310600-Yer usti transport tizimlari va ularni ekspluatatsiyasi, 5312400-Muqobil energiya manbalari (turlari bo'yicha), 5320200-Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish, 5640200-Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi kabi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari rejasining "Gumanitar va ijtimoiy-iqtisodiy fanlar" blokini asosiy fanlaridan biri hisoblanib, 1 - va 2-semestrlarda o'qitiladi. Kimyo fani ta'lim yo'nalishidagi o'rganilishi zarur bo'lgan matematika, fizika, materiallar qarshiligi va ekologiya kabi fanlar bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bu fanni chuqur o'zlashtirgan talaba kimyoviy bilimlar talab etadigan ixtisoslik fanlarini oson o'zlashtiradi.

## **1.2. Materiya, modda, atom, molekula va kimyoviy element to'g'risidagi tushunchalar**

Moddiy olamning asosida yotuvchi umumiy mohiyatni qidirish falsafada materiya haqidagi tasavvurlarning maydonga kelishiga va rivojlanishiga olib keladi. Materiya tushunchasi moddiy unsurga nisbatan ham, atomga nisbatan ham umumiy tushunchadir. Materiya olamdagi barcha moddiy obyektlarni butun obyektiv reallikni ifoda etuvchi eng umumiy tushunchadir. Faylasuflar barcha moddiy obyektlarga xos xususiyatlarni umumiy tarzda ifodalash uchun qo'llaydigan tushuncha materiya deb ataladi. Demak, materiya moddiy obyektlarga mos bo'lgan eng umumiy tushunchadir. Bu ta'rif tushunchalarda ko'proq sezgi a'zolarimizga bevosita ta'sir etishi mumkin bo'lgan reallik nazarda tutilgan.

XX asr o'rtalariga kelib, Kvant mexanikasi, nisbiylik nazariyasi va hozirgi zamon kosmologiyasi sohalaridagi ilmiy yutuqlar kishilarning obyektiv olam haqidagi tasavvurlarini tubdan o'zgartirib yubordi. Natijada, tabiatshunos olimlar sezgilarimizga bevosita ta'sir etishning imkoni bo'lmaydigan realliklar haqida ham tadqiqotlar olib borishmoqda. Materialistlar esa materiyani obyektiv reallik deb tarflashadi. Obyektiv reallik inson sezgilariga bog'liq bo'lmagan holda, undan tashqarida mavjud bo'lgan voqelikdir. Obyektiv reallikning mavjudligini hamda namoyon bo'lishini, borliqning ajralmas xususiyatlarini o'rganish orqali bilamiz.

Hozirgi ilmiy falsafada materiya tushunchasi barcha narsa va hodisalarga xos bo'lgan eng umumiy xususiyatlarni belgilaydigan mavhum tushunchadir. Demak, materiya tushunchasini ifodalaydigan dunyodagi hamma narsa va hodisalarning eng umumiy belgisi, xususiyati shundan iboratki, ular bizning ongimizdan tashqarida mustaqil ravishda mavjuddir. Darhaqiqat, har qanday umumiy tushuncha aniq narsa yoki hodisalar bor bo'lgani uchungina mavjud bo'lib, ularning hammasida bor bo'lgan umumiy sifat va xususiyatlarni ifodalaydi. Daraxt, uy, inson singari umumiy tushunchalar shular jumlasidandir.

Demak materiya obyektiv reallikni ifodalaydigan falsafiy kategoriyadir. Hozirgi zamon fani kashfiyotlari materiyaning bitmas tunganmas xususiyatlarini ochishda katta ahamiyat kasb etayotganligini ta'kidlamogqa.

Harakatni, fazo va vaqtni materiyaning ajratib bo'lmaydi. Fazo tushunchasi moddiy obyektlarning birgalikda mavjudligini va bir-biridan uzoqligini, ularning ko'lamini, bir-biriga nisbatan joylashishi tartibini ifodalaydi.

Vaqt ham materiyaning mavjudlik shakli bo'lib, moddiy jarayonlarni keng yoyilishi izchiligini, bu jarayonlarning turli bosqichlari, bir-biridan ajralganligi, ularning davom etishi, ularning rivojlanishini bildiradi.

Har bir moddiy obyekt vaqtda bo'lmasdan turib faqat fazoda bo'lishi mumkin emas. Hamma vaqt va hamma joyda har qanday jism fazoda ham, vaqtda ham mavjuddir. Buning ma'nosi fazo va vaqt bir-biri bilan uzviy bog'liq demakdir. Xulosa qilib aytganda, materiya, harakat, fazo va vaqt o'zaro uzviy bog'liqdir.

Tabiatda moddalar to'g'risidagi birmuncha keng va birmuncha tugal falsafiy qarash qadimgi Gretsiyada vujudga keldi. Hamma narsalarning negizi bir, olamni tashkil etgan xilma-xil moddalar o'sha negizning har xil shakllaridan iborat, degan fikr dastlab Gretsiyada tug'ilgan. Grek faylasuflarining ba'zilari, butun borliq suvdan paydo bo'lgan, deb ta'lim berar edi. Ba'zilari olamning asosi havodir, degan fikrda bo'lsa, boshqalari hamma narsaning negizi olov deb o'ylar edilar. Yani eramizdan avvalgi V asrda Epmedokl, o'zidan avval o'tgan olimlarning g'oyalarini birlashtirib, materiyaning ular ko'rsatib o'tgan uchta asosiy turiga tuproqni ham qo'shdi va to'rtta negiz bor deb, ularni elementlar deb atadi.

Xuddi shu asarda materiyaning tuzilishini izohlab berishga uringan tamomila boshqa falsafiy oqim ham paydo bo'ldi. Qadimgi dunyoning eng yirik materialistlari – Levkipp uning shogirdi Demokrit ana shu oqim namoyondalaridan edi. Demokrit ta'limotiga ko'ra tabiatdagi barcha jismlar ko'zga ko'rinmaydigan, juda mayda, qattiq, yaxlit va bo'linmaydigan zarrachalardan tuzilgan. Demokrit bu zarrachalarni atomlar deb atadi. Atomlar shu qadar maydaki, ularni ko'rib bo'lmaydi. Atomlar shakli va katta-kichikligi jihatdan nihoyatda xilma-xil bo'lishi mumkin, lekin ularning hammasi bir turdagi materiyaning o'zidan tuzilgan. Olamda atomlar va ular orasidagi bo'shliqdan boshqa hech narsa yo'q. Moddalar orasidagi farq shu moddalarni hosil qilgan atomlar soniga, shakliga va qay tariqa joylashganligiga bog'liq, xolos.

Qadimgi Hindiston va Xitoyda, Misr va Bobilda, Qadimgi O'rta Osiyo va Yunonistonda ba'zi faylasuflar olamning asosida qandaydir modda yoki muayyan unsur yotadi, deb hisoblashgan. Ularning ba'zilari bu unurni olov, boshqalari suv yoki havo, ayrimlari esa tuproqdan iborat deb hisoblashgan. Ba'zi bir falsafiy ta'limotlarda esa, olamning asosida-olov, havo, suv va tuproq yotadi, barcha narsalar ana shu to'rtta unurning birikishidan hosil bo'lgan, deyilgan.

Abu Rayhon Beruniy (973-1048) deyarli barcha fan sohalarida ijod etgan buyuk qomusiy alloma va mashhur mutafakkirdir. U yaratgan 152 ta asardan 28 tasi bizgacha etib kelgan. Uning tabiatni o'rganishdagi xizmati kattadir. Alloma jismlarning o'zaro tortishuvi, Quyosh va Oyning tutilishi, zarra, inertsitya va sun'iy tanlanish, rivojlanish anomaliyasi, yer qa'rida ro'y beradigan geotekonik siljishlar, yer qiyofasining tadrijiy tarzda o'zgarib turishi, xilma-xil odamlar to'g'risida ilmiy bashoratlarni ilgari surgan.

Uning falsafiy qarashlari tabiiy-ilmiy qarashlari ta'sirida shakllanadi. U modda va zamon, qonuniyat, zarurati va tasodifiyat, harakat va rivojlanish, ziddiyat sabab va oqibat kabi falsafiy muammolarga katta e'tibor bergan.

Klassik mexanika nuqtai nazaridan kelib chiqib, olamning nisbatan kichik tezlikda harakatlanuvchi tizimlar (sistemalar) haqidagi ilmiy manzarasi o'rnini yangicha ilmiy manzaralar egallay boshladi. Bu esa materiya haqidagi tasavvurlarning yanada rivojlanishiga sharoit tug'dirdi. Bu o'zgarishlarni hisobga olib, faylasuflar bu ta'rifga sezgilarimizga bevosita yoki bilvosita (ya'ni turli asboblari; qurilmalar vositasida) ta'sir etuvchi, degan qo'shimcha kiritishdi. Shunday qilib, bu ta'rif go'yo materiyani moddaviy va nomoddaviy shakllarini, ya'ni modda va antimodda ko'rinishlarini qamrab oluvchi ta'rifga aylandi.

Kimyoda atom-molekulyar ta'limot faqat XIX asrning o'rtalaridagina uzil-kesil qaror topdi. Kimyogarlarning 1860 yilda Karlsruhe shahrida bo'lib o'tgan xalqaro syezdida molekula va atom tushunchalarining ta'rifi qabul qilindi.

*Molekula – bu berilgan moddani kimyoviy xossalari ega bo'lgan eng kichik zarrachasidir.* Molekulaning kimyoviy xossalari uning tarkibi va kimyoviy tuzilishi bilan aniqlanadi.

*Atom – bu kimyoviy elementning oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan eng kichik zarrachasidir.* Elementning kimyoviy xossalari uning atomining tuzilishi bilan aniqlanadi. Bundan atomning hozirgi tasavvurlarga to'g'ri keladigan ta'rifi aniqlik kiritish mumkin.

*Atom – bu musbat zaryadlangan atom yadrosi bilan manfiy zaryadlangan elektronlardan tarkib topgan elektroneytral zarrachadir.*

Atom to'g'risidagi ta'limotlarda unga qanchalik murakkab zarra sifatida qaralmasin uning ayrim xossalari masalan, uning katta-kichikligi, massasi, unda elektronlarning joylashish tartibi, radiativlik, yadro zaryadi juda yaxshi o'rganilgan. Atomlarning hammasi bir xildagi elementar zarralardan tashkil topgan. Ular proton ( $p^+$ ), neytron ( $n$ ) va elektronlar ( $e^-$ ) soni, shuningdek elektronlarni joylashish tartibi,  $n/p^+$  nisbati bilan farqlanadi.

Keyinchalik, uning yana shunday muhim xossasi aniqlandiki, qaysiki u materiyani kimyoviy harakat formasini saqlab turuvchi eng kichik zarracha ekan. Atomdan boshqa undan kichik (proton, neytron va boshqa elementar zarrachalar) birorta ham kimyoviy xossaga ega bo'lgan zarracha mavjudligi aniqlangan emas.

Yuqorida ta'kidlanganidek, atom va molekular nihoyatda mayda zarrachalardir. Atom va molekularni kichik doira shaklidagi zarrachalar deb hisoblasak, ularning radiusi santimetrning yuz milliondan bir ulushlari bilan, ya'ni Å (angstremlar) bilan ifodalanadi ( $1\text{Å} = 10^{-8}\text{ sm} = 10^{-10}\text{ m}$ ). Hozirgi vaqtda elektron mikroskoplar yordami bilan ba'zi moddalar molekulasini ko'rish mumkin.

Kimyoviy element oddiy va murakkab moddalarning tarkibiy qismi hisoblanadi. Kimyoviy element yadro zaryadi bir xil bo'lgan atomlar jamlanmasidan iborat. Hozirgi vaqtda 118 ta kimyoviy element ma'lum bo'lib, ularning 89 tasi tabiatda uchraydi, qolganlari esa yadro reaksiyalari natijasida sun'iy ravishda olingan. Kimyoviy ta'rifga ko'ra kimyoviy element – oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan va ma'lum



atom massasiga ega bo'lgan atomlar turidir. Kimyoviy elementlarning tabiatda mustaqil mavjud bo'la oladigan shakli oddiy modda tushunchasiga mos keladi.

### 1.3. Atom-molekulyar ta'limot

Atom molekulyar ta'limot asoslarini M.V.Lomonosov kimyoga tatbiq etdi. U o'zining "Matematik kimyo elementlari" (1741-yil) nomli maqolasida modda tuzilishining korpuskulyar nazariyasini e'lon qildi. Bu nazariya kimyo fanining rivojlanishida muhim ahamiyatga ega bo'ldi.

M.V.Lomonosov yaratgan moddalar tuzilishi haqidagi korpuskulyar nazariyaning asosiy prinsiplari quyidagilardan iborat:

1. Barcha moddalar "korpuskula" lardan iborat bo'lib, ular bir-biridan oraliq-fazo bilan ajralgandir (Lomonosovning "korpuskula" atamasi zamonaviy "molekula" ma'nosiga ega.)

2. "Korpuskula"lar to'xtovsiz harakatda bo'ladi.

3. "Korpuskula"lar elementlardan tashkil topgan (Lomonosovning "element" tushunchasi zamonaviy "atom" tushunchasi ma'nosiga ega) Elementlar ham to'xtovsiz harakatda bo'ladi.

4. Oddiy moddalarning "korpuskula"lari bir xil atomlardan tuzilgan.

5. Atomlar bir-biridan muayyan massa va o'lchami bilan farq qiladi.



**Mixail Vasilevich  
Lomonosov  
(1711-1765)**

Lomonosovdan 67 yil keyin kimyoga atomistik ta'limotni ingliz olimi Jon Dalton tatbiq etdi. U atomistikaning asosiy qoidalarini "Kimyoviy filosofiyaning yangi sistemasi" (1808 yil) kitobida bayon qilib berdi. Dalton ta'limotining tub mohiyati Lomonosov ta'limotini takrorlaydi.

Shu bilan birga, u bu ta'limotni yanada rivojlantiradi, chunki Dalton birinchi bo'lib o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan elementlarning atom massalarini aniqlashga harakat qildi. Lekin Dalton oddiy moddalarning molekulalari mavjudligini inkor etdi. Bu esa Lomonosov ta'limotiga nisbatan bir qadam orqaga qaytish edi. Dalton fikricha oddiy moddalar faqat atomlardan, murakkab moddalar esa "murakkab atomlardan" (hozirgi tushunchada – molekulalardan) tarkib topadi.

Lomonosov ilgari surgan fikrlar yangi asbob va uskunalar yordamida keyinchalik o'tkazilgan aniq moqdoriy tajribalar va fanda qo'lga kiritilgan ilmiy dalillar asosida to'la isbotlandi. Molekulyar ta'limot moddalar bilan bo'ladigan fizikaviy hodisalarni tushuntirib beradi. Kimyoviy hodisalarni tushuntirishda molekulyar nazariyaga atomlar haqidagi ta'limot yordam beradi. Bu nazariyalarning ikkalasi–molekulyar nazariya bilan atomlar nazariyasi birlashib, atom-molekulyar ta'limotni hosil qiladi.

### 1.4. Oddiy va murakkab moddalar. Allotropiya



Kimyoviy elementlarning atomlari juda yuqori haroratda erkin holda mavjud bo‘la oladi – bular yakka atomlar holida yoki oddiy va murakkab moddalar tarkibida bo‘lishi mumkin.

*Tarkibi faqat bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar oddiy moddalar deb ataladi.*

D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi barcha elementlar (K, Na, Al, O, N, S, P va boshqalar) ni oddiy moddalar sifatida ko‘rsatish mumkin. Oddiy moddalar tarkibiga ko‘ra bir atomli (He, Ar, Xe, Kr), ko‘p atomli ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $P_4$ ,  $S_8$ ) bo‘lishi mumkin.

Oddiy moddalar metall va metalmaslardan iborat ikkita asosiy guruhga bo‘linadi. Metalmaslar odatdagi holatda gazsimon ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$  va inert gazlar), suyuq ( $Br_2$ ) va qattiq holda (qolgan barcha metalmaslar) uchraydi. Metalmaslar qattiq holda molekulyar yoki atom kristall panjaralar hosil qiladi.

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

“Oddiy modda” tushunchasini “kimyoviy element” tushunchasi bilan bir xil deb bo‘lmaydi. Oddiy moddaning muayyan zichligi, eruvchanligi, suyuqlanish hamda qaynash haroratlari va boshqa xossalari bo‘ladi. Bu xossalar atomlar to‘plamiga taalluqlidir va ular har xil oddiy moddalar uchun turlicha bo‘ladi. Kimyoviy element atom yadrosining muayyan musbat zaryadi (tartib nomeri), oksidlanish darajasi, izotop tarkibi va boshqa xossalari bilan ajralib turadi. Elementlarning xossalari uning alohida atomlariga taalluqlidir.

*Molekulasining tarkibi har xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar murakkab moddalar deb ataladi.* Masalan, NaOH,  $H_2SiO_3$ , HCl,  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ , CaO,  $SiO_2$ ,  $CaCO_3$  va boshqalar. Barcha murakkab moddalar asosan to‘rt sinfga bo‘linadi. Ular oksidlar, asoslar, kislotalar va tuzlardir.

Murakkab moddalar oddiy moddalardan emas, balki elementlardan tarkib topgan. Masalan, suv oddiy moddalar bo‘lgan vodorod bilan kisloroddan emas, balki vodorod bilan kislorod elementlaridan tarkib topgan. 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.

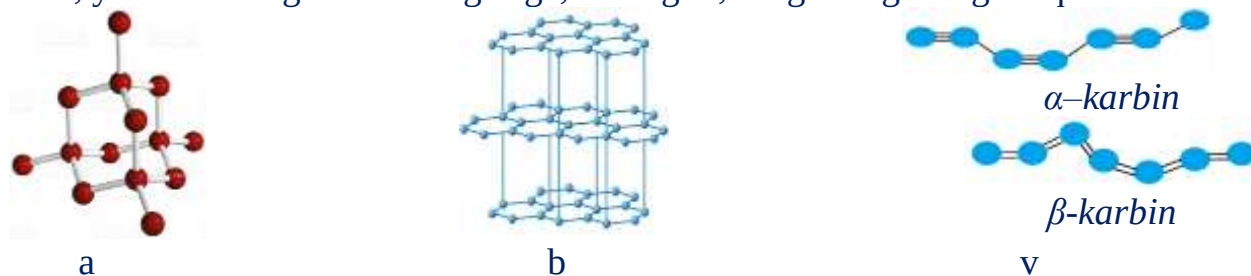
Allotropiya hodisasining ikkita sababi bor - birinchidan molekuladagi atomlar sonining turlichaligi (masalan, kislorod  $O_2$  va ozon  $O_3$ ), ikkinchidan turli xil kristall shakllarning hosil bo‘lishi (masalan, uglerod elementi – uchta: olmos, grafit va karbin; fosfor elementi - oq, qora, qizil fosfor).

Yuqorida ta’kidlanganidek, uglerodning uchta allotropik shakl o‘zgarishi ma’lum. Olmos rangsiz, tiniq qattiq jism bo‘lib yorug‘likni kuchli sindiradi. Uning kristallari atomli panjaraga ega bo‘lib, kubik sistemaga kiradi va tetraedrik shaklda bo‘ladi (1.1a-rasm).

Grafit kulrang tusli qattiq modda bo‘lib, qo‘l bilan ushlaganda xuddi yog‘liq buyum kabi seziladi. Grafit silliq, yumshoq bo‘lib, uning tuzilishida uglerod atomlari parallel tekisliklardagi muntazam oltiburchakning uchlariga joylashgan (1.1b-rasm).

Karbin uglerodning uchinchi allotropik shakl o‘zgarishi bo‘lib, uglerodning chiziqli polimeridir va unda uglerod atomlari bir-biriga oddiy va qo‘shbog‘lar asosida

birikkan bo‘ladi (1.1v-rasm). Birinchi marta 1960 yilda olingan qora tusli kukun bo‘lib, yarim o‘tkazgich xossasiga ega, zichligi  $1,9-2 \text{ g/sm}^3$  ga teng barqaror modda.



**1.1-rasm. Uglerodning allotropik shakllari kristall tuzilishi.**

**a (olmos), b (grafit), v (karbin)**

Shuningdek, kremniyni ham ikkita allotropik shakl o‘zgarishi uchraydi: kristall va amorf. Kristall kremniy to‘q kulrang yaltiroq modda oktaedrik kristallar hosil qiladi, elektr tokini o‘tkazadi. Amorf kremniy qo‘ng‘ir kukun, kimyoviy jihatdan faolroq.

### 1.5. Fizikaviy va kimyoviy hodisalar

Tabiatda sodir bo‘ladigan barcha o‘zgarishlarni hodisa deb atash mumkin. Masalan muzning issiqlik ta’sirida erishi, suvning qaynashi va bug‘lanishi, gugurtning yonishi, shakarning suvda erishi, metallning kislotada erishi, o‘simliklarning havodagi karbonat angidridni yutib, kislorod chiqarishi – bular hodisalardir. Muz qizdirilsa, suvga aylanadi. Suv qizdirilsa, bug‘ga aylanadi. Bug‘ sovitilsa suvga, suv sovitilsa muzga aylanadi. Bular fizik hodisalardir. Muz, suv, bug‘ – bular har xil moddalar emas, balki bir modda – suvning turli agregat holatlaridir. Bu hodisalarda suvning agregat holati o‘zgaradi, lekin suv modda sifatida o‘zgarishga uchramaydi ya’ni suvning tarkibi barcha hollarda ikki atom vodorod va bir atom kisloroddan iboratligicha qoladi.

Agar qattiq jismni maydalab kukunga aylantirilsa, jism shakli o‘zgaradi, lekin uning kimyoviy tarkibi o‘zgarmaydi. Bu metallarga ishlov berib, ularni ma’lum bir shakllarga (cho‘zish, bolg‘alash, eritish va boshqalar) keltirish kabilar fizik hodisadir.

Modda yoki jismlarning alohida xossalari: agregat holati, shakli, hajmi, joylashish holati o‘zgarishi bilan boradigan jarayonlarni **fizikaviy hodisalar** deb atash mumkin.

Fizikaviy hodisalarda modda bir turdan ikkinchi turga aylanmaydi, ya’ni yangi turdagi moddalar hosil bo‘lmaydi.

Qoshiqchada quruq qandni qizdiramiz. Qand – oq rangli, qattiq, hidsiz, shirin ta’mli modda. Dastlab qand suyuqlanadi. Bu fizik hodisa. So‘ngra rangi o‘zgaradi. Yoqimsiz kuyindi hid paydo bo‘ladi. Qanddan qora rangli qoldiq – yangi modda hosil bo‘ladi. Bu modda hidsiz, ta’msiz, qizdirilganda qandga o‘xshab suyuqlanmaydigan ko‘mirdir. Bu hodisa natijasida qand bo‘lagi o‘rnida yangi xossalarga ega bo‘lgan modda hosil bo‘ladi. Bunday hodisalarni biz fizikaviy hodisalardan farqli ravishda kimyoviy hodisalar deb ataymiz. Shuningdek, metallarning zanglashi, sutning achishi, qatiqning ivishi, bijg‘ish jarayonlari, ko‘mirning yonishi kabi hodisalar ham kimyoviy hodisalar jumlasidandir.

Bir moddaning boshqa modda yoki moddalarga aylanish hodisasini **kimyoviy hodisa** deb ataladi. Kimyoviy hodisalarni amalda kimyoviy reaksiyalar deb ataymiz. Magniy yonganda issiqlik, nur chiqadi va oq rangli qattiq kukun – yangi modda hosil

bo‘ladi. Oltingugurt yonganda issiqlik, nur chiqadi va yoqimsiz hidli gaz – yangi modda hosil bo‘ladi. Bular kimyoviy hodisalarga misol bo‘ladi. Kimyoviy hodisalarni ko‘pincha quyidagi o‘zgarishlardan bilib olish mumkin: 1) moddaning rangi, hidi o‘zgarishi; 2) suvda erimaydigan cho‘kma hosil bo‘lishi; 3) gaz hosil bo‘lishi; 4) issiqlik chiqishi yoki yutilishi.

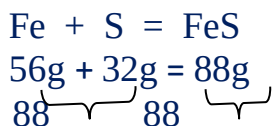
Moddaning boshqa modda bilan o‘zaro ta’sirlashuvi uning kimyoviy xossasi deb ataladi. Moddani tavsiflovchi kimyoviy va fizik xossalari birgalikda modda sifatini tashkil etadi. Kimyoviy o‘zgarishlarda modda sifati o‘zgaradi, yangi moddalar hosil bo‘ladi.

### 1.6. Kimyo fanining asosiy qonunlari

Kimyoning asosiy qonunlari quyidagilar: moddalar massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, karrali nisbatlar qonuni, hajmiy nisbatlar qonuni, Avagadro qonuni va ekvivalentlar qonuni.

**Moddalar massasining saqlanish qonuni.** Moddalar massasining saqlanish qonunini dastlab, rus olimi M. V. Lomonosov kashf etdi va uni keyinchalik Lavuaze rivojlantirdi.

Bu qonun shunday ta’riflanadi: *kimyoviy reaksiyalarda qatnashuvchi dastlabki moddalar massalarining yig‘indisi reaksiya mahsulotlari massalari yig‘indisiga tengdir.*



*Lavuaze, Antuan  
Loran  
1743–1794*

Katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo‘ladigan jarayonlar moddalar massasining saqlanish qonuniga emas, balki materiyaning saqlanish qonuniga bo‘ysunadi. Masalan, radiaktiv moddalarning yemirilishi, atom hamda vodorod bombalarining portlashi ana shunday jarayonlardan hisoblanadi. Agar jarayonning issiqlik effektini  $Q$  bilan belgilasak, jarayon davomida massaning o‘zgarishi Eynshteyn tenglamasi asosida quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta m = Q / C^2$$

Bunda,  $C^2$ –nihoyatda katta son ( $9 \cdot 10^{16} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ) bo‘lganligidan odatdagi reaksiyalarda massa o‘zgarishi nihoyatda kichik bo‘ladi va uni tarozi yordamida ham aniqlash qiyin.

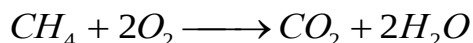
**Tarkibning doimiylik qonuni.** Fransuz olimi Prust turli moddalarning tarkibini tajribalar yordamida o‘rganib, 1809 yilda moddalar tarkibining doimiylik qonunini yaratdi. Qonunning mohiyati quyidagicha: *har qanday toza modda qayerda va qanday usulda olinishidan qat’iy nazar, uning tarkibi hamma vaqt bir xil bo‘ladi.* Karbonat angidridni quyidagi usullar yordamida olish mumkin:



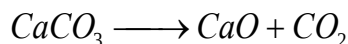
**Jozef Lui Prust**  
(1754–1826)

1. Ko‘mirni yondirib olinadi:  $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

2. Tabiiy gazni yondirib olinadi:



3. Oxaktoshni ko‘ydirib olinadi:



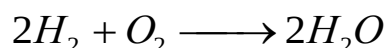
Bunda har uch usul bilan olingan karbonat angidridning ham tarkibi bir xil, ya‘ni  $CO_2$ .

Kimyoning rivojlanishi shuni ko‘rsatdiki, o‘zgarmas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda o‘zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo‘lar ekan. N.S.Kurnakovning taklifiga ko‘ra o‘zgarmas tarkibli birikmalar *daltonidlar*, o‘zgaruvchan tarkiblilari esa *bertollidlar* deb ataladi. Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan  $H_2O$ ,  $HJ$ ,  $CCl_4$ ,  $SO_2$ . Bertollidlarning tarkibi o‘zgarib turadi va stexiometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi, masalan, uran (VI) oksidning tarkibi odatda  $UO_3$  formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi  $UO_{2.5}$  dan  $UO_3$  gacha bo‘ladi



**Jozef Lui Gey–  
Lyussak**  
(1778–1850)

**Hajmiy nisbatlar qonuni.** Fransuz olimi Gey – Lyussak 1804 yilda gaz moddalar orasida sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalarni o‘rganib chiqib, quyidagi xulosani chiqardi: *o‘zgarmas sharoitda (bir xil bosim va bir xil haroratda) kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gaz moddalarning hajmlari o‘zaro bir–biri bilan va reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan gaz moddalarning hajmlari bilan o‘zaro oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo‘ladi.* Masalan, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishganda 2 hajm suv bug‘i hosil bo‘ladi.



**Avogadro qonuni.** Italiyalik olim A.Avogadro hajmiy nisbatlar qonunini tushuntirish uchun 1811 yilda quyidagi gipotezani ishlab chiqdi: *bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) teng hajmda olingan gazlarning molekulalari soni o‘zaro teng bo‘ladi.* Oddiy gazlarning molekulalari bir necha atomdan iborat bo‘lishi mumkin Avagadroning bu gipotezasi xilma xil faktlar bilan tasdiqlandi va 1860 yildan boshlab (kimyogarlarning xalqaro sezdidan keyin) bu gipoteza Avogadro qonuni deb tan olindi.





**Amedeo Avogadro**  
(1776–1856)

Turli moddalarning bir gramm–molekulasidagi molekular soni, shuningdek turli elementlarning bir gramm–atomlaridagi atomlar soni ham teng bo‘ladi. Har qanday moddaning bir gram–molekulasida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ga teng molekula bo‘ladi. Bu *Avagadro sonidir*. 1 litr gazning normal sharoitdagi massasi aniq bo‘lsa, ayni gazning bir mol miqdori xuddi shu sharoitda qancha hajmni egallashini aniqlash mumkin, masalan:

$$V(O_2) = \frac{32}{1,43} = 22,4 \text{ l}$$

$$V(CO_2) = \frac{44}{1,93} = 22,4 \text{ l}$$

Har qanday gazning 1 mol miqdori normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi Avagadro qonunidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

- oddiy gazlarning (kislorod, vodorod, azot, xlor) molekulari ikki atomdan iborat;
- normal sharoitda bir gramm–molekula gaz 22,4 l hajmni egallaydi;
- bir xil sharoitda barobar hajmda olingan ikki gaz og‘irliklari orasidagi nisbat shu gazlarning molekulyar og‘irliklari orasidagi nisbatga teng.

Qattiq va suyuq moddalarning molekulari bir–biriga juda yaqin joylashgan. Shu sababli suyuq va qattiq moddalarning hajmi, asosan, molekularining o‘lchamlariga bog‘liq bo‘ladi. Gazlarda esa kichik bosimlarda molekulari orasidagi masofalar molekularining o‘lchamlariga qaraganda g‘oyat katta bo‘ladi, molekularining o‘zlari egallagan hajm esa nisbatan kichik. Gazning umumiy hajmi, asosan, molekular orasidagi masofalarga bog‘liq, bu masofalar esa bir xil temperatura va bir xil bosimda barcha gazlarda taxminan bir xildir.



**Djon Dalton**  
(1776–1856)

**Karrali nisbatlar qonuni.** Ingliz olimi Djon Dalton 1804 yilda moddaning tuzilishi haqidagi atomistik tassavurlarga 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 miqdoriga to‘g‘ri keladigan massa miqdorlari o‘zaro butun kichik sonlar nisbati kabi nisbatda bo‘ladi.* Bu qonun tez orada tajribada isbot etildi. Dalton, metan va etilen gazlarining tarkibiga e‘tibor berdi: masalan, metan va etilen gazlarini tarkibini kuzatilsa, metan tarkibida 75% uglerod va 25% vodorod bo‘lib, unda 1 massa qism vodorodga 3 massa qism uglerod to‘g‘ri keladi, ya‘ni o‘zaro nisbat 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 nisbat 6:1. Demak, bu birikmalarda 1 massa qism vodorodga to‘g‘ri keladigan uglerod miqdorlari o‘zaro 3:6 yoki 1:2 nisbatda bo‘ladi.

**Ekvivalentlar qonuni.** Moddalar o‘zaro ma‘lum massa miqdorida birikadi. Masalan, 49g sulfat kislota 32,5g rux bilan reaksiyaga kirishganda 1 g vodorod ajralib chiqadi. Sulfat kislota o‘rniga 36,5 g xlorid kislota olinsa ham, o‘shancha vodorod ajralib chiqadi. Demak, kimyoviy jihatdan qaraganda 49 g sulfat kislota 36,5 g xlorid kislota qiymatiga tengdir. Vodorodning ekvivalenti 1 ga teng deb qabul qilindi.

*Elementning bir og‘irlik qism vodorod, sakkiz og‘irlik qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdori uning kimyoviy ekvivalenti deyiladi.* Elementning kimyoviy ekvivalentini quyidagi formula bilan topamiz:

$$E_{\text{ekvivalent}} = \frac{Ar}{V}$$

bu yerda  $Ar$  – element atom massasi,  $V$  – element valentligi.

Murakkab moddaning bir ekvivalent (1 og‘irlik qism) vodorod yoki bir ekvivalent (8 og‘irlik qism) kislorod bilan, yohud, umuman boshqa har qanday elementning bir ekvivalenti bilan reaksiyaga kirishadigan og‘irlik miqdori shu murakkab moddaning ekvivalenti deyiladi.

Ekvivalentlar qonuni quyidagicha ta‘riflanadi: *elementlar bir–biri bilan o‘zlariining ekvivalentlariga proporsional miqdorlarda birikadi.* Masalan, 8 g kislorod bilan 20 g kalsiy birikadi; 16 g kislorod bilan 40 g kalsiy birikadi.

Elementlarning ekvivalenti tajribada tahlil, sintez va umuman kimyoviy reaksiya natijalari asosida hisoblab topiladi.

Elementning atom massasini valentligiga bo‘lish bilan ham shu elementning ekvivalentini hisoblay olamiz, atom massa ekvivalentning valentlikka ko‘paytmasiga tengdir.

$$Ar = E \cdot V$$

Valentligi o‘zgaruvchan elementlarning ekvivalentlari ham o‘zgaruvchan bo‘ladi.

Murakkab moddalar ekvivalentlarini topishda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$E_{\text{oksid}} = \frac{M_{\text{oksid}}}{V_{\text{element}} \cdot n_{\text{element}}} \qquad E_{\text{asos}} = \frac{M_{\text{asos}}}{V_{(\text{OH soni})}}$$

$$E_{\text{tuz}} = \frac{M_{\text{tuz}}}{V_{\text{metall}} \cdot n_{\text{metall}}} \qquad E_{\text{kislota}} = \frac{M_{\text{kislota}}}{V_{(\text{H soni})}}$$

### Nazorat uchun savollar

1. Materiyaga ta‘rif bering.
2. Atom qanday zarrachalardan tashkil topgan?
3. Atom molekulyar ta‘limotni tushuntiring.
4. Oddiy va murakkab moddalarning farqini izohlang.
5. Allotropiya nima?
6. Fizikaviy hodisalarga misollar keltiring.



7. Moddalar massasini saqlanish qonuni qanday ta'riflanadi?
8. Tarkibning doimiylik qonuni qanday ta'riflanadi?
9. Karali nisbatlar qonunini tushuntiring.
10. Avagadro qonuni qanday ta'riflanadi?
11. Ekvivalentlar qonunini tushuntiring.

## 2-BOB. ANORGANIK BIRIKMALARNING ENG MUHIM SINFLARI

### 2.1. Anorganik birikmalarning muhim sinflari

Kimyo keng qamrovli fan bo'lib, anorganik kimyo uning asosiy qismlaridan biridir. Fanning ushbu qismida anorganik birikmalarning muhim sinflari mukammal o'rganiladi. Anorganik moddalar asosan ikkiga bo'linadi: oddiy moddalar va murakkab moddalar.

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

### 2.2. Oksidlar ularning nomlanishi, olinishi, xossalari va ishlatilishi

*Biri kislorod bo'lgan ikki elementdan tashkil topgan murakkab moddalar **oksidlar** deb ataladi.* Ftor oksididan tashqari barcha elementlarning oksidlarida kislorodning oksidlanish darajasi  $-2$  ga teng. Oksidlar binar birikmalardir. Ularning umumiy formulasi:  $E_2O_n$  tarzida ifodalanadi. Bu yerda  $n$  element valentligini ifodalaydi.

**Nomlanishi.** Oksidlarni nomlashda doimiy valentlikka ega element oksidining nomi "element nomi + oksid" shaklida yasaladi. Masalan: natriy oksid –  $Na_2O$ , kalsiy oksid –  $CaO$ , alyuminiy oksid –  $Al_2O_3$ .

Agar oksid hosil qilgan element o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lib, bir necha xil oksidlar hosil qilsa, element nomidan so'ng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan ko'rsatiladi va qavsdan keyin chiziqcha qo'yiladi hamda oksid so'zi yoziladi. Masalan: oltingugurt (IV)-oksid –  $SO_2$ , oltingugurt (VI)-oksid –  $SO_3$ , azot (II)-oksid –  $NO$ , azot (III)-oksid –  $N_2O_3$ , temir (II)-oksid –  $FeO$ , temir (III)-oksid –  $Fe_2O_3$ .

Yuqoridagi usullardan tashqari oksidlarda element nomiga kislorod sonining yononcha sonlarda ifodalanishini qo'shib ham nomlash mumkin. Masalan: uglerod dioksid –  $CO_2$ , oltingugurt dioksid –  $SO_2$ , oltingugurt trioksid –  $SO_3$ , ruteniy tetraoksid –  $RuO_4$

Shuningdek, oksidlarni nomlashda ularning tabiatda uchrashi yoki turmushda qo'llanishi, tarixiy nomlaridan ham foydalaniladi. Masalan: so'ndirilmagan ohak –  $CaO$ , suv –  $H_2O$ , qum, kvars –  $SiO_2$  magneziya –  $MgO$ , qizil temirtosh –  $Fe_2O_3$  shular jumlasidandir.

**Oksidlarning toifalanishi.** Oksidlar besh guruhga bo'lib o'rganiladi.

**1. Asosli oksidlar** –  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ . Bu oksidlar kislotalar, kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlarni hosil qiladi.

**2. Kislotali oksidlar** – metalmaslarni kislorod bilan hosil qilgan birikmalari hisoblanadi. Masalan;  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $P_2O_5$ . Bu oksidlarni kislotali deyilishiga sabab, bu oksidlar suv bilan reaksiyaga kirishib, tegishli kislotalarni hosil qiladi. Shuningdek, asoslar va asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuzlarni hosil qiladi.

**3. Amfoter oksidlar** – kislotalar bilan ham asoslar bilan hamreaksiyaga kirishib tuz hosil qiluvchi oksidlardir. Masalan:  $Al_2O_3$ ,  $ZnO$ ,  $Cr_2O_3$ .

**4. Befarq oksidlar** – tuz hosil qilmaydigan oksidlarga aytiladi. Masalan:  $SiO$ ,  $N_2O$ ,  $NO$ .

**5. Peroksidlar** – bu oksidlarda kislorod atomlari bir-biri bilan o'zaro kimyoviy bog' orqali bog'langan bo'ladi. Masalan:  $BaO_2$ ,  $Na_2O_2$ ,  $H_2O_2$ .

Quyida jadvalda (2.1-jadval) ayrim oksidlarning nomlanishi va formulalari qo‘shimcha ma’lumot sifatida keltirilgan.

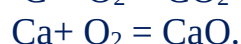
**2.1-jadval**

**Ayrim asosli, kislotali va amfoter oksidlar haqida ma’lumot**

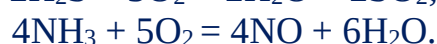
| <b>Asosli oksidlar</b> |                   | <b>Kislotali oksidlar</b> |                                | <b>Amfoter oksidlar</b> |                                |
|------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Natriy oksid           | Na <sub>2</sub> O | Uglerod (IV) oksid        | CO <sub>2</sub>                | Berilliy oksid          | BeO                            |
| Kaliy oksid            | K <sub>2</sub> O  | Oltingugurt (IV) oksid    | SO <sub>2</sub>                | Rux oksid               | ZnO                            |
| Magniy oksid           | MgO               | Azot (V) oksid            | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | Qalay (II) oksid        | SnO                            |
| Temir(II) oksid        | FeO               | Fosfor (V) oksid          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | Qo‘rg‘oshin (II) oksid  | PbO                            |
| Bariy oksid            | BaO               | Oltingugurt (VI) oksid    | SO <sub>3</sub>                | Alyuminiy oksid         | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Kumush (I) oksid       | Ag <sub>2</sub> O | Xlor (VII) oksid          | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Xrom (III) oksid        | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Kalsiy oksid           | CaO               | Marganes (VII) oksid      | Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Temir (III) oksid       | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Marganes (II) oksid    | MnO               | Xrom (VI) oksid           | CrO <sub>3</sub>               | Marganes (IV) oksid     | MnO <sub>2</sub>               |
| Kobalt (II) oksid      | CoO               | Vanadiy (V) oksid         | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | Qalay (IV) oksid        | SnO <sub>2</sub>               |
| Litiy oksid            | Li <sub>2</sub> O | Molibden (VI) oksid       | MoO <sub>3</sub>               | Mishyak (III) oksid     | As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Xrom (II) oksid        | CrO               | Mishyak (V) oksid         | As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Surma (III) oksid       | Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

**Olinishi.** Oksidlarni quyidagi usullar asosida olish mumkin:

1. Oddiy moddalarning kislorod bilan o‘zaro ta’sirlashishi (yonishi) natijasida:



2. Murakkab moddalarning kislorod bilan o‘zaro ta’sirlashishi (yonishi) natijasida:



3. Murakkab moddalarning (asoslar, kislotalar, tuzlar) parchalanishi natijasida:

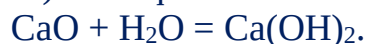


4. Ba’zi boshqa reaksiyalar natijasida:



**Kimyoviy xossalari.** Oksidlar ham boshqa moddalar kabi o‘ziga xos kimyoviy xossalarga ega:

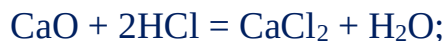
1. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining oksidlari suv bilan ta'sirlashib gidroksidlar – suvda eriydigan asoslarni (ishqorlarni) hosil qiladi:



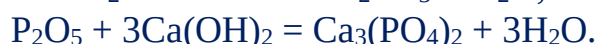
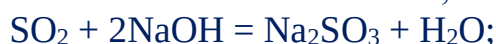
2. Ba'zi metalmaslarning oksidlari suv bilan ta'sirlashib kislotalarni hosil qiladi:



3. Metallarning oksidlari kislotalar bilan ta'sirlashib, tuz va suvni hosil qiladi:



4. Metalmaslar oksidlari asoslar bilan ta'sirlashib, tuz va suvni hosil qiladi:



5. Metallarning oksidlari metalmaslar oksidlari bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi:



**Ishlatilishi.** Oksidlar sanoat, qurilish, tibbiyot va qishloq xo'jaligining juda ko'p tarmoqlarida ishlatiladi. Masalan kalsiy oksidi – CaO so'ndirilmagan ohak deb atalib, havoda qotadigan bog'lovchi materiallar qatoriga kiradi. Tarkibida 8% gacha loy bo'lgan kalsiy va magniyli karbonat tog' jinslaridan - bo'r, ohaktosh, dalomitlashgan ohaktoshni pishirib juda arzon bo'lgan ohak olinadi. Olingan mahsulot bo'lak-bo'lak oq yoki kulrang bo'lib, u suvsiz kalsiy oksid va qisman magniy oksiddan tashkil topgan. Ohak qurilishda g'isht va toshdan devor terishda, suvoqchilikda ohak-qum, ohak-shlak va ohak-sement qorishmalari sifatida ko'p ishlatiladi.

Silikatlar (ayniqsa, tarkibida ikkita va undan ortiq kationi bo'lganlari) qotgan vaqtida shishaga aylanadi. Shishalar xuddi tabiiy minerallar kabi murakkab tarkibli bo'ladi. Deraza shishasi  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$  tarkibga ega. Uni hosil qilish uchun oq qumga natriy va kalsiy karbonatlari qo'shib  $1000^\circ\text{C}$  da suyultiriladi. Maxsus shishalar hosil qilish uchun bu homashyoga turli elementlarning oksidlari qo'shiladi. Masalan, pireks shisha tayyorlashda  $\text{B}_2\text{O}_3$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , billur shisha tayyorlashda esa  $\text{PbO}$  qo'shiladi. Sifatli sement olish uchun klinkerning tarkibida 63-66% CaO, 21-24%  $\text{SiO}_2$ , 4-8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2-4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bo'lishi talab etiladi. Shuningdek, uning tarkibida oz miqdorda MgO,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , kabi oksidlar uchrashi mumkin.

Sementda bog'lanmagan CaO miqdori 0,5% dan bog'lanmagan MgO miqdori 5% dan oshmasligi kerak, aks holda hajmi o'zgarishi notekis bo'ladi.

Sopol buyumlar olishda asosiy homashyo sifatida kaolin, giltuproqlarni o'zi va qo'shimchalar bilan ishlatiladi. Kaolinlar  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  tarkibli mineraldan iborat bo'lib, kreminiyli birikmalardir.

Tarkibida (70-80%) ko'p miqdorda silikat kalsiy bo'lgan bog'lovchi material - portlandsement deyiladi va uning tarkibida ham kreminiyning kislorodli birikmasi ( $\text{SiO}_2$ ) mavjud.

### 2.3. Asoslar, ularning nomlanishi, olinishi, xossalari va ishlatilishi

*Metall atomi va bir yoki bir necha gidroksoguruh (OH<sup>-</sup>) dan tashkil topgan murakkab moddalar **asoslar** deb ataladi.* Asoslar funksional guruhli moddalar toifasiga kiradi. Gidroksoguruh bir valentli bo‘lib, asoslarning umumiy formulasi  $Me(OH)_n$  tarzida ifodalanadi. Formuladagi  $n$  metalning valentligini ifodalaydi (ammoniy gidroksid  $NH_4OH$  ham asoslar guruhiga kiradi).

**Nomlanishi.** Asoslarni nomlashda ham doimiy valentlikka ega metallar uchun “element nomi + gidroksid” shaklida yasaladi. Masalan: kaliy gidroksid-KOH, magniy gidroksid-Mg(OH)<sub>2</sub>, alyuminiy gidroksid-Al(OH)<sub>3</sub>.

Agar asos hosil qilgan metall o‘zgaruvchan valentlikka ega bo‘lib, bir necha xil gidroksidlar hosil qilsa, metall nomidan so‘ng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan ko‘rsatiladi va qavsdan keyin chiziqli qo‘yiladi hamda gidroksid so‘zi yoziladi. Masalan: mis (I)-gidroksid – CuOH, temir (II)-gidroksid – Fe(OH)<sub>2</sub>, xrom (III) gidroksid – Cr(OH)<sub>3</sub>.

**Asoslarning toifalanishi.** Asoslarni fizik xossasi ya’ni suvda erishiga qarab ishqorlar va suvda erimaydigan asoslar, hamda kimyoviy xossalriga ko‘ra amfoter asoslarga bo‘linadi.

**Suvda eriydigan asoslar** – ishqorlar deyiladi. Masalan: NaOH, KOH, Ba(OH)<sub>2</sub>. Ishqorlar teri va to‘qimalarni kuydiradi va shuning uchun o‘yuvchi ishqorlar ham deb yuritiladi.

**Suvda erimaydigan asoslar** – gidroksidlar ham deyiladi. Ularning rangi xilma-xil bo‘ladi. Masalan: Ni(OH)<sub>2</sub> – yashil, Fe(OH)<sub>3</sub>–qo‘ng‘ir, Cu(OH)<sub>2</sub> – havorang ko‘rinishda bo‘ladi.

**Amfoter asoslar** – ham kislotali ham asos xossasiga ega bo‘lgan gidroksidlardir. Masalan: Al(OH)<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Sn(OH)<sub>4</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>.

Quyida jadvalda (2.2-jadval) ayrim asoslarning nomlanishi va formulalari qo‘shimcha ma’lumot sifatida keltirilgan.

## 2.2-jadval

### Ayrim suvda eriydigan, suvda erimaydigan va amfoter asoslar haqida ma’lumot

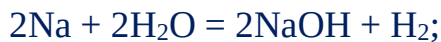
| Suvda eriydigan asoslar (ishqorlar) |                     | Suvda erimaydigan asoslar |                     | Amfoter asoslar            |                     |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Litiy gidroksid                     | LiOH                | Mis (II) gidroksid        | Cu(OH) <sub>2</sub> | Rux gidroksid              | Zn(OH) <sub>2</sub> |
| Natriy gidroksid                    | NaOH                | Kumush gidroksid          | AgOH                | Berilliy gidroksid         | Be(OH) <sub>2</sub> |
| Kaliy gidroksid                     | KOH                 | Marganes (II) gidroksid   | Mn(OH) <sub>2</sub> | Qalay (II) gidroksid       | Sn(OH) <sub>2</sub> |
| Rubidiy gidroksid                   | RbOH                | Temir (II) gidroksid      | Fe(OH) <sub>2</sub> | Qo‘rg‘oshin (II) gidroksid | Pb(OH) <sub>2</sub> |
| Seziy gidroksid                     | CsOH                | Simob (II) gidroksid      | Hg(OH) <sub>2</sub> | Alyuminiy gidroksid        | Al(OH) <sub>3</sub> |
| Magniy gidroksid                    | Mg(OH) <sub>2</sub> | Kadmiy (II) gidroksid     | Cd(OH) <sub>2</sub> | Temir (III) gidroksid      | Fe(OH) <sub>3</sub> |



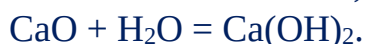
|                 |                     |                      |                     |                      |                     |
|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Bariy gidroksid | Ba(OH) <sub>2</sub> | Xrom (III) gidroksid | Cr(OH) <sub>3</sub> | Qalay (IV) gidroksid | Sn(OH) <sub>4</sub> |
|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|

**Olinishi.** Asoslar quyidagi usullar asosida olish mumkin:

1. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining suv bilan ta'sirlashishi natijasida olinadi.



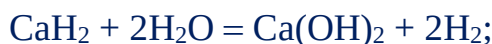
2. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari oksidlarining suv bilan ta'sirlashishi natijasida ham olinadi:



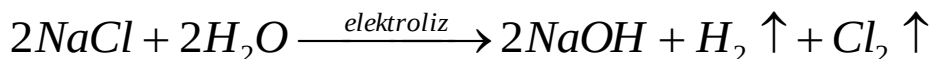
3. Suvda erimaydigan asoslar tuzlarning suvdagi eritmasini ishqorlar bilan ta'sirlashishi natijasida olinadi:



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



5. Sanoatda ishqorlar metall tuzlarining suvdagi eritmasini elektroliz qilish orqali olinadi. Masalan, osh tuzining eritmasi elektroliz qilinganda eritmada o'yuvchi natriy hosil bo'ladi.



6. Ammoniy gidroksidi ammiak gazini suvda eritib olinadi:



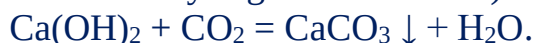
**Kimyoviy xossalari.** Asoslar ham boshqa moddalar kabi o'ziga xos kimyoviy xossalarga ega:

1. Suvda eriydigan asoslar indikatorlar rangini o'zgartiradi. Masalan, fenoltaleinning suv-spirтли eritmasi har qanday suvda eruvchi asos ta'sirida pushti rangga, lamus ko'k rangga, metilzarg'aldog'i sariq rangga kiradi.

2. Asoslar kislotalar bilan ta'sirlashib, tuz va suv hosil qiladi (bu reaksiya neytrallanish reaksiyasi deb ataladi):



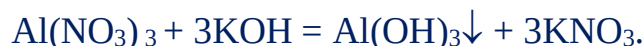
3. Asoslar kislotali oksidlar bilan ta'sirlashadi, natijada tuz va suv hosil qiladi (bu reaksiya ham neytrallanish reaksiyasiga misol bo'ladi):



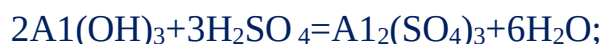
4. Ishqorlar tuzlar bilan ta'sirlashadi va yangi asos hamda tuz (sharoitga qarab o'rta yoki asosli) hosil qiladi:



5. Ayrim asoslar borki, ular ham kislotalar bilan, ham ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qiladi. Ular *amfoter gidroksidlar* deb ataladi. Masalan,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Zn(OH)}_2$ ,  $\text{Cr(OH)}_3$  va hokazo. Amfoter gidroksidlar ham metallarning suvda yaxshi eriydigan tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilib olinadi:



Amfoter gidroksidlar suvda erimaydi. Ular kislota va ishqorlar bilan oson reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qiladi.



6. Asoslar qizdirilganda metall oksidi va suvga parchalanadi ( $\text{KOH}$  va  $\text{NaOH}$  dan tashqari):



**Ishlatilishi.** Asoslar kimyo sanoati, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo'jaligi va qurilish sohalarida ishlatiladi.

**Natriy gidroksid (o'yuvchi natriy) –  $\text{NaOH}$ .** Oq tusli, suvda juda yaxshi eriydigan, hatto havodagi suv bug'larini ham tortib olib suyuqlanadigan (gigroskopik) qattiq modda. Natriy gidroksidning suvdagi kuchsiz eritmasi qo'l bilan ushlab ko'rilganda sovundek tuyuladi va terini o'yib yuboradi. Shuning uchun u texnik maqsadlarda "kaustik soda" deb ham nomlanadi. Natriy gidroksid sanoat miqyosida ko'p ishlab chiqariladi. Sanoatda uni osh tuzi (natriy xlorid tuzi) eritmasidan elektroliz (elektr toki yordamida parchalash) yo'li bilan olinadi.

Natriy gidroksid – kimyo sanoati uchun eng muhim homashyolardan biridir. Undan neftni qayta ishlash mahsulotlarini tozalashda, sovun, qog'oz ishlab chiqarishda, to'qimachilik va sun'iy tola ishlab chiqarish hamda sanoatning boshqa ko'plab sohalarida qo'llaniladi.

**Kaliy gidroksid (o'yuvchi kaliy) –  $\text{KOH}$ .** Oq tusli, suvda juda yaxshi eriydigan qattiq modda. Xossalari jihatidan o'yuvchi natriyga juda o'xshab ketadi. Sanoatda o'yuvchi natriy kabi kaliy xlorid tuzi eritmasidan elektroliz qilib olinadi. Uning ta'sir kuchi o'yuvchi natriynikiga o'xshasa-da, tannarxi qimmatligi tufayli kamroq ishlatiladi.

**Kalsiy gidroksid (so'ndirilgan ohak) –  $\text{Ca(OH)}_2$ .** Oq g'ovak modda, suvda kam eriydi: 1 litr suvda  $20^\circ\text{C}$  da 1,56 g eriydi. Uning suvdagi bir jinsli eritmasi "ohakli suv" deb ataladi (loyqalangan holda esa "ohak suti" deb ataladi) va ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Kalsiy gidroksid sanoatda ohaktoshni kuydirib olinadigan kalsiy oksidi, ya'ni so'ndirilmagan ohakka (yoki oddiy ohak) suv ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:



Soʻndirilgan ohak asosan qurilishda sementli, qumli va boshqa xil qorishmalar tayyorlashda (xususan, uning suv va qum bilan qorishmasi “ohakli qorishma” deb atalib, gʻishtlarni terib chiqish qorishmasi boʻlib hisoblanadi), kislotaliligi ortib ketgan tuproqlarni neytrallashda, qishloq xoʻjaligi zararkunandalariga qarshi kurash vositasi sifatida keng qoʻllanadi.

### 3.4. Kislotalar, ularning nomlanishi, olinishi, xossalari va ishlatilishi

Tarkibida metall atomlariga oʻrnini bera oluvchi vodorod atomlari va kislota qoldigʻidan iborat murakkab moddalar **kislotalar** deb ataladi. Ularning umumiy formulasi:  $H_nK$  tarzida ifodalanadi. Formuladagi K– kislota qoldigʻini ifodalaydi.

**Nomlanishi.** Kislotalarning nomi kislota qoldigʻi nomidan keltirib chiqariladi. Bunda quyidagi asosiy kislota qoldiqlari nomi va mos keladigan kislotalar nomi hamda ularning formulalari quyida berilgan jadvaldan foydalanamiz (kislota qoldiqlari valentligi chiziqchalar bilan koʻrsatilgan) (2.3-jadval):

2.3-jadval

Arim kislotalar haqida maʼlumot

| №  | Kislota nomi | Kislota formulasi                             | Kislota qoldigʻi formulasi      | Kislota qoldigʻi nomi |
|----|--------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1  | Ftorid       | HF                                            | -F                              | Ftorid                |
| 2  | Xlorid       | HCl                                           | -Cl                             | Xlorid                |
| 3  | Bromid       | HBr                                           | -Br                             | Bromid                |
| 4  | Yodid        | HJ                                            | -J                              | Yodid                 |
| 5  | Sianid       | HCN                                           | -CN                             | Sianid                |
| 6  | Sulfid       | H <sub>2</sub> S                              | =S                              | Sulfid                |
| 7  | Sulfit       | H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                | =SO <sub>3</sub>                | Sulfit                |
| 8  | Sulfat       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | =SO <sub>4</sub>                | Sulfat                |
| 9  | Nitrit       | HNO <sub>2</sub>                              | -NO <sub>2</sub>                | Nitrit                |
| 10 | Nitrat       | HNO <sub>3</sub>                              | -NO <sub>3</sub>                | Nitrat                |
| 11 | Ortofosfat   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                | ≡PO <sub>4</sub>                | Ortofosfat            |
| 12 | Fosfit       | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>                | ≡PO <sub>3</sub>                | Fosfit                |
| 13 | Metafosfat   | HPO <sub>3</sub>                              | -PO <sub>3</sub>                | Metafosfat            |
| 14 | Pirofosfat   | H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | ≡P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>  | Pirofosfat            |
| 15 | Dixromat     | H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | =Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Dixromat              |
| 16 | Xromat       | H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>               | =CrO <sub>4</sub>               | Xromat                |
| 17 | Silikat      | H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>               | =SiO <sub>3</sub>               | Silikat               |
| 18 | Borat        | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                | ≡BO <sub>3</sub>                | Borat                 |
| 19 | Permanganat  | HMnO <sub>4</sub>                             | -MnO <sub>4</sub>               | Permanganat           |
| 20 | Manganat     | H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>               | =MnO <sub>4</sub>               | Manganat              |
| 21 | Arsenat      | H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>               | ≡AsO <sub>4</sub>               | Arsenat               |
| 22 | Arsenit      | H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>               | ≡AsO <sub>3</sub>               | Arsenit               |
| 23 | Perxlorat    | HClO <sub>4</sub>                             | -ClO <sub>4</sub>               | Perxlorat             |
| 24 | Xlorat       | HClO <sub>3</sub>                             | -ClO <sub>3</sub>               | Xlorat                |
| 25 | Xlorit       | HClO <sub>2</sub>                             | -ClO <sub>2</sub>               | Xlorit                |

|    |            |                                |                   |            |
|----|------------|--------------------------------|-------------------|------------|
| 26 | Gipoxlorit | HClO                           | -ClO              | Gipoxlorit |
| 27 | Bromit     | HBrO <sub>2</sub>              | -BrO <sub>2</sub> | Bromit     |
| 28 | Bromat     | HBrO <sub>4</sub>              | -BrO <sub>4</sub> | Bromat     |
| 29 | Karbonat   | H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | =CO <sub>3</sub>  | Karbonat   |

Agar element bir nechta kislota hosil qilsa, muvofiq ravishda valentligiga qarab, quyi valentligiga **-it**, yuqori valentligiga **-at** qo‘shimchasi qo‘shiladi:

H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> - sulfit kislota;

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - sulfat kislota;

HNO<sub>2</sub> - nitrit kislota;

HNO<sub>3</sub> - nitrat kislota.

Kislorodsiz kislotalaming hammasiga **-id** qo‘shimchasi qo‘shib nomlanadi.

HCl - xlorid kislota;

H<sub>2</sub>S - sulfid kislota;

HF - florid kislota;

HJ - yodid kislota.

**Kislotalarning toifalanishi.** Kislotalar tarkibidagi vodorod atomlari soni nechta bo‘lsa, kislota qoldig‘ining valentligi shunga teng bo‘ladi. Kislotalar tarkibidagi vodorod atomlari soniga qarab uch turga bo‘linadi. Bir negizli (HCl, HF, HJ, HClO, HNO<sub>3</sub>) kislotalar, ikki negizli (H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) kislotalar, uch negizli (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) kislotalar. Shuningdek, kislotalar tarkibida kislorod bor yo‘qligiga qarab ikki turga: kislorodsiz (HCl, HF, HJ, H<sub>2</sub>S) kislotalar hamda kislorodli (HClO, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) kislotalarga bo‘linadi.

**Olinishi.** Kislotalar quyidagi usullar yordamida olinadi:

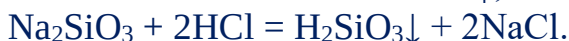
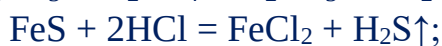
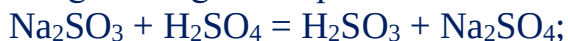
1. Kislorodli kislotalarni kislotali oksidlar bilan suvning o‘zaro ta’siri natijasida olish mumkin:



2. Kislorodsiz kislotalarni metalmaslarning vodorod bilan ta’sirlashuvi mahsulotlarini suvda eritib olish mumkin:



3. Kislotalarni ularning tuzlariga boshqa kislotalarni ta’sir ettirib olish mumkin:

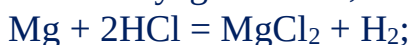


**Kimyoviy xossalari.** Kislotalar quyidagi kimyoviy xossalarga ega:

1. Kislotalar asoslar bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishib, tuz va suv hosil qiladi:



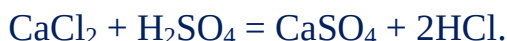
2. Kislotalar metallar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:



3. Kislotalar asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:



4. Kislotalar tuzlar bilan reaksiyaga kirishib, yangi kislota va yangi tuz hosil qiladi:



5. Kislorodli kislotalar qizdirilganda suv bilan kislota angidridiga parchalanadi:



6. Kislotalar lakmusni qizartiradi, metiloranj sariq rangini qizartiradi; fenolftalein esa kislotalarda rangsizligicha qoladi.

**Ishlatilishi.** Kislotalar kimyo sanoatining barcha soha va tarmoqlarida ko'p miqdorda qo'llaniladi. Sanoatda sulfat, xlorid, nitrat va fosfat kislotalar alohida o'rin tutadi.

**Sulfat kislota -  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  hidsiz va rangsiz moysimon suyuqlik bo'lib, suvdan deyarli ikki marta og'ir. Suvda juda yaxshi eriydi. Sulfat kislota havo va har xil gazlarni quritishda, shuningdek, turli moddalar tarkibidagi suvni tortib olishda qo'llaniladi. Konsentrlangan sulfat kislota teriga tushsa, terini qattiq kuydiradi. Sulfat kislota suv bilan aralashtirilganda juda ko'p issiqlik ajralib chiqadi, uning eritmasini tayyorlaganda kislota idish devori bo'ylab tomizilgan holda sekinlik bilan suvga quyish kerak.

Sulfat kislota kimyoviy ishlab chiqarishning asosi hisoblanadi. U mineral o'g'itlar, portlovchi moddalar, selluloza ishlab chiqarishda, neftni qayta ishlashda hamda sulfatlar olishda ishlatiladi.

**Xlorid kislota -  $\text{HCl}$**  vodorod xloridni suvda eritish natijasida olinadigan rangsiz suyuqlik. Suvdan biroz og'ir bo'lib, o'tkir hidga ega. Bu kislota eritmasidan doimo vodorod xlorid molekulari uchib chiqib turishi sababli shu o'tkir hidga ega bo'ladi. Konsentrlangan xlorid kislota eritmasi "tutovchi kislota" ham deyiladi. Buning sababi, uchib chiqayotgan vodorod xlorid molekulari havodagi suv bug'larida erib, tuman hosil qiladi.

Xlorid kislota xalq xo'jaligining juda ko'p sohalarida qo'llaniladi, xususan: xloridlar ishlab chiqarishda, tibbiyotda dori-darmonlar ishlab chiqarishda, bo'yoqlar ishlab chiqarishda, plastmassalar ishlab chiqarish va boshqalar.

**Nitrat kislota -  $\text{HNO}_3$**  suvdan 1,5 barobar og'ir, rangsiz suyuqlik bo'lib, xlorid kislota kabi havoda tutaydi. Konsentratsiyasi yuqori bo'lgan kislota eritmasi oddiy yorug'lik ta'sirida nitrat kislota parchalanishidan hosil bo'lgan  $\text{NO}_2$  ning kislota eritmasida erib, uni qo'ng'ir rangga bo'yashi sababli ko'pincha bu kislota rangli degan xato xulosaga olib keladi. Toza kislota eritmasi rangsiz bo'ladi. Konsentrlangan sovuq nitrat kislota temir, xrom va aluminiy yuzasini passivlashtirib qo'yganligi sababli bu metallardan tayyorlangan idishlarda saqlanishi mumkin. Bu kislota oltin, platina, tantal, rodii va iridiydan boshqa hamma metallar bilan ta'sirlashadi.

Nitrat kislota mineral o'g'itlar ishlab chiqarishning asosi hisoblanadi. Uning tuzlari selitralar deb atalib, hamma ekinlar hosildorligini oshirish uchun mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Shuningdek, u portlovchi moddalar va boshqalar olishda ham ishlatiladi.

## **2.5. Tuzlar ularning nomlanishi, olinishi, xossalari va ishlatilishi**

*Metall atomlari (shuningdek, ammoniy ioni  $\text{NH}_4^+$  ham) va kislota qoldig'idan tashkil topgan murakkab moddalar **tuzlar** deb ataladi.* Tuzlar kislota vodorodining metall atomiga yoki asos gidroksidining kislota qoldig'iga almashinishidan hosil

bo‘ladi. Ularning umumiy formulasi  $M_nK_m$  tarzida ifodalanadi. Formuladagi  $M$ –metall atomi,  $K$ –kislota qodig‘i,  $n$  – kislota qoldig‘ining valentligi,  $m$  – metall atomining valentligini ifodalaydi.

**Tuzlarning toifalanishi.** Tuzlar asosan besh turga bo‘linadi:

**1. O‘rta tuzlar** – metall atomi va kislota qoldig‘i tarkibidagi vodorod atomi o‘rnini to‘liq olishidan hosil bo‘ladi:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

**2. Nordon tuzlar** – metall atomi kislota qoldig‘i vodorod atomini to‘liq olmagan holda hosil bo‘ladi:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHS}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

**3. Asosli tuzlar** – tarkibida metall atomi, kislota qoldig‘i bilan birgalikda gidroksid guruhi bo‘ladi:  $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$ .

**4. Qo‘sh tuzlar** – tarkibida bir paytning o‘zida ikkita har xil metall atomlarini ushlab turadigan tuzlardir:  $\text{NaKSO}_4$ ,  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$

**5. Kompleks tuzlar** – tarkibida kompleks kation yoki kompleks anion tutgan tuzlardir:  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ . Shuningdek, tarkibida suv molekullari tutgan kristalhidrat holidagi tuzlar ham mavjud. Ularga glauber tuzi –  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  hamda mis kuporosi –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  kabi tuzlarni misol qilib keltirish mumkin.

Quyidagi jadvalda ayrim o‘rta, nordon va asosli tuzlarning nomi va formulalari keltirilgan (2.4-jadval).

**2.4-jadval**

**Ayrim o‘rta, nordon va asosli tuzlar**

| O‘rta tuzlar        |                              | Nordon tuzlar            |                                      | Asosli tuzlar                |                                                 |
|---------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|
| Natriy xlorid       | $\text{NaCl}$                | Natriy gidrokarbanat     | $\text{NaHCO}_3$                     | Magniy gidroksoxlorid        | $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$                 |
| Kaliy ftorid        | $\text{KF}$                  | Magniy gidrokarbanat     | $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$          | Temir (III) gidroksoatsetat  | $\text{Fe}(\text{OH})(\text{CH}_3\text{COO})_2$ |
| Litiy yodid         | $\text{LiJ}$                 | Kalsiy gidrokarbanat     | $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$          | Alyuminiy gidroksosulfat     | $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$               |
| Rubidiy sulfid      | $\text{Rb}_2\text{S}$        | Kaliy gidrofosfat        | $\text{K}_2\text{HPO}_4$             | Alyuminiy digidroksoxlorid   | $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$               |
| Seziy nitrat        | $\text{CsNO}_3$              | Temir (II) digidrofosfat | $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ | Temir (III) digidroksonitrat | $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$             |
| Magniy sulfat       | $\text{MgSO}_4$              | Litiy gidrosulfat        | $\text{LiHSO}_4$                     | Xrom (III) digidroksoxlorid  | $[\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$         |
| Kalsiy karbonat     | $\text{CaCO}_3$              | Magniy gidrosulfid       | $\text{Mg}(\text{HS})_2$             | Kalsiy gidroksonitrat        | $\text{Ca}(\text{OH})\text{NO}_3$               |
| Kalsiy fosfat       | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | Kaliy gidrosulfid        | $\text{KHSO}_3$                      | Temir (II) gidroksoxlorid    | $\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl}$                 |
| Temir (II) sulfat   | $\text{FeSO}_4$              | Natriy digidrofosfat     | $\text{NaH}_2\text{PO}_4$            | Temir (III) gidroksoxlorid   | $\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl}_2$               |
| Ammoniy xlorid      | $\text{NH}_4\text{Cl}$       | Kaliy gidrokarbanat      | $\text{KHCO}_3$                      | Temir (III) digidroksoxlorid | $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$               |
| Ammoniy nitrat      | $\text{NH}_4\text{NO}_3$     | Kalsiy digidrofosfat     | $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ | Xrom (III) digidroksonitrat  | $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$             |
| Kaliy fosfat        | $\text{K}_3\text{PO}_4$      | Natriy gidrosulfat       | $\text{NaHSO}_4$                     | Nikel (II) gidroksonitrat    | $\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$               |
| Temir (II) karbonat | $\text{FeCO}_3$              | Kalsiy gidrofosfit       | $\text{CaHPO}_3$                     | Mis (II) digidroksoxlorid    | $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$                    |
| Natriy karbonat     | $\text{Na}_2\text{CO}_3$     | Natriy gidrosulfid       | $\text{NaHSO}_3$                     | Mis (II) gidroksoxlorid      | $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$                 |



|                |                                 |                          |                                                  |                            |                                                     |
|----------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Kaliy korbanat | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | Kalsiy gidrofosfat       | CaHPO <sub>4</sub>                               | Kalsiy gidroksoxlorit      | Ca(OH)Cl                                            |
| Kaliy xlorid   | KCl                             | Temir (II) digidrofosfat | Fe(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | Magniy gidroksonitrat      | Mg(OH)NO <sub>3</sub>                               |
| Natriy sulfat  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Xrom (III) gidrokarbanat | Cr(HCO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>               | Alyuminiy digidroksofosfat | [Al(OH) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| Kalsiy xlorid  | CaCl <sub>2</sub>               | Mis (II) gidrokarbanat   | Cu(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | Alyuminiy digidroksofosfat | [Al(OH) <sub>2</sub> ] <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> |

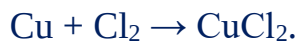
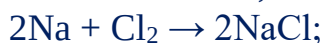
**Nomlanishi.** Oʻrta tuzlar nomi oʻzgarmas valentli metallar uchun “metall atomi nomi + kislota qoldigʻi nomi” shaklida yasaladi. Masalan, natriy xlorid – NaCl, kalsiy sulfat – CaSO<sub>4</sub>, alyuminiy karbonat – Al<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. Agar metall atomi oʻzgaruvchan valentli boʻlsa va bir necha xil tuzlar hosil qilsa, metall atomi nomidan soʻng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan koʻrsatiladi va kislota qoldigʻi nomi yoziladi. Masalan, mis (II) sulfat – CuSO<sub>4</sub>, temir (II) nitrat – Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, temir (III) fosfat – FePO<sub>4</sub> va hokazo.

Nordon tuzlar nomi oʻzgarmas valentli metallar uchun oʻrta tuz nomi oʻrtasiga “gidro” soʻzi qoʻshilib, “metall atomi nomi + gidro + kislota qoldigʻi nomi” shaklida yasaladi. Masalan, natriy gidrokarbonat – NaHCO<sub>3</sub>, alyuminiy gidrosulfat – Al(HSO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Agar metall atomi oʻzgaruvchan valentli boʻlsa va bir necha xil tuzlar hosil qilsa, metall atomi nomidan soʻng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan koʻrsatiladi hamda “gidro” soʻzi va kislota qoldigʻi nomi yoziladi. Masalan, temir (II) gidrosulfat – Fe(HSO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, xrom (III) gidrokarbonat – Cr(HCO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> va hokazo.

Asosli tuzlar nomi oʻzgarmas valentli metallar uchun oʻrta tuz nomi oʻrtasiga “gidrokso” soʻzi qoʻshilib, “metall atomi nomi + gidrokso + kislota qoldigʻi nomi” shaklida yasaladi. Masalan, kalsiy gidroksoxlorid – Ca(OH)Cl, alyuminiy gidroksofosfat – Al(OH)SO<sub>4</sub>, alyuminiy digidroksonitrat – Al(OH)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>. Agar metall atomi oʻzgaruvchan valentli boʻlsa va bir necha xil tuzlar hosil qilsa, metall atomi nomidan soʻng uning valentligi qavs ichida rim raqami bilan koʻrsatiladi va “gidrokso” soʻzi va kislota qoldigʻi nomi yoziladi. Masalan, temir (III) gidroksofosfat – Fe(OH)SO<sub>4</sub>, mis (II) gidroksofosfat – Cu(OH)Br va hokazo.

**Olinishi.** Tuzlar olishni bir necha usullari mavjud boʻlib ular quyidagilardan iborat:

1. Metallarning metalmaslar bilan taʼsirlashuvidan:



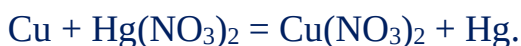
2. Metallarning kislotalar bilan taʼsirlashuvidan:



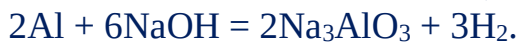
Metall bilan kislota orasidagi reaksiyadan hamma vaqt ham vodorod ajralib chiqavermaydi, chunki metallarga kislotalar taʼsir ettirib tuz olish reaktivning kimyoviy xossalariga, konsentratsiyasiga bogʻliq. Oksidlovchi xossasiga ega boʻlgan kislotalar metallar bilan reaksiyaga kirishganda vodorod ajralib chiqmasligi mumkin:



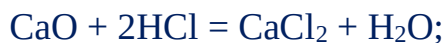
3. Metallarning tuzlar bilan taʼsirlashuvidan:



4. Amfoter oksid hosil qiluvchi metallarning ishqorlar bilan ta'sirlashuvidan:



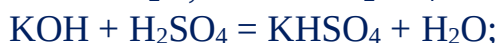
5. Asosli oksidlarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



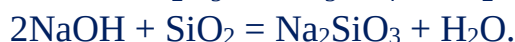
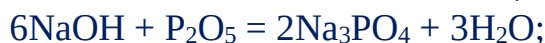
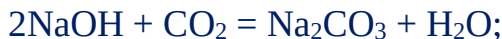
6. Asosli oksidlarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



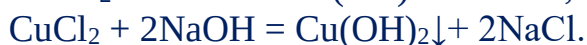
7. Asoslarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



8. Asoslarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



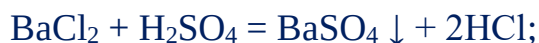
9. Ishqorlarning tuzlar bilan ta'sirlashuvidan:



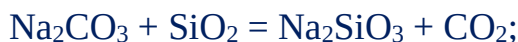
10. Ishqorlarning metalmaslar bilan ta'sirlashuvidan:



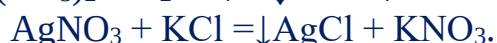
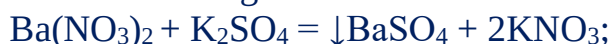
11. Tuzlarning kislotalar bilan ta'sirlashuvidan:



12. Tuzlarning kislotali oksidlar bilan ta'sirlashuvidan:



13. Tuzlarga tuzlarni ta'sir ettirib ham olish mumkin. Bu usul ancha keng qo'llaniladigan usullardan biridir. Bunda reaksiya oxirigacha borishi uchun hosil bo'layotgan mahsulotlardan biri cho'kmaga tushishi kerak:

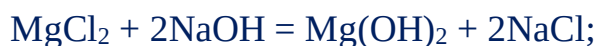


14. Tuzlarning metalmaslar bilan ta'sirlashuvidan:



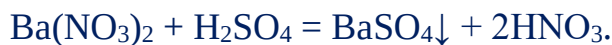
**Kimyoviy xossalari.** Tuzlar ham o'ziga hos kimyoviy xossalarga ega.

1. Tuzlar ishqorlar bilan ta'sirlashadi. Bunda yangi tuz va yangi asos yoki asosli tuz hosil bo'ladi:



2. Tuzlar kislotalar bilan ta'sirlashadi. Bunda tuz va kislota miqdoriga qarab quyidagicha moddalar hosil bo'ladi:

a) Yangi kislota va o'rta tuz hosil bo'ladi.

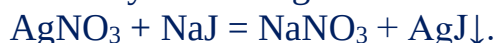


b) Nordon va o'rta tuz hosil bo'ladi.

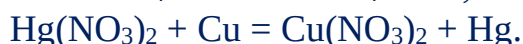
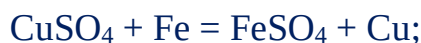


c) Faqat nordon tuz hosil bo'ladi:  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{NaHS}$ .

3. Tuzlar o'zaro ta'sirlashib yangi tuzlar hosil qilladi. Agar eruvchanligi yomon tuz hosil bo'lsa, bu almashinuv reaksiyalari oxirigacha boradi:



4. Tuzlar metallar bilan ta'sirlashib yangi tuz va metall hosil bo'ladi. Metallarning faollik qatorida turgan har bir metall o'zidan keyin turgan metalni tuzidan siqib chiqaradi. Lekin o'zidan oldinda turgan metallarni tuzlaridan siqib chiqara olmaydi. Magniydan oldinda turgan metallar (Li, K, Ba, Ca, Na va b.) suv bilan reaksiyaga kirishib ketishi tufayli tuzlardan metallarni siqib chiqarish uchun qo'llanilmaydi.



5. Ba'zi tuzlar qizdirilganda parchalanadi:



**Ishlatilishi.** Murakkab moddalar ichida eng ko'p tarqalgan va xalq xo'jaligida eng ko'p ishlatiladigan anorganik moddalar tuzlar bo'lib, yerdagi hayotiy jarayonlarning me'yorida sodir bo'lishi uchun ularning ahamiyati juda kattadir. Inson organizmi tuz muvozanatini doimo saqlab turishga muhtojdir va organizm umumiy massasiga nisbatan 5,5% turli xildagi tuzlar shu vazifani bajarib turadi. Masalan, organizmda kalsiy tuzlari kamayib ketsa, muvozanatni tiklash uchun kalsiy tutgan mahsulotlarni iste'mol qilish xohishi paydo bo'ladi. Yoki turli sabablarga ko'ra organizm tez suyuqlik yo'qotadigan bo'lib qolganda, tuz suyuqlik bilan chiqib ketib qoladi, shuning uchun bunday holatlarda turli fiziologik tuz eritmalari beriladi. Kalsiy, temir, kaliy, natriy va boshqa ko'plab metallar tutgan tuzlar tibbiyotda turli kasalliklarga qarshi dori vositalari sifatida qo'llanadi.

Azot, fosfor, kaliy, oltingugurt, kalsiy, natriy va mikroelementlar deb nomlanuvchi metallar guruhini tutgan tuzlar qishloq xo'jaligida o'g'itlar, ba'zi zararkunandalarga qarshi kurash vositalari, unuvchanlikni va hosildorlikni oshiruvchi, o'stiruvchi vositalar sifatida keng qo'llanadi.

Karbonatlar va silikatlar qurilish ishlarida turli maqsadlarda ishlatiladi.

**Natriy xlorid NaCl.** Osh tuzi turmushda qanday maqsadlarda ishlatilishini esa hammamiz juda yaxshi bilamiz. Osh tuzi sanoatda xlor, ishqor, natriy metali olishda, tibbiyotda fiziologik eritma tayyorlashda ishlatiladi.

**Kalsiy karbonat CaCO<sub>3</sub>.** Marmar, ohaktosh sifatida qurilishda ishlatiladigan tuz. Qurilish binolarini bezash maqsadida marmardan eng ko'p foydalaniladi.

**Ammoniy nitrat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .** Ammoniyli selitra nomi bilan qishloq xo'jaligida ishlatiladi. Farg'ona azotli o'g'itlar korxonasida sun'iy tarzda ishlab chiqariladi.

Sanoatda turli metallar va boshqa tuzlarni olishda ham tuzlardan keng foydalaniladi. Masalan, temirning sulfidli tuzlaridan cho'yan va po'lat olinadi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Qanday moddalar oksidlar deb ataladi? Misollar keltiring.
2. Oksidlar qanday turlarga bo'linadi?
3. Oksidlar qanday nomlanadi?
4. Oksidlarni olinishi va kimyoviy xossalarini misollar asosida tushuntiring.
5. Oksidlarni ishlatilishi haqida ma'lumot bering.
6. Quyidagi oksidlarning qaysi biri suv bilan reaksiyaga kirishadi:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.
7. Quyidagi oksidlarning qaysi biri asoslar (ishqorlar) bilan reaksiyaga kirishadi:
8.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.
9. Qanday moddalar asoslar deb ataladi? Misollar keltiring.
10. Asoslar qanday turlarga bo'linadi?
11. Asoslar qanday nomlanadi?
12. Asoslarni olinishi va kimyoviy xossalarini misollar asosida tushuntiring.
13. Asoslarni ishlatilishi haqida ma'lumot bering.
14. Qanday moddalar kislotalar deb ataladi? Misollar keltiring.
15. Kislotalar qanday turlarga bo'linadi?
16. Kislotalar qanday nomlanadi?
17. Kislotalarni olinishi va kimyoviy xossalarini misollar asosida tushuntiring.
18. Kislotalarni ishlatilishi haqida ma'lumot bering.
19. Qanday moddalar tuzlar deb ataladi? Misollar keltiring.
20. Tuzlar qanday turlarga bo'linadi?
21. Tuzlar qanday nomlanadi?
22. Tuzlarni olinishi va kimyoviy xossalarini misollar asosida tushuntiring.
23. Tuzlarni ishlatilishi haqida ma'lumot bering.

### 3–BOB. ATOM TUZILISHI.

#### 3.1. Atom tuzilishi. Rezorford tajribasi

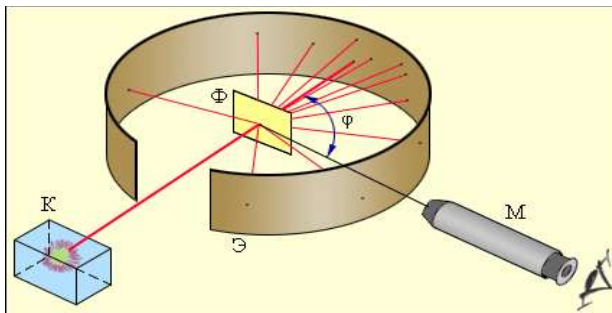
Kitobning birinchi bobida ta'kidlanganidek, atomlar va ularning tuzilishi haqida fikr yuritilganda, qadimgi yunon faylasufi Demokritning atom to'g'risidagi fikrini aytib o'tmasdan iloji yo'q. Uning fikriga ko'ra, atomlar materiyaning faqat shakli, kattaligi va holati bilan farqlanadigan bo'linmas zarralari hisoblangan. U tabiatdagi barcha atomlarni 4 turga ajratgan. Bular er, suv, havo va alanga atomlaridir. XIX asr kimyo fani atomlarning bundan ko'p turlarining mavjudligini isbotlab berdi. Bu asr oxiridagi uchta buyuk kashfiyot atomning bo'linmasligi haqidagi afsonaga chek qo'ydi. Shulardan biri 1890 yili ingliz olimi Stoni tomonidan birinchi elementar zarra bo'lgan elektron kashf etildi. 1895 yili esa Rentgen tomonidan X–nurlar, ya'ni rentgen nurlari kashf etildi. Bu esa ikkinchi buyuk kashfiyotdir. Buyuk kashfiyotlarning uchinchisi 1896 yilda sodir bo'ldi. Bekkerel tomonidan radioaktivlik hodisasi kashf etildi. Ana shu uchchala hodisa atomning murakkab sistema ekanligini ko'rsatib berdi. Shundan kelib chiqqan holda XX asrning boshlariga kelganda ilm fanda atom tuzilishi haqida turli – tuman va fantastik tasavvurlar paydo bo'ldi. Ular qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin. Myunxen universiteti rektori F. Lindeman 1905 yilda “kislorod atomi halqa shakliga, oltingugurt atomi esa dumaloq non shakliga ega” degan tasavvurni ilgari surdi. Kelvinning “uyurmaviy atom” nazariyasi ham davom etdi. Unga binoan, atom chekuvchining og'zidan chiqayotgan tutun halqalariga o'xshaydi. Ushbu nazariya haqida Kirxgof shunday degan edi: “Bu shunday go'zal nazariyaki, u qolgan barcha nazariyalarni yo'qotadi”. 1903 yilda Tomson atomning shunday bir modelini ishlab chiqdiki, unga muvofiq atom musbat elektr zaryadi bilan bir tekis to'ldirilgan sferadan iborat bo'lib ichida elektron joylashgan bo'ladi (3.1–rasm).



#### 3.1–rasm. Tomson atom modeli

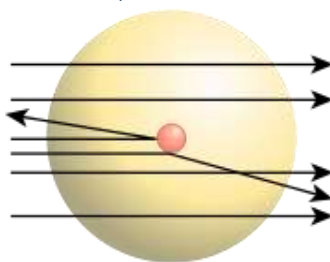
Sferaning yig'indi musbat zaryadi elektron zaryadiga teng bo'lganligi uchun atom bir butun holatda neytral sistema hisoblanadi. Bunday atomning massasi esa uning butun hajmi bo'ylab bir tekis taqsimlangan. Atom, ya'ni sfera ichida kuchli elektr maydoni yuzaga kelmaydi. Tomson tomonidan taklif etilgan ushbu atom modeli nazariy model edi. 1911 yilda ingliz olimi Ernest Rezerford va u boshchiligidagi guruh o'z tajribalari asosida Tomson nazariyasining puchligini isbot qildi va planetar nazariyani qaytadan tikladi. Rezerford yupqa plastinkani  $\alpha$  zarralar bilan bombardimon qilish bo'yicha tajribalar o'tkazdi.  $\alpha$  zarralarning sochilishiga qarab esa atom ichida musbat zaryadning va uning massasi taqsimlanishi xarakterini aniqladi. Tajribada radioaktiv modda, masalan radiy bo'ylamasiga ingichka kanal ochilgan qo'rg'oshin silindr K ichiga joylashtirildi. Kanaldan chiqayotgan  $\alpha$  – zarralar oqimi tekshirilayotgan materialdan (oltin, mis va hakoza) yasalgan yupqa folga F ga tushadi.

Sochilgan  $\alpha$  zarralar rux sulfid bilan qoplangan yarim shaffof E ekranga tushadi. Har bir zarra ekranga kelib urilganda yorug'lik chaqnaydi va bu chaqnashni mikroskop M da kuzatish mumkin. Qurilma havosi so'rib olingan idish ichiga joylashtirilgan (3.2–rasm)



**3.2–rasm. Rezerford tajribasi.** *K–Radiativ element (radiy) joylashtirilgan qo'rg'oshinli silindr, F–oltin folga, E–ZnS bilan qoplangan ekran, M–mikroskop.*

Asbob ichida vakuum bo'lganida folga bo'lmasa, ekranda  $\alpha$  zarralarning ingichka oqimi hosil qiladigan stsintillyatsiyalardan iborat yorug' yo'l hosil bo'ladi. Biroq, dasta yo'lga folga qo'yilganda sochilish tufayli  $\alpha$  zarralar ekranda kattaroq yoyilgan doira bo'yicha taqsimlanadi. Eksperimental qurilmani o'zgartirib, Rezerford  $\alpha$  zarralarning bir qismi (taxminan yigirma mingdan bittasi) 90 gradusdan katta burchakka og'ishini aniqladi (3.3–rasm).



### 3.3–rasm. $\alpha$ zarralarning og'ishi

Haqiqatdan, Tomson modeli bo'yicha bu natijani oldindan bilish mumkin emas edi. Bunday taqsimlanganda musbat zaryad  $\alpha$  zarrani orqaga irg'itib yuborishi uchun yetarli darajadagi intensiv elektr maydon hosil qila olmaydi. Rezerford tajribalaridan atomning planetar modeli bevosita kelib chiqadi. Markazda atomning deyarli butun massasi yig'ilgan musbat zaryadli yadro joylashgan. Butunicha atom neytraldir. Shuning uchun atomdagi elektronlar soni, yadroning zaryadi singari, elementning davriy sistemadagi tartib nomeriga teng. Ravshanki, elektronlar atomda tinch tura olmaydi, chunki bunda ular yadroga qulab tushgan bo'lar edi. Ular yadro atrofida xuddi quyosh atrofida planetalar aylangani singari harakatlanadi (3.4–rasm).



### 3.4–rasm. Atomning planetar modeli.

Lekin bu model atomning mavjudlik faktini, uning turg'unligini tushuntirib berishga qodir emas edi.

## 3.2. N.Bor nazariyasi



Atom tuzilishining ajoyib bosqichlaridan biri – 1913 yilda Daniya olimi Nils Bor taklif qilgan *vodorod atomining tuzilishi* nazariyasi bo‘ldi. N. Bor o‘z nazariyasini yaratishda Rezerford fikriga va kvantlar nazariyasiga asoslandi. N.Bor nazariyasining birinchi postulatiga ko‘ra, elektron yadro atrofida faqat kvantlangan, ya‘ni ma‘lum energiya darajasiga muvofiq keladigan orbitallar bo‘ylab aylanadi.

Bu orbitallardan qaysi birining elektron bilan band etilishi atomning energiyasiga bog‘liq. Agar atomning energiyasi minimal qiymatga ega bo‘lsa elektron yadroga eng yaqin birinchi orbita bo‘ylab harakat qiladi; atomning bu holatini qo‘zg‘almagan, *normal yoki asosiy holat* deyiladi. Bu holda elektron yadro bilan eng mustahkam bog‘langan bo‘ladi.

Qo‘shimcha energiya qabul qilgan atom qo‘zg‘algan holatga o‘tadi. Lekin atomning qo‘zg‘algan holati nixoyatda qisqa muddatlidir (sekundning yuz milliondan bir ulushi vaqtda).

Elektron uzoq orbitadan yaqin orbitaga o‘tganda atom elektromagnit nur chiqarib o‘z energiyasini kamaytiradi.

N.Bor nazariyasining ikkinchi postulatiga ko‘ra, elektron bir orbitadan ikkinchi orbitaga o‘tgandagina atom o‘z energiyasini o‘zgartiradi: elektron kvantlangan orbitalar bo‘ylab aylanganda, atom energiya chiqarmaydi va energiya yutmaydi.

Elektron yadrodan uzoqda turgan orbitadan yadroga yaqin orbitaga o‘tganda atom yorug‘likning bir kvantiga teng energiya chiqaradi. Bu kvantning kattaligi dastlabki va oxirgi holatlarning energiyalari orasidagi ayirmaga tengdir:

$$E = E_1 - E_2 = h\nu$$

formulada:  $E_1$  va  $E_2$  – dastlabki va oxirgi holatlar energiyalari;  $h$  – Plank doimiysi,  $6,624 \cdot 10^{-34}$  joul/sek;  $\nu$  – nurning 1 sekunddagi tebranishlar soni (chastotasi):

$$\nu = s/\lambda$$

bu yerda:  $s$  – yorug‘lik tezligi;  $\lambda$  – yorug‘likning to‘lqin uzunligi.

**Izotop, izobar va izotonlar.** Olimlar ko‘pgina elementlar bir xil atomlardan emas, balki turli massaga ega bo‘lgan atomlar aralashmasidan tuzilganligini aniqlaydilar.

Atomlar turli–tuman, ular bir–biridan yadro zaryadlari (protonlar soni) va massalari bilan farq qiladi. Shunday atomlar borki, ularning yadro zaryadlari bir xil, ammo atom massasi jixatidan farq qiladi. Yadro zaryadlari bir xil bo‘lib, atom massalari bilan bir–biridan farq qiladigan atmlar turiga **izotoplar** deyiladi (izo – bir, top – joy so‘zlaridan kelib chiqqan, chunki ayni elementning barcha izotoplari davriy sistemada birgina katakni egallaydi). Izotoplar soni turli elementlarda turlicha bo‘ladi. Masalan, qalay elementini 10 ta tabiiy izotopi ma‘lum, ksenonniki 9 ta, simobniki 7 ta, kislorod, uglerod va vodorodda 3 tadan, fluor esa faqat 1 ta tabiiy izotopdan iborat. Masalan:

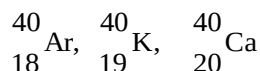
Uglerod  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_6\text{C}$  Kislorod  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{17}_8\text{O}$ ,  ${}^{18}_8\text{O}$ , Vodorod  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$

Izotopiya hodisasi deyarli hamma elementlarda uchraydi. Ko‘pchilik elementlar o‘zlarining bir necha izotoplari aralashmasidan iborat. Masalan, tabiiy qo‘rg‘oshin atom massalari 206, 207 va 208 hamda yadro zaryadlari 82 ga teng bo‘lgan uch izotop

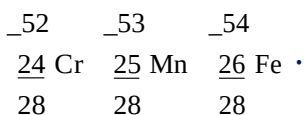
aralashmasining; 207,21 bu aralashmadagi atom massalarining o‘rtacha qiymatini tashkil qiladi.

Izotoplar kashf etilgandan keyin kimyoviy element tushunchasiga quyidagicha ta‘rif berildi: *yadrolarining zaryadlari bir xil bo‘lgan atomlar turi kimyoviy elementdir*. Demak, kimyoviy element tushunchasini ta‘riflashda yadro zaryadi asos qilib olinadi. Hozirda 118 ta elementning 250 dan ortiq izotopi ma‘lum (radiaktiv izotoplar bular jumlasiga kirmaydi).

Shuningdek, yadro zaryadlari har xil, massalari bir xil bo‘lgan atomlar ham mavjud. Atom massalari bir–biriga teng, lekin yadro zaryadlari turlicha bo‘lgan atomlar *izobarlar* deyiladi. Masalan:



Shuningdek *izotonlar* deb ataluvchi tarkibida neytronlar soni teng bo‘lgan zarrachalar ham mavjud. Neytronlar sonini aniqlashda element atom massasidan uning yadro zaryadi qiymati ayiriladi. Masalan xrom, marganes va temir elementlaridagi neytronlar soni bir xil bo‘lib, ular o‘zaro izotonlardir.



### 3.3. Kvant sonlari va ularning fizik ma‘nosi, elektron bulutlar formasi

Atom tuzilishini o‘rganish elektronning ikki xil tabiati borligini ko‘rsatdi. Unda zarracha xususiyati ham, to‘lqin xususiyati ham mavjud ekanligi aniqlandi. Atom tuzilishining kvant (to‘lqin) mexanikasiga asoslangan hozirgi zamon nazariyasi elektronning atomdagi holati juda murakkab ekanligini ko‘rsatdi. Elektron atomning butun hajmi bo‘ylab harakatlanadi va atom yadrosi atrofidagi fazoning istalgan qismida bo‘la oladi. Elektronning atomdagi holatini belgilaydigan kattalik uning energiyasidir. Elektron energiyasining kattaligi butun sonlar bilan ifodalanib,  $n = 1, 2, 3, 4, 5$  va hokazo sonlar (to cheksizlikga qadar) bo‘lishi mumkin. Bu sonlar **kvant sonlar** deb ataladi. Hozirgi vaqtda elektron holatini to‘rtta kvant son bilan belgilash qabul qilingan bo‘lib bular bosh kvant soni, orbital kvant soni, magnit kvant soni va spin kvant sonlaridir.

**Bosh kvant son –  $n$ .** Bosh kvant soni elektronning energiyasini belgilaydi, elektronning atom yadrosidan qanday uzoqlikda, ya‘ni qanday orbitada joylashganini ko‘rsatadi.  $n=1,2,3...\infty$  bo‘lishi mumkin. Davriy sistemada  $n$  – element joylashgan davrning raqamiga mos keladi. Bosh kvant soni qiymati oshib borishi bilan elektronlarning energiyasi oshib boradi:  $n=1$  da  $E_1$ ;  $n=2$  da  $E_2$  ...  $n=\infty$ . Har bir elektron qavatidagi elektron soni bosh kvant soni qiymati bilan bog‘liq. Bu bog‘liqlik Pauli formulasi bilan ifodalanadi:  $N(e)=2n^2$ . Shunga ko‘ra I qavatda  $2 \cdot 1^2 = 2$  ta, II qavatda  $2 \cdot 2^2 = 8$  ta III qavatda esa  $2 \cdot 3^2 = 18$  ta va xokazo elektronlar joylashadi.

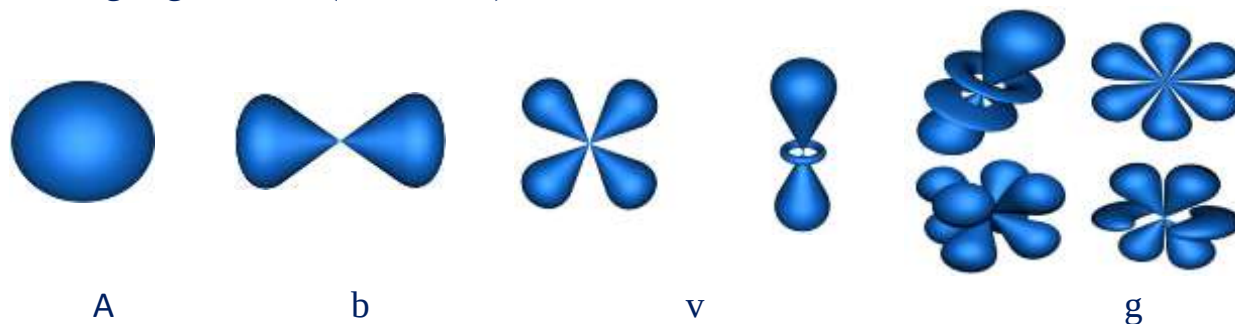
**Orbital kvant son –  $l$ .** Elektronning yadro atrofida harakat ko‘rinishini (izini) ifodalash uchun orbital kvant soni –  $l$  qabul qilingan. Orbital kvant sonining qiymati 0 dan boshlanib bosh kvant sonidan bir qiymat kam qabul qiladi va quyidagicha ifodalanadi:  $l=n-1$ .

$$n = 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; \dots \qquad l = 0 ; 1 ; 2 ; 3 \dots$$

Orbital kvant soni elektron orbital harakati miqdorining momentini ifodalaydi:

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

$l$  – ning har bir qiymatiga elektron bulutining ma'lum bir ko'rinishi mos keladi va bo'larni elektron orbitallar deyiladi. Bu orbitallarni lotincha s, p, d, f harflari bilan belgilanadi. Atom orbitallari energiyasi, o'lchami, shakli va yadroga nisbatan joylashishi bilan bir-biridan farq qiladi. Kvant-mexanik hisoblar bo'yicha s – orbitallar shar shaklida, p – orbitallar gantel shaklida, d–orbitallar ular xarakterlaydigan kvant sonlarga bog'liq ravishda turli xil shakllarda va f–orbitallar to'rt turdagi shakllarga ega bo'ladi ( 3.5– rasm)



**3.5– rasm. Elektron orbitalari shakllari:** a) s– orbital, b) p – orbital, v) d– orbital, g) f – orbital.

Umuman,  $n$ ,  $l$  va unga mos keluvchi orbitllarni quyidagicha tasvirlash mumkin.

| Bosh kvant soni, $n$ | Orbital kvant soni, $l$ | Orbitalning belgisi |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1                    | 0                       | 1s                  |
| 2                    | 0, 1                    | 1s, 2p              |
| 3                    | 0, 1, 2                 | 3s, 3p, 3d          |

**Magnit kvant son** –  $m_l$ . Bu kvant soni elektron orbitallarning (bulutlarining) biror aniq (masalan fazoning z–o'qi) yo'nalishiga nisbatan proeksiyalari sonini yoki elektron bulutining fazoda qanday joylashganligini ko'rsatadi. Magnit kvant soni orbital kvant sonining  $-l$  dan to  $+l$  gacha qiymatlarini qabul qiladi. Boshqacharoq aytganda magnit kvant soni har bir energetik pog'onadagi elektron orbitallarga to'g'ri keluvchi energetik yacheykalar sonini bildiradi. Har bir elektron qavatdagi yacheykalar soni shu elektron qavatga tegishli bosh kvant sonining kvadratiga  $n^2$  ga teng. Masalan: 1– qavatda nechta energetik yacheyka bo'lishini hisoblaylik: ( $n=1$ ) bo'lgani uchun  $1^2 = 1$  bo'ladi, ya'ni birinchi qavatda faqat 1 ta yacheyka bo'lib, unda ko'pi bilan 2 ta elektron joylashishi mumkin. Ikkinchi elektron qavatda ( $n=2$ )  $2^2 = 4$  ta energetik yacheyka bo'lib, ulardan 1 tasi s, 3 tasi p ( $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ ) yacheykalardir.

**Spin kvant son** –  $m_s$ . Elektron yadro atrofida aylanib yuradi, shu bilan bir vaqtda elektron o'z o'qi atrofida ham aylanma harakatda bo'ladi. Elektronning o'z o'qi atrofida qaysi tomonga (soat millari yo'nalishi bo'yicha yoki soat millari yo'nalishiga teskari) harakatlanishini ko'rsatuvchi kattalik spin kvant soni deyiladi. Agar elektron o'z o'qi atrofida soat millari yo'nalishi bo'ylab harakatlansa, uning spin kvant soni  $m_s = +1/2$ , agar teskari yo'nalishda bo'lsa  $m_s = -1/2$  ga teng bo'ladi. Ko'pchilik hollarda elektronlarni ularning spinlar orqali ham belgilanadi. Agar elektronning spin kvant soni  $+1/2$  ga teng bo'lsa, uni ( $\uparrow$ ) holda belgilab, to'g'ri spinli elektron deyiladi. Agar  $-1/2$  ga teng bo'lsa, ( $\downarrow$ ) holda belgilanib, uni teskari spinli elektron deyiladi. Elektronlar bir

yacheykada joylashganda o'z spinlarini juftlashtirgan holda joylashadilar. Bunday elektronlar juftlashgan spinli ( $\uparrow\downarrow$ ) elektronlar deyiladi. Agar elektronlarning spinlari ( $\uparrow$ ) yoki ( $\downarrow$ ) holda bo'lsa bular toq spinli elektronlar deyiladi, odatda toq spinli elektronlar boshqa–boshqa elektron yacheykalarda joylashadilar.

### 3.4. Pauli prinsipi. Gund va Klechkovski qoidalari

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

**Puli prinsipi.** O'ta kichik o'lchamga ega bo'lgan, bevosita ko'z bilan bilan ko'rib bo'lmaydigan, unda sodir bo'ladigan jarayonlarni makroskopik masshtabga ega bo'lgan qurilma–asboblarni yordamidagina ko'ra olish, o'rganish olish imkoniyatiga ega bo'lgan va mikroduyo deb ataluvchi atomlar dunyosining ichki tuzulishi benihoya murakkab ekanligi bizga ayondir. Har holda makroskopik asboblarni yordamida mikroduyo jarayonlari to'g'risida ma'lum bir axborotlar olib turilgan. Bunday jarayonlardan biri tashqi elektr maydoniga kiritilgan yoki issiqlik berish yo'li bilan uyg'otilgan atomlarning nurlanishini misol tariqasida qarash mumkin. Bunday nurlanish albatta atomning aniq bir xossasini o'rganish atom ichki tuzilishi to'g'risida malum bir ma'lumot olish mumkin bo'ladi. Shunday qilib, turli atomlar nurlanishning optik spektrlarini o'rganish va ularni tabaqalash muhim ahamiyat kasb etgan. Bunday o'rganishlar asta–sekinlik bilan bu spektrlar xarakteridagi ayrim umumiy va empirik qonuniyatlarni aniqlash imkoniyatlarini bergan. Avvalo ayrim elementlarga yoki turli elementlarga tegishli spektrlar turkumlari mavjudligi aniqlangan.

Yuqorida ta'kidlanganidek, atomdagi elektronlarning murakkab harakatlarini to'rtta kvant soni (bosh kvant soni, orbital kvant soni, magnit kvant soni va spin kvant soni) bilan tavsiflash mumkin. Ammo bu kvant sonlari elektronlarning atomda qanday taqsimlanganligi to'g'risida mukammal tasavvur bera olmaydi, chunki elektronlar atomda o'zaro har qanday sonda guruhlanishi mumkin.

Nazariyotchi fizik Volfgang Ernst Pauli 1925 yilda elementlarning spektrlari tahliliga asoslanib va shu elementlarning davriy sistemada joylanishini nazarda tutib, kvant sonlarining real borliqqa to'g'ri keladigan guruhlarini tanlab olishga imkon beruvchi umumiy prinsipni topdi. Ushbu prinsipga ko'ra, *bir atomda to'rttala kvant sonining qiymati mos ravishda bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas*. Agar bir atomda  $n$ ,  $l$  va  $m$  kvant sonlarining qiymati bir–birinikiga teng ikkita elektron bo'lsa, ular to'rtinchi spin kvant son  $m_s$  spinlari qarama–qarshi yo'nalishga ega bo'lishi bilan farq qiladi. Masalan, kvant soni 1 bo'lgan birinchi energetik darajada ( $n=1$ ;  $l=0$ ;  $m=0$ ) o'z spinlari bilan bir–biridan farq qiladigan faqat 2 ta elektron bo'la oladi.

Kvant soni 2 bo'lgan ikkinchi energetik darajada, s holatida, ya'ni s–orbitada ( $l=0$ ;  $m=0$ ) spinlari qarama–qarshi bo'lgan ikkita elektron va p holatlarida, ya'ni p–orbitalarda ( $l=1$ ,  $m=-1, 0, +1$ ) har qaysisida ikkitadan elektron bo'ladi. Shunday qilib, ikkinchi energetik darajada hammasi bo'lib, 8 ta elektron bo'la oladi.

Bosh kvant soni  $n=3$  bo'lganda yordamchi (orbital) kvant soni ( $l$ ) ning qiymatlari 0, 1 va 2 (s, p va d) bo'lishi mumkin, yordamchi kvant sonining bu qiymatlariga  $m$  ning quyidagi qiymatlari muvofiq keladi:

$$l=0 \text{ bo'lganda} \qquad m=0$$

$$l = 1$$

$$m = -1, 0, +1$$

$$l = 2$$

$$m = -2, -1, 0, +1, +2$$

$m$  ning har qaysi vaziyatida ikkitadan elektron bo'lganligi uchun,  $n=3$  ga muvofiq keladigan uchinchi energetik darajada hammasi bo'lib 18 ta elektron joylanishi mumkin.

To'rtinchi energetik darajada ( $n=4$ ) ko'pi bilan 32 ta elektron bo'lishini xuddi yuqoridagi usul bilan hisoblab chiqish qiyin emas. Ayni energetik daraja ( $n$ ) da bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlarning eng ko'p soni  $N$ , Pauli prinsipiga muvofiq, quyidagi formula  $N = 2n^2$  bilan aniqlanadi.

**Bosh kvant soni, orbitallarning turi va soni hamda pog'onacha va pog'onalaridagi elektronlarning maksimal soni**

| Energetik<br>pog'ona, $n$ | Pog'onachalar soni<br>( $n$ ga teng) | Orbitallar | Orbitallar soni |                            | Elektronlarning<br>maksimal soni |                  |
|---------------------------|--------------------------------------|------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|------------------|
|                           |                                      |            | pog'onachada    | pog'onada $n^2$<br>ga teng | pog'onachada                     | pog'onada $2n^2$ |
| 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                               |                  |

**Klechkovski qoidalar.** Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi (energiyaning afzallik qoidasi). Buni Klechkovski taklif qilgan quyidagi qoida asosida tushuntirish mumkin. Bu qoida ikki qismdan iborat:

a) atomlarda elektronlarning orbitallar bo'yicha taqsimlanishida har ikki holat uchun  $n+l$  yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda energiya kichik qiymatga ega bo'ladi, natijada shu orbital elektronlar bilan to'ladi ( $n$  – bosh kvant soni,  $l$  – orbital kvant sonlari);

b) agar bu ikkala holat uchun  $(n+l)$  yig'indi qiymat jixatidan teng bo'lsa, u holda  $n$ –qiymati kichik bo'lgan orbital elektronlar bilan to'ladi.

Bu qoidalarni quyida keltirilgan ma'lumotlar asosida tushuntirish mumkin:

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

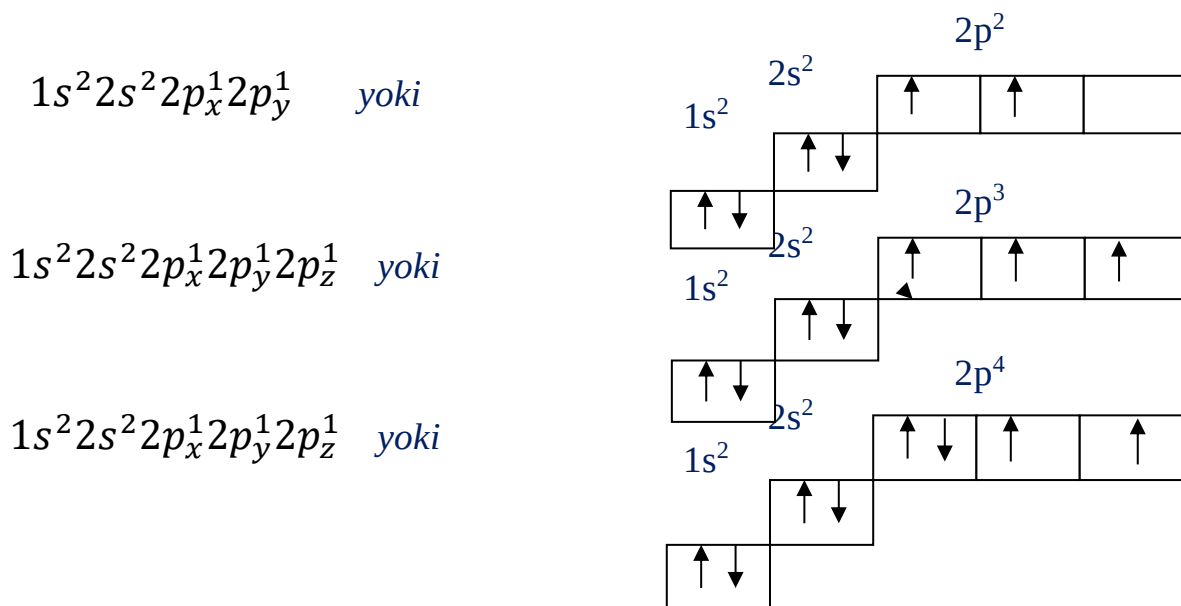
Jadvaldagi yig'indi qiymatlariga asoslanib atomda elektronlarni quyidagi tartibda taqsimlash mumkin:



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

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

**Gund qoidasi.** Energiyalari bir xil bo'lgan orbitalalarda elektronlar shunday tartibda joylashadiki, natijada spinlar yig'indisi maksimal qiymatga ega bo'ladi. Buning sababi shundaki, manfiy zaryadli elektronlar bir-biridan qochadi, imkoni bo'lsa, turli yacheykalarni band qilishga intiladi. Gund qoidasi nazarga olinganida uglerod (1), azot (2), kislorod (3) atomlarining elektron konfiguratsiyalari quyidagicha tavsiflanadi:



Yuqoridagi elektron konfiguratsiyalarda  $2p_x$ ,  $2p_y$ ,  $2p_z$  simvollarini bilan  $2p$ -orbitalning fazoda x, y, z o'qlaridagi yo'nalishi ko'rsatilgan. Elektronlarning Pauli prinsipi, Klechkovski va Gund qoidalariga muvofiq atomlardagi orbitalalar bo'yicha to'lib borishiga qarab, hamma elementlar to'rtta s, p, d, f oilaga bo'linadi.

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

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

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

**f – oilani** lantanoidlar va aktinoidlar tashkil qiladi, ular atomlarining tashqaridan 2 ta oldingi f orbitalida 1 tadan 14 tagacha f – elektronlar, ya'ni  $f^1$ – $f^{14}$  elektronlar bo'ladi.

### 3.5. Kimyoviy bog'lanishning vujudga kelishi

Hozirda fanga millionlab kimyoviy moddalar ma'lum. Har qanday kimyoviy modda–atomlar va ularning birikishidan hosil bo'lgan kristallar, molekulalar va ionlardan tashkil topgan materiyadir. Bularda atomlar bir-birlari bilan ma'lum turdagi bog'lanishlar (kuchlar) vositasida birikadilar. Bu bog'lanishlar yuzaga kelish



mexanizmi, tabiati ularda ishtirok etuvchi zarrachalarning turlariga ko'ra bir necha xil bo'ladi.

Kimyoviy bog'lanishlarga va ularning hosil bo'lishiga atomlarning elektron tuzilishi nuqtai-nazaridan qarash lozim. Chunki kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi asosiy vosita – elektronlar va elektron bulutlaridir. Umuman har qanday kimyoviy bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar tashqi (va tashqidan oldingi) elektron qavatdagi bir yoki bir necha elektron bulutlarining yadrolar o'rtasida qayta taqsimlanishi (bir-birini o'zaro qoplanishi) natijasida hosil bo'luvchi ko'p yadroli va ko'p elektronli sistemadir. Shu nuqtai nazardan kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limotlarni o'rganish hozirgi zamon kimyosining asosiy masalalaridan biridir. Bu ta'limotni bilmay turib kimyoviy birikmalarning turli-tumanligi sabablarini, ularning hosil bo'lish mexanizmini, tuzilishini va reaksiyaga kirisha olish xususiyatini to'la tushunib bo'lmaydi.

Molekulada atomni tutib turadigan kuchlarning yig'indisiga *kimyoviy bog'lanish* deyiladi.

Hozirgi vaqtda molekulalarda element atomlarining qanday bog'langanligi quyidagicha tushuntiriladi: *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 guruhcha elementlari tashqi qavat elektronlari bilan, yonaki guruhcha elementlari tashqi va tashqidan oldingi ikkinchi qavat elektronlari bilan kimyoviy bog'lanishda ishtirok etishi mumkin.

Ularning maksimal sonini elementning davriy sistemadagi joylashgan o'rnidan, ya'ni guruh raqamidan bilish mumkin (ayrim elementlar bundan 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.

*Elektromanfiylik – molekuladagi atomlarning o'ziga elektron tortib turish qobiliyatidir.*

Ayni elementning taqribiy elektromanfiyligi (EM) uning elektronga moyilligi  $E$  bilan ionlanish energiyasi ( $I$ ) yig'indisiga (yoki uning yarmiga)

teng:  $EM = E + I$  yoki  $EM = \frac{E + I}{2}$

Gazsimon fazada bo'lgan normal holatdagi atomdan bir elektronni batamom chiqarib yuborish uchun zarur bo'lgan minimal energiya miqdori *ionlanish energiyasi* deyiladi. Element atomi bir elektron biriktirib olganda ajralib chiqadigan energiya miqdori ayni elementning *elektronga moyilligi* deb ataladi.

### 3.6. Kimyoviy bog'lanish va uning turlari

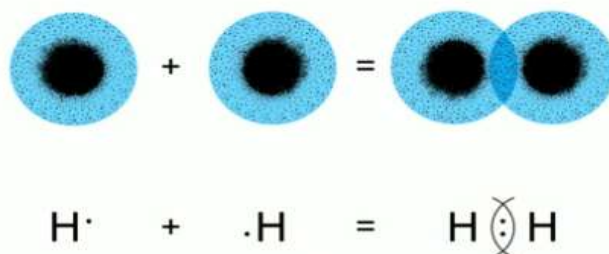
1916 yilda amerika olimi J. Lyuis kimyoviy bog'lanish bir vaqtning o'zida ikkala atomga tegishli bo'ladigan elektron juftlarining hosil bo'lishi hisobiga vujudga keladi, degan fikrni bildirdi. Bu g'oya hozirgi zamon kovalent bog'lanish nazariyasiga asos

bo'ldi. Shu yilning o'zida nemis olimi V. Kossel quyidagi fikrlarni bildirdi: o'zaro ta'sir etuvchi ikki atomdan biri elektron berib, ikkinchisi elektron biriktirib oladi; bunda birinchi atom musbat zaryadlangan ionga, ikkinchisi esa manfiy zaryadlangan ionga aylanib qoladi; hosil bo'lgan qarama-qarshi zaryadli ionlarning o'zaro elektrostatik tortilishi barqaror birikma hosil bo'lishiga olib keladi. Bu fikr ion bog'lanish haqidagi hozirgi zaman tasavvurlarini yaratilishiga olib keldi. Elektron nazariya asosida atomlararo ikki xil bog'lanish mavjudligi aniqlandi. Birinchi xil bog'lanishda molekula zaryadlanmagan zarrachalardan iborat bo'ladi. Bu xil bog'lanish *kovalent bog'lanish* deb yuritiladi. Ikkinchi xil bog'lanishda molekula qarama-qarshi elektr bilan zaryadlangan ionlardan iborat bo'lib, bu bog'lanish *ion bog'lanish* deb ataladi.

**Kovalent bog'lanish.** Kovalent bog'lanish, asosan, metalmas atomlari orasida vujudga keladi. Atomlarning o'zaro bir yoki bir necha elektron juftlik hosil qilishi natijasida vujudga keladigan bog'lanish *kovalent bog'lanish* deyiladi. Kovalent bog'lanish tabiatiga ko'ra 2 xil bo'ladi: qutubsiz va qutubli kovalent bog'lanishlar.

Elektromanfiylik qiymati jixatidan o'zaro teng bo'lgan element atomlari o'rtasida vujudga kelgan bog'lanish *qutbsiz kovalent bog'lanish* deyiladi. Qutbsiz kovalent bog'lanish asosan bir xil atomlar orasida vujudga keladi. Bunda umumlashgan elektron jufti xech qaysi atom tomon siljimagan bo'ladi, chunki har ikkala atomning o'ziga elektronni tortish qobiliyati, ya'ni elektromanfiyligi bir xil bo'ladi.

Kovalent bog'lanishning bu turini bir necha moddalarda kuzatish mumkin. Har birida bittadan elektron bo'lgan ikki vodorod atomi o'zaro yaqinlashganda vodorod molekulasini (H<sub>2</sub>) hosil qiladi (3.7–rasm). Bu jarayon quyidagicha ifoda qilinadi:

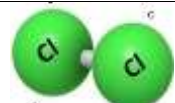
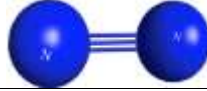


### 3.7–rasm. Vodorod molekulasining hosil bo'lishi

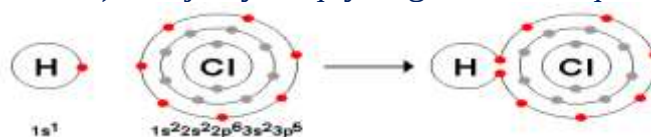
Har qaysi atomning umumiy juft uchun beradigan elektroni sxemada nuqta bilan tasvirlangan. Vodorod molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida joylashishi natijasida barqaror konfiguratsiya hosil bo'lishga olib keladi. Bunda atomlar o'rtasida hosil bo'lgan umumlashgan elektron juftlik har ikkala atom yadrolaridan bir xil uzoqlikda joylashadi. Shuningdek qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalarga, vodorod bilan birga O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> singari oddiy moddalarni hamda ayrim murakkab moddalarni CH<sub>4</sub>, CS<sub>2</sub> misol qilib keltirish mumkin.

#### Kutibsiz kovalent bog'lanishli moddalar

| №  | Modda nomi | Formulasi      | Molekulaning tuzilish |
|----|------------|----------------|-----------------------|
| 1. | Vodorod    | H <sub>2</sub> |                       |

|    |                    |                 |                                                                                     |
|----|--------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Kislorod           | O <sub>2</sub>  |  |
| 3. | Xlor               | Cl <sub>2</sub> |  |
| 4. | Azot               | N <sub>2</sub>  |  |
| 5. | Uglerod (IV) oksid | CO <sub>2</sub> |  |

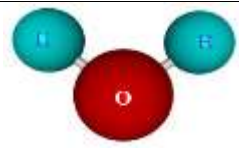
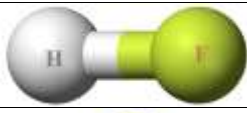
Elektromanfiylik qiymatlari jixatidan bir–biridan oz farq qiladigan element atomlari orasida vujudga kelgan bog‘lanish *qutbli kovalent bog‘lanish* deyiladi. Kovalent bog‘lanishning bu turini ham bir necha moddalarda kuzatish mumkin. Vodorod xlorid molekulasi hosil bo‘lishi, bog‘lanishning bu turiga yaqqol misol bo‘lishi mumkin (3.8–rasm). Bu jarayon quyidagicha ifoda qilinadi:

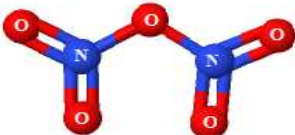


### 3.8-rasm. Vodorod xlorid molekulasi hosil bo‘lishi

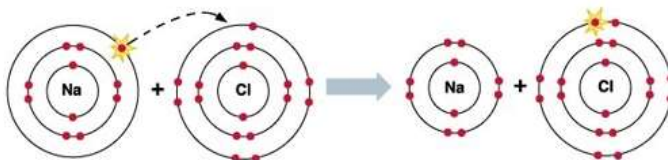
Bunda atomlar o‘rtasida hosil bo‘lgan umumlashgan elektron juftlik elektromanfiyligi kuchliroq element ya‘ni xlor atomi tomon siljigan bo‘ladi, natijada molekulani bir tomonida musbat qutb, ikkinchi tomonida manfiy qutb (dipol) vujudga keladi. Molekula qutbli bo‘ladi. Qutbli kovalent bog‘lanishli birikmalarga vodorod xlorid molekulasi bilan bir qatorda quyidagi jadvalda keltirilgan birikmalarni misol qilib keltirish mumkin:

#### Kutibli kovalent bog‘lanishli moddalar

| №  | Modda nomi     | Formulasi        | Molekulaning tuzilish                                                                 |
|----|----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Suv            | H <sub>2</sub> O |  |
| 2. | Ammiak         | NH <sub>3</sub>  |  |
| 3. | Vodorod ftorid | HF               |  |
| 4. | Vodorod sulfid | H <sub>2</sub> S |  |

|    |                |          |                                                                                     |
|----|----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Azot (V) oksid | $N_2O_5$ |  |
|----|----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|

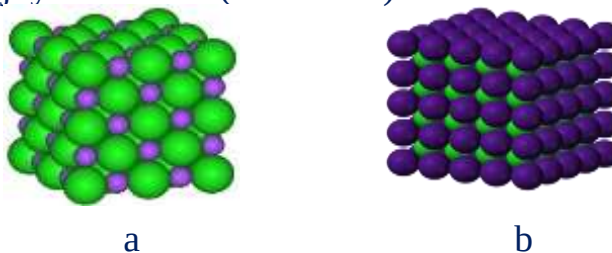
**Ionli bog‘lanish.** Ionli bog‘lanish elektromanfiylik qiymatlari bir–biridan keskin farq qiladigan element atomlari (odatda, metall va metalmas atomlari) o‘rtasida vujudga keladi. Bunda elektromanfiyligi kuchli element atomi elektromanfiyligi kuchsiz element atomidan elektronni tortib oladi va ular qarama–qarshi zaryadli ionlarga aylanadi. Bu ionlar o‘zaro elektrostatik tortishish kuchlari yordamida o‘zaro birikadi. Bu bog‘lanish turini natriy va xlor elementlarining birikib, natriy xlorid tuzi hosil qilishi misolida ko‘rib chiqaylik. Natriy atomi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  elektron konfiguratsiyaga ega bo‘lib, reaksiyada faqat  $3s^1$  elektronini xlor atomiga beradi va musbat zaryadlanadi. Xlor atomi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  elektron konfiguratsiyaga ega bo‘lib, tashqi elektron qobig‘ini to‘lishi uchun bitta elektron yetishmasligi hamda elektromanfiylik qiymati yuqoriligi munosabati bilan natriydan elektronini tortib oladi va manfiy zaryadlanadi (3.9-rasm).



### 3.9-rasm. Natriy xlorid molekulasining hosil bo‘lishi

Ion bog‘lanishli moddalarga natriy xlorid bilan bir qatorda kalsiy xlorid– $CaCl_2$ , ammoniy xlorid– $NH_4Cl$ , Seziy xlorid– $CsCl$  tuzlarini misol qilib keltirish mumkin.

Ion bog‘lanish yo‘naluvchanlik va to‘yinuvchanlik xossalariga ega bo‘lmaganidan, har qaysi ion atrofida maksimal miqdorda unga teskari zaryadli ionlar bo‘ladi. Ionlarning maksimal miqdori kation va anionlar radiusining bir–biriga nisbatan katta–kichikligiga bog‘liq. Masalan,  $Na^+$  atrofida eng ko‘pi bilan 6 ta xlor,  $Cs^+$  atrofida esa 8 ta Cl ionlari joylasha oladi (3.10-rasm).



### 3.10–rasm. Ion bog‘lanishli moddalarning kristall tuzilishi: a) natriy xlorid, b) seziy xlorid

Ion bog‘lanish yo‘naluvchanlik va to‘yinuvchanlik xossalarini namoyon qilmasligi tufayli, bitta musbat va bitta manfiy iondan iborat ion bog‘lanishli molekullar odatdagi sharoitda yakka–yakka mavjud bo‘la olmaydi, ular birlashib juda ko‘p ionlardan tarkib topgan gigant molekula kristallni hosil qiladi.

**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 harorat-larining yuqori bo‘lishi, metall sirtidan yorug‘lik va tovushning qaytishi, ulardan issiqlik va elektr tokining yaxshi o‘tishi,

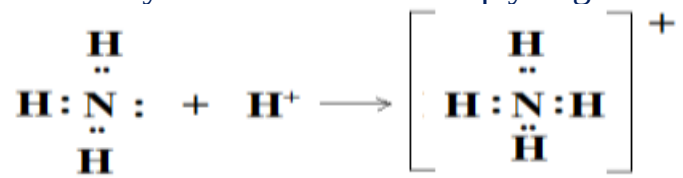
zarba tasirida yassilanishi kabi xossalar metallarning eng muhim fizik xossalaridandir. Bu xossalar faqat metallarga mansub bo'lgan metall bog'lanish mavjudligi bilan tushuntiriladi.

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 bironta 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

**Donor – akseptorli bog'lanish.** Kovalent bog'lanishning boshqacha donor – akseptorli mexanizmlari ham bo'lishi mumkin. Bunday kimyoviy bog'lanish bitta atomning ikki elektroni bilan boshqa atomning erkin orbitali hisobiga vujudga keladi. Misol tariqasida ammoniy ioni  $\text{NH}^+$  ning hosil bo'lish mexanizmini ko'rib chiqamiz. Ammiak molekulasida azot atomining bo'linmagan elektron jufti bo'ladi. Uni quyidagicha ko'rinishlarda tasvirlash mumkin:



Vodorod ionidagi to'lmagan bo'sh  $1s$  orbitalini  $\text{H}^+$  deb belgilaymiz. Ammoniy ioni hosil bo'lishida azotning ikki elektronli buluti azot bilan vodorod atomlari uchun umumiy bo'lib qoladi. Ammoniy ioni hosil bo'lishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Ammoniy ioni hosil bo'lishida azotning elektron jufti azot va vodorod atomlari uchun umumiy bo'lib qoladi, ya'ni molekulyar elektron bulutga aylanadi. Vodorod ionining zaryadi umumiy bo'lib qoladi (u delokallashgan, ya'ni barcha atomlar orasida tarqalgan). Bo'linmagan elektron juftini beradigan atom *donor*, uni biriktirib oladigan (ya'ni bo'sh orbital beradigan) atom *akseptor* deyiladi.

Bir atomning (donorning) ikki elektronli buluti va boshqa atomning (akseptorning) bo'sh orbitali hisobiga kovalent bog'lanish hosil bo'lish mexanizmi donor akseptorli mexanizm deyiladi.

Donor–akseptorli kovalent bog'lanishli birikmalarga quyidagi jadvalda keltirilgan moddalarni misol qilib keltirish mumkin:

#### Donor–akseptorli kovalent bog'lanishli birikmalar

| №  | Modda nomi       | Formulasi              |
|----|------------------|------------------------|
| 1. | Ammoniy xlorid   | $\text{NH}_4\text{Cl}$ |
| 2. | Gidroksoniy ioni | $\text{H}_3\text{O}^+$ |

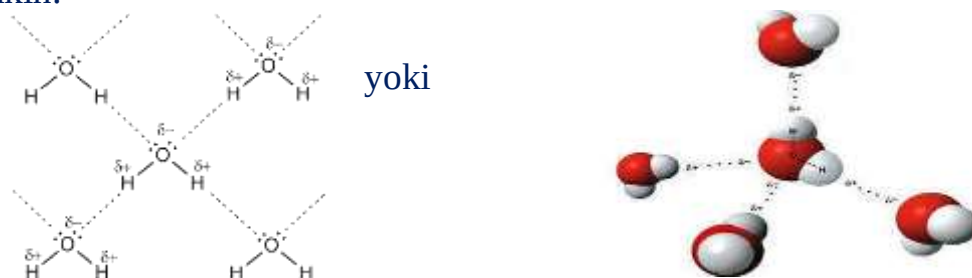


|    |                       |                      |
|----|-----------------------|----------------------|
| 3. | Sariq qon tuzi        | $K_4[Fe(CN_6)]$      |
| 4. | Is gazi               | CO                   |
| 5. | Natriy kremniy ftorid | $Na_2[SiF_6]$        |
| 6. | Mis kuporosi          | $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ |
| 7. | Kaliy nitrat          | $KNO_3$              |
| 8. | Azot (V) oksid        | $N_2O_5$             |
| 9. | Nitrat kislota        | $HNO_3$              |

**Vodorod bog‘lanish.** Yuqorida ko‘rib o‘tilgan ion, kovalent, metall, donor – akseptor kabi bog‘lanishlar kimyoviy bog‘lanishning asosiy turi hisoblanadi. Atom va molekulalar orasida bu xil bog‘lanishlardan tashqari yana ikkinchi darajali bog‘lanish turi – vodorod bog‘lanish ham mavjud. Molekula tarkibidagi vodorod atomining bo‘sh orbitali va ikkinchi molekula tarkibidagi boshqa atomining elektron jufti hisobiga yuzaga keladigan bog‘lanish *vodorod bog‘lanish* deyiladi.

Nima sababdan faqat vodorod atomi ana shunday alohida kimyoviy bog‘lanish hosil qiladi degan savol tug‘ilishi mumkin. Buning sababi, vodorod atomining radiusi nihoyatda kichik ekanligida, deb javob bersa bo‘ladi. Undan tashqari, vodorod atomi o‘zining elektronini siljitsa yoki batamom yo‘qotsa, u nisbatan yuqori musbat zaryadga ega bo‘ladi va ana shu musbat zaryad hisobiga, qisman manfiy zaryadga ega bo‘lgan va boshqa molekula ( $HF$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ )lar tarkibiga kirgan elektrmanfiy element atomi bilan o‘zaro ta‘sirlashadi.

Vodorod bog‘lanishga misol sifatida suv molekulasini ko‘rib chiqaylik. Odatda suv tarkibini kimyoviy formula  $H_2O$  bilan tasvirlaymiz. Lekin bunday ifodalashimiz u qadar to‘liq emas. Suvning tarkibini  $(H_2O)_n$  formula bilan ifodalasak, to‘g‘ri bo‘lar edi (bu yerda  $n = 2, 3, 4$  va hokazo). Buning sababi shundaki, suvda ayrim molekulalar bir-biri bilan vodorod bog‘lanishlar orqali birikkan bo‘ladi. Buni quyidagicha tasvirlarda ko‘rish mumkin:



Vodorod bog‘lanishni nuqtalar shaklida tasvirlash qabul qilingan. By bog‘lanish ion va kovalent bog‘lanishlarga qaraganda anchagina kuchsizligi (taxminan 15–20 marta) ko‘rsatiladi.

Temperatura pasayganda suv hajmining kattalashishi vodorod bog‘lanish mavjudligi bilan tushuntiriladi. Buning sababi shundaki, temperatura pasayganda suv molekulalari assotsilanadi. Natijada molekulyar „uyumlar“ ning zichligi kamayadi.

### 3.7. Kimyoviy elementlar valentligi va oksidlanish darajasi.

Atomning (elementning) valentligi ham kimyoning asosiy tushunchalari qatoriga kiradi. U elementlar atomlarining kimyoviy bog‘lanishlar hosil qilish xususiyatini ko‘rsatadi.



Atom massa ekvivalentga teng bo‘ladi yoki ekvivalentdan bir necha marta ortiq bo‘ladi. Atom massaning ekvivalentdan necha marta ortiq ekanligini ko‘rsatuvchi son valentlikdir, valentlik  $V$  harfi bilan belgilanadi.

$V = \frac{A}{E}$  bu yerda:  $V$ – element valentligi,  $A$  – elementning atom massasi,  $E$  – elementning ekvivalent massasi.

Valentlik quyidagicha ta‘riflanadi: *elementning bir atomiga necha atom vodorod birikishi yoki almashinishini ko‘rsatadigan son shu elementning valentligi deb ataladi.*

Bir atom kislorod ikki atom vodorod bilan birikadi, demak kislorod ikki valentlidir. Elementlarning valentliklarini faqat vodorod orqali emas, kislorod orqali ham aniqlash mumkin. Vodorod va ishqoriy metallar hamisha bir valentli, kislorod va ishqoriy yer metallar esa ikki valentli, alyuminiy hamisha uch valentli bo‘ladi. Bu elementlar o‘zgaras valentli elementlar deyiladi.

Ammo ba‘zi elementlar borki, ularning valentliklari birikuvchi elementlarning tabiatiga va reaksiya sharoitiga qarab o‘zgaradi.

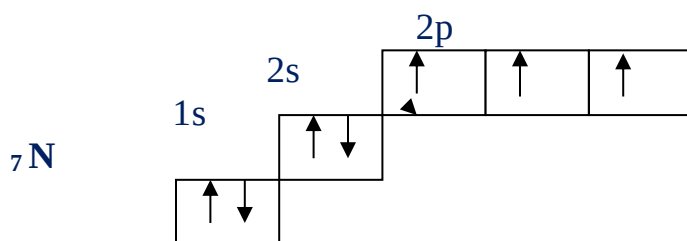
Masalan: Mis qizdirilganda, sharoitga qarab ba‘zan bir valentli bo‘lib  $\text{Cu}_2\text{O}$  hosil qiladi, ba‘zan esa ikki valentli bo‘lib  $\text{CuO}$  hosil qiladi. Demak, mis bir valentli ham, ikki valentli ham bo‘lishi mumkin, shuningdek N, P, As va galogenlar va boshqa ko‘pgina metallar o‘zgaruvchan valentli elementlardir.

Xlor o‘z birikmalarida 1, 3, 5, 7 valentli bo‘la oladi. Davriy sistemaning VIII–guruhidagi inert gazlarning valentliklari nolga teng. Ya‘ni ular bir–biri bilan va boshqa elementlar bilan birikmaydi.

Atom hosil qila oladigan bog‘lanishlar soni uning juftlashmagan elektronlari soniga teng. Eng oddiy hollarda element atomining valentligi ham unda umumiy elektronlar jufti hosil qilishga ketadigan juftlashmagan elektronlar soni bilan aniqlanadi. Bunda hosil bo‘lgan bog‘lanishlar qutbliligi e‘tiborga olinmaydi, shu sababli valentlikning ishorasi bo‘lmaydi.

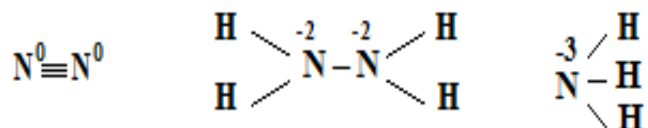
Bog‘lanishlar soni sifatida aniqlanadigan valentlik manfiy bo‘lishi ham, nolga teng bo‘lishi ham mumkin emas.

Buni azot –  $\text{N}_2$ , gidrazin –  $\text{N}_2\text{H}_2$ , nitrat kislota –  $\text{HNO}_3$ , ammiak –  $\text{NH}_3$  misolida ko‘rib chiqamiz. Azot atomi elektronlarning kvant katakchalarida joylashuvi quyidagicha:



Bundan azotning uchta juftlashmagan elektroni bo‘lgani sababli u uchta kimyoviy bog‘lanish hosil qilishi mumkin va uning valentligi 3 ga teng bo‘ladi.

Kovalent bog‘lanishning har qaysi elektron juftini chiziqcha bilan belgilab, struktura formulalarni yoza olamiz:



Bu birikmalarning hammasida azot uch valentli. Lekin azotning oksidlanish darajasi 0, –2, –3 ga teng.  $NH_4^+$  da azot 4 valentli, lekin azotning oksidlanish darajasi –3 ga teng.  $HNO_3$  molekulasida azotning valentligi 4 ga teng. Oksidlanish darajasi +5 ga teng bo‘ladi.

Ayni birikma batamom ionli tuzilishga ega deb faraz qilinganda uning tarkibidagi biror elementning shartli zaryadi uning *oksidlanish darajasi* deb ataladi. Elementlarning oksidlanish darajasini aniqlashda doim kislorodning oksidlanish darajasining – 2, vodorodniki + 1 deb qabul qilinadi. Metall ionlarining oksidlanish darajasi ularning zaryadiga teng deb olinadi. Masalan,  $H_2O$  da vodorodning oksidlanish darajasi + 1, kislorodniki – 2 dir. KJ da kaliyniki + 1, yodniki – 1 ga teng

Kovalent bog‘lanish bo‘lmaydigan birikmalarda atomlarning valentligi haqida gap yuritib bo‘lmaydi, bunda oksidlanish darajasi to‘g‘risida gapirish kerak. Shuning uchun anorganik kimyoda oksidlanish darajasi tushunchasini, organik kimyoda esa valentlik tushunchasini qo‘llagan ma‘qul.

Bunga sabab shuki, ko‘pchilik anorganik birikmalar nomolekulyar tuzilgan, organik birikmalarning ko‘pchiligi esa molekulyar tuzilgan. Quyidagi keltirilgan jadvalda ayrim elementlarning birikmalaridagi valentliklari va oksidlanish darajalari haqida ma‘lumotlar keltirilgan.

### Elementlarning valentligi va oksidlanish darajalari

| T/r. | Element nomi va formulasi |    | Valentligi | Oksidlanish darajasi      | Valent elektronlari             |
|------|---------------------------|----|------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1.   | Vodorod                   | H  | 1          | +1,–1                     | 1s <sup>1</sup>                 |
| 2.   | Litiy                     | Li | 1          | +1                        | 2s <sup>1</sup>                 |
| 3.   | Berilliy                  | Be | 2          | +2                        | 2s <sup>2</sup>                 |
| 4.   | Bor                       | B  | 3          | –3,+3                     | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup> |
| 5.   | Uglerod                   | C  | 2,4        | +4,+3,+2,+1,0,–1,–2,–3,–4 | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup> |
| 6.   | Azot                      | N  | 1,2,3,4    | –3,–2,0,+1,+2,+3,+4,+5    | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> |
| 7.   | Kislarod                  | O  | 2,3        | –1,–2,+2                  | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> |
| 8.   | Ftor                      | F  | 1          | –1                        | 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> |
| 9.   | Natriy                    | Na | 1          | +1                        | 3s <sup>1</sup>                 |
| 10.  | Magniy                    | Mg | 2          | +2                        | 3s <sup>2</sup>                 |
| 11.  | Alyuniniy                 | Al | 2,3        | +3                        | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> |
| 12.  | Kremniy                   | Si | 2,4        | +4,+2,–4                  | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> |
| 13.  | Fosfor                    | P  | 3,5        | –3,–2,+1,+3,+4,+5         | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> |
| 14.  | Oltingugurt               | S  | 2,4,6      | –2,+2,+4,+6               | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> |
| 15.  | Xlor                      | Cl | 1,3,5,7    | –1,+1,+3,+5,+7            | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> |
| 16.  | Kaliy                     | K  | 1          | +1                        | 4s <sup>1</sup>                 |
| 17.  | Kalsiy                    | Ca | 2          | +2                        | 4s <sup>2</sup>                 |
| 18.  | Titan                     | Ti | 2,3,4      | +3,+4                     | 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> |
| 19.  | Vanadiy                   | V  | 2,3,4,5    | +2,+3,+4,+5               | 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> |
| 20.  | Xrom                      | Cr | 2,3,6      | +2,+3,+6                  | 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup> |
| 21.  | Marganes                  | Mn | 2,3,4,6    | +2,+4,+6,+7               | 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup> |

|     |          |    |         |                |                |
|-----|----------|----|---------|----------------|----------------|
| 22. | Temir    | Fe | 2,3     | +2,+3          | $3d^6 4s^2$    |
| 23. | Kobalt   | Co | 2,3,4   | +2,+3          | $3d^7 4s^2$    |
| 24. | Mis      | Cu | 1,2,3   | +1,+2          | $3d^{10} 4s^1$ |
| 25. | Rux      | Zn | 2,      | +2             | $3d^{10} 4s^2$ |
| 26. | Galliy   | Ga | 3       | +3,            | $4s^1 4p^1$    |
| 27. | Germeniy | Ge | 2,4     | +4,-4          | $4s^2 4p^2$    |
| 28. | Mishyak  | As | 3,5     | -3,+3,+5       | $4s^2 4p^3$    |
| 29. | Selen    | Se | 4,6     | -2,+2,+4,+6    | $4s^2 4p^4$    |
| 30. | Brom     | Br | 1,3,5,7 | -1,+1,+3,+5,+7 | $4s^2 4p^5$    |
| 31. | Rubidiy  | Rb | 1       | +1             | $5s^1$         |
| 32. | Stronsiy | Sr | 2       | +2             | $5s^2$         |
| 33. | Sirkoniy | Zr | 4       | +4             | $4d^2 5s^2$    |
| 34. | Kumish   | Ag | 1,2     | +1,+2,+3       | $4d^{10} 5s^1$ |
| 35. | Kadmiy   | Cd | 2       | +2             | $4d^{10} 5s^2$ |
| 36. | Kalay    | Sn | 2,4     | -4,+2,+4       | $5s^2 5p^2$    |
| 37. | Surma    | Sb | 3,5     | -3,+3,+5       | $5s^2 5p^3$    |
| 38. | Tellur   | Te | 2,4,6   | -2,+4,+6       | $5s^2 5p^4$    |
| 39. | Yod      | I  | 1,3,5,7 | -1,+1,+3,+5,+7 | $5s^2 5p^5$    |
| 40. | Bariy    | Ba | 2       | +2             | $6s^2$         |

Ko‘pchilik hollarda element atomining oksidlanish darajasi u hosil qiladigan bog‘lanishlar soniga to‘g‘ri kelmaydi, ya‘ni shu element valentligiga teng emas. Bu ayniqsa, organik birikmalar misolida yaqqol ko‘rinadi. Ma‘lumki, organik birikmalarda uglerodning valentligi 4 ga teng (4 ta bog‘lanish hosil qiladi), lekin uglerodning oksidlanish darajasi metan  $CH_4$  da -4, metanol  $CH_3OH$  da -2, formaldegid  $CH_2O$  da 0, chumoli kislota  $HCOOH$  da +2, karbonat angidrid  $CO_2$  da +4 ga teng bo‘ladi.

### Nazorat uchun savollar

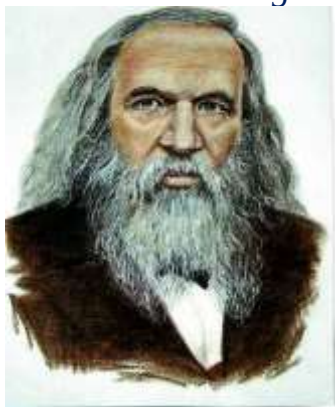
1. Atom qanday zarralardan tarkib topgan?
2. Bor nazariyasi va uning postulatlarini tushuntirib bering.
3. Izotop va izobarlar nima?
4. Izoton nima?
5. Bosh kvant son va orbital kvant son nimani ifodalaydi?
6. Spin kvant son va magnit kvant son nimani ifodalaydi?
7. Pauli prinsipini tushuntiring.
8. Gund va Klechkovski qoidalarini izohlang
9. Bir elektron pog‘onadagi pog‘onachalar sonini qanday aniqlash mumkin?
10. Kimyoviy bog‘lanish nima va u qanday hosil bo‘ladi?
11. Kimyoviy bog‘ qanday xarakteristikaga ega?
12. Kimyoviy bog‘lanishning qanday turlari mavjud?
13. Kovalent bog‘lanishning xossalari nima? tushuntiring.
14. Donor–akseptor bog‘i qanday hosil bo‘ladi?
15. Vodorod bog‘lanishni izohlang.
16. Ion bog‘lanish va uning xususiyatlari nimadan iborat?
17. Valentlik va oksidlanish darajasi bir–biridan qanday farqlanadi?

## 4-BOB. ELEMENTLARNING DAVRIY QONUNI VA SISTEMASI

### 4.1. Kimyoviy elementlar davriy sistemasi

XIX asr boshlarida elementlarni alohida sinflarga ajratish mumkin emas edi. Chunki ularning soni juda ham kam bo'lganligi bilan bir qatorda atom massasi, fizik va kimyoviy xossalarning ma'lum qonuniyat asosida o'zgarishi hali to'liq o'rganilmagan edi. Ilmiy izlanishlar natijasida yangidan - yangi elementlar kashf etilishi bilan bir qatorda ularning xossalari, atomlarining tuzilishi o'rganib borildi, ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy guruhlariga o'xshash elementlar guruhlari aniqlana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqida to'plangan ma'lumotlar kimyogarlar oldida barcha elementlarni sinflarga ajratish vazifasini qo'ydi. A.Lauaze (1789-yil), Bertsellius (1812-yil), Debereyner (1817-yil), Gmelin (1843-yil), Pettenkofer (1850-yil), Dyuma (1850-yil), De-Shankurtua (1862-yil), Nyulends (1863-yil), Meer (1869-yil) va boshqa olimlar elementlarni sinflarga ajratishga urinib ko'rdilar. Ammo xech kim elementlar orasida mavjud bo'lgan o'zaro uzviy bog'lanish borligini aniq ko'rsata olmadi. Jumladan, J. Nyulends 1863 yilda elementlarni atom og'irliklari ortib borishi tartibida ketma-ket joylashtirib, har qanday elementdan hisoblaganda sakkizinchi element birinchi elementning xossalari, musiqadagi sakkizinchi notaga o'xshash, ma'lum darajada takrorlashini topdi. Nyulends bu qonuniyatni "Oktavalar qonuni" deb atadi va unga asoslanib, o'ziga ma'lum elementlarni guruh (sakkizlik)larga bo'lishga urinib ko'rdi. 1864 yilda L. Meyer kimyoviy elementlarni valentliklariga qarab olitga guruhga bo'ldi va elementlarni kimyoviy o'xshashliklari asosida guruhga bo'lishdan nariga o'tilmadi.

Kimyoviy elementlarni yagona sistemaga keltirish masalasini faqatgina D.I.Mendeleyev muvaffaqiyatli hal qildi. U 1869 yilda davriy qonunni kashf etdi va shu asosda kimyoviy elementlar davriy sistemasini yaratdi. D.I.Mendeleyev o'zi yaratgan davriy qonunni quyidagicha ta'rifladi: *oddiy moddalarning (elementlarning) xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom massalarining ortib borishiga davriy ravishda bog'liqdir.*



**Dmitriy Ivanovich  
Mendeleyev  
(1834-1907)**

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

quyidagicha ta'riflanadi: *"Elementlarning xossalari, hamda ular hosil qilgan oddiy va murakkab moddalarning xossalari elementlarning atom yadrolari zaryadlarini ortib borishiga davriy ravishda bog'liqdir"*.

## 4.2. Davriy sistemaning tuzilishi

Elementlar davriy sistemasi davriy qonunning grafik ifodasidir. Bu sistema davr va guruhlariga bo'linadi.

Hozir davriy sistemada 118 ta element bo'lib, ular yettita davr, o'nta qator va sakkizta guruhga joylashtirilgan. Davrlarning har biri katta va kichik davrlarga bo'linadi. I, II, III davrlarning har biri faqat bir qatordan tuzilgan bo'lib, ular kichik davrlar, IV, V, VI va VII davrlarning har biri ikki qatordan tuzilgan bo'lib, ular katta davrlar hisoblanadi. Birinchi davrdan boshqa hamma davrlar ishqoriy metallar bilan boshlanib inert gazlar bilan tugaydi.

Har qaysi davrda elementlar atom massasining ortib borishi bilan (chapdan o'ngga siljigan sari) elementlarning kimyoviy xossalari asta-sekin o'zgarib boradi: metallik xususiyati susayib, metalmaslik xususiyati kuchayadi.

Kimyoviy elementlar davriy sistemasida sakkizta guruh bo'lib, har qaysi guruh ikkita guruhchaga bo'linadi. Tipik elementlar bilan boshlanuvchi guruhchalar asosiy (bosh) guruhcha nomi bilan yuritiladi. Katta davrlarning toq qatori elementlari bilan boshlanuvchi guruhchalar qo'shimcha (yonaki) guruhcha deb yuritiladi.

Davriy sistemada tipik metall va metalmaslar tegishli I va VII guruhlarining asosiy guruhchalarida joylashgan, qolgan hamma elementlar ulardagi metallik yoki metalmaslik xossasi kuchliligiga qarab, shartli ravishda, metall yoki metalmaslar jumlasiga kiritiladi.

Davriy sistemada elementlar o'rtasidagi o'xshashlik uch yo'nalishda namoyon bo'ladi.

1. Gorizontaal yo'nalishda: bu o'xshashlik – katta davr elementlarida, lantanoid va aktinoidlar turkumiga kirgan elementlarda uchraydi. Masalan, misning bazi xossalari nikelnikiga o'xshaydi.

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

3. Diagonal yo'nalishda: davriy sistemada o'zaro diagonal joylashgan ba'zi elementlar o'zaro o'xshashlik namoyon qiladi, masalan: Li bilan Mg; Be bilan Al; B bilan Si; Ti bilan Nb lar bir-birlariga kimyoviy xossalari jihatidan o'xshaydi.

Endi yuqoridagi davriylikni II va III davrlarga kiruvchi elementlar misolida ko'rib o'taylik. Bunda litiydan neongacha bo'lganlari II davrni, natriydan argongachalari III davrni tashkil qiladi. II davrni olsak litiydan boshlab metallik xossalari susayib bora boshlaydi va asta-sekin nometallik xossalari kuchaya boradi. Bu ayniqsa, ftorda kuchlidir. Bunda yana atom massalari oshishi bilan elementlarning kislorodga nisbatan olingan valentliklari ham ortib boradi. Agarda shu tartibda uzluksiz davom etilsa ftordan keyin nometallik xususiyati yana ham kuchli bo'lgan qandaydir element bo'lishi kerak edi va hokazo. Aslida esa davrning oxirida metallik hamda nometallik ham xossasiga ega bo'lmagan neon joylashgan. Neondan keyin natriy keladi. Undan boshlab yana xuddi avvalgi qatorga qaytganday bo'lamiz. Yana metallik xossalari susaya boradi, nometallik xossalari osha boradi va yangi qator yana metallik hamda nometallik xossasiga ega bo'lmagan argon bilan tugaydi. Bunda ham atom massalari ortishi bilan elementlarning kislorodga nisbatan valentliklari oshib boradi. Xuddi shunday qolgan elementlarning xossalari ham uzluksiz ravishda emas, balki



ma'lum bir intervalda, ya'ni davrda qaytarilish bilan boradi. D.I.Mendeleyev o'zining davriy sistemasini tuzganda bor-yo'g'i 63 ta element mavjud edi. Lekin u davrlarni o'zgarish qonuniyatlariga qarab o'z jadvalida hali topilmagan 29 elementga bo'sh joy qoldirib ketadi. U bu noma'lum elementlarning ko'pgina xossalarini oldindan bashorat qilib aytib beradi. Uning bu fikrlari keyinchalik to'la tasdiqlandi. Masalan, u davriy jadvalda noma'lum 21-chi elementga ochiq joy qoldirib ketadi. Chunki o'sha paytda ma'lum bo'lgan elementlarni atom og'irliklarining oshishi bilan qo'yganda kalsiydan keyin titan kelardi, lekin titanni qo'yish mumkin emas, chunki bu holda u III - guruhga tushib qolardi. Bunday bo'lishi mumkin emas, sababi titan o'zining eng yuqori oksidi  $TiO_2$  ni hosil qiladi, ya'ni u +4 valentlikni nomoyon qiladi. Shu sababli u faqat 4-chi guruhda bo'lishi kerak. D.I. Mendeleyev xatto bu noma'lum elementni va uning birikmalarini bir qancha xossalarini oldindan aytib beradi. Haqiqatdan ham 1879 yilda shved kimyogari Nilson 21-chi elementni kashf qiladi va uni skandiy deb atadi.

#### **4.3. Kimyoviy elementlar va ularning birikmalarining xossalarini o'zgarishi**

Hozirda davriy sistemada elementlar yettita davr, o'nta qator va sakkizta guruhga joylashtirilgan. Vertikal qatorlar *guruhlar* deb nomlangan. Davriy sistema I guruhning asosiy guruhchasida ishqoriy metallar, II guruhning asosiy guruhchasida – ishqoriy-er metallar va VII guruhning asosiy guruhchasida – galogenlar va nolinchi guruhchasida inert gazlar joylashgan. Bir guruhda, asosiy yoki qo'shimcha guruhchada joylashgan elementlarning xossalari bir-biriga o'xshaydi, ammo ba'zi xossalari farq qiladi.

Davriy sistemadagi gorizontalar qatorlar *davrlar* deb ataladi. Birinchi (kichik) davrda 2 ta, ikkinchi va uchinchi (kichik) davrlarda 8ta dan element bor. 4, 5 va 6 (katta) davrlarda tegishli tartibda 18 ta, 18 ta va 32 ta element mavjud. Yettinchi davrda esa 23 ta element bo'lib, u hali tugallanmagan davr hisoblanadi. 1940 yildan beri bu davr sun'iy yo'l bilan olingan radiaktiv (transuran) elementlar bilan tulib bormoqda. Bular tabiatda uchramaydi. Kimyoviy xossalari va elektron qavatlarining tuzilishiga ko'ra, barcha transuran elementlar bir-biriga, shuningdek, toriy, protaktiniy, uranga o'xshaydi.

D.I.Mendeleyev davriy sistemasida aktiniydan so'ng keladigan (90-103 raqamlardagi) elementlar aktinoidlar oilasiga birlashtirilgan va jadvalda lantanoidlar (58-71 raqamdagi elementlar)dan keyinda joylashtirilgan. Kimyoviy xossalari va elektron qavati tuzilishiga ko'ra, bu ikkala oila bir biriga o'xshaydi.

Davriy sistemadagi elementlarning xossalari qonuniy ravishda o'zgarib boradi. Masalan, ishqoriy metallar guruhchasida yuqoridan pastga, ya'ni litiydan seziyga tomon metallarning elektron berish qobiliyati ortib, shu bilan birga ularning kimyoviy faolligi ham kuchayib boradi. Galogenlar guruhchasida esa, aksincha, pastda joylashgan element yuqoridagi elementga qaraganda elektronni qiyinlik bilan biriktiradi. Demak, galogenlar guruhchasida metalloidlarning faolligi yuqoridan pastga tomon pasayib boradi. Davrlardagi qonuniyat shundayki, o'ngda joylashgan elementlarga qaraganda chapda turgan elementlar elektronlarni oson yo'qotib, qiyinlik bilan biriktiradi. Shunga muvofiq, chapdan o'ngga (faol ishqoriy metallardan yaqqol metalmalar – galogenlarga) tomon oddiy moddalarning xossalari o'zgaradi, ayni

vaqtda elementlar birikmasining xossalari ham davriy ravishda o'zgarib boradi. Masalan, davrlar boshidagi elementlar asosli oksidlar va shularga to'g'ri keladigan gidroksidlar (asoslar) hosil qiladi. Tartib raqamining ortib borishiga qarab gidroksidning asos tavsifi amfoter, so'ng kislota tavsifi bilan almashadi. Guruhchalarda elementlar gidroksidlarining tavsifi yuqoridan pastga tomon kuchayib, kislota tavsifi zaiflashib boradi. Bunday o'zgarishlarni kimyoviy elementlar va ularning birikmalarining xossalariga oid ma'lumotlar keng qamrovliligini nazarda tutib, ularni ayrim guruhlar asosida tushuntirishni lozim deb topdik.

Davriy sistemaning I-A guruh ishqoriy metallar guruhiga litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziy va fransiy elementlari kiradi. Barcha guruh elementlarining tashqi elektron qavatida bittadan s elektronlar bor. Davriy sistemada element tartib raqamlarining ortib borishi bilan atom va ionlarning radiusi va zichligi ortadi, suyuqlanish harorati hamda nisbiy elektromanfiylik qiymatlari esa kamayadi. Litiyning zichligi  $0,53 \text{ g/sm}^3$  ga teng bo'lib, metallar ichida eng yengilidir. Bu guruh metallarning ishqoriy metallar deyilishiga sabab, arabchadan ishqor "emiruvchi" degan ma'no anglatganligidadir. Litiydan seziygacha metallik xossalari kuchayadi. Fransiy barcha ishqoriy metallardan eng faoli va og'iri hisoblanib, radiaktiv xususiyatga ega.

Davriy sistemaning II-A guruh elementlari guruhiga berilliy Be, magniy Mg, kalsiy Ca, stronsiy Sr, bariy Ba va radiy Ra elementlari kiradi. Ularning tashqi elektron qobig'ida 2 tadan s elektronlari mavjud. Kimyoviy reaksiyalar paytida ular tashqi elektron qobiqlaridagi 2 elektronlarini berib, +2 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladilar. Guruh metallarining qaytaruvchilik xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsizroq ifodalangan. Bu elementlarning gidroksidlari ishqoriy metallarning gidroksidlariga qaraganda kuchsiz asos xossasini namoyon qiladi. Gidroksidlarining asos xossalari guruh buyicha Be dan Ra ga tomon ortib boradi, chunki elementlarning ion radiuslari ortib boradi.  $\text{Be(OH)}_2$  amfoter,  $\text{Mg(OH)}_2$  kuchsiz asos,  $\text{Ca(OH)}_2$   $\text{Sr(OH)}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ , lar kuchli asos xossasiga ega. Be bilan Mg bir guruhda yonma-yon joylashganiga qaramay, xossalari bir-biridan keskin farq qiladi. Berilliyning oksidi va gidroksidi amfoter xossaga, magniyning oksidi va gidroksidi esa asos xossasiga ega. Bunga sabab shuki, Be ning ion radiusi Mg ning ion radiusiga qaraganda ikki marta kichik. Guruh elementlaridan kalsiy, stronsiy va bariy ishqoriy-er metallari deb ataladi, ular yengil metallardir, faqat radiy radiaktiv xossaga ega bo'lgan og'ir metalldir. Bular suyuqlanish temperaturasi va qattiqligining yuqoriligi bilan ishqoriy metallardan farqlanadi, ularning aktivlgi kalsiydan bariyga tomon ortib boradi.

Davriy sistemaning III-A guruh elementlari guruhiga tipik elementlar (bor B, alyuminiy Al), galliy guruhchasi (galliy Ga, indiy In, talliy Tl) elementlari kiradi. Ularning tashqi elektron qobig'ida 2 tadan s va 1 tadan p elektronlari mavjud. Kimyoviy reaksiyalar paytida ular tashqi elektron qobiqlaridagi 3 ta elektronlarini berib, +3 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladilar. Faqat talliyning oksidlanish darajasi +1 va +3 ga teng bo'ladi. Bu elementlarning gidroksidlari davriy sistemaning birinchi va ikkinchi guruhidagi metallarning gidroksidlariga qaraganda kuchsiz asoslar hisoblanadi.  $\text{Al}^{+3}$  dan  $\text{Tl}^{+3}$  ga o'tgan sari ion radiuslari kattalashadi, shu sababli  $\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Ga(OH)}_3 \rightarrow \text{In(OH)}_3 \rightarrow \text{Tl(OH)}_3$  qatorida chapdan o'ngga o'tgan sayin

gidroksidlarning asosli xossalari kuchayib boradi. Lekin bu xossaning kuchayishi nihoyatda sustlik bilan sodir bo‘ladi. Chunonchi,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  - amfoter modda,  $\text{Ga}(\text{OH})_3$  ham amfoter,  $\text{In}(\text{OH})_3$  da asos xossa ozgina ustunroq bo‘ladi, lekin baribir u ham amfoter modda.  $\text{Tl}(\text{OH})_3$  da amfoter xossa nihoyatda kuchsiz zaif ifodalangan

Davriy sistemaning IV-A guruhiga uglerod, kremniy, germaniy, qalay va qo‘rg‘oshin elementlari kiradi. Elementlar atomidagi qavatlar soni davriy sistemadagi u turgan davr raqamiga, elektronlar soni esa tartib raqamiga teng bo‘ladi. Ularning elektron konfiguratsiyalari tegishli tartibda uglerodda  $1s^2 2s^2 2p^2$ , kremniyda  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ , germaniyda  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ , kalayda  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$  va kurgoshinda  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^1$  ko‘rinishda bo‘lib, tashqi elektron qavatlarida 4 tadan elektronlari bor. Elementlarning tashqi elektron qavatini barqaror holatga aylantirish uchun ular 4 ta elektron qabul qilishi yoki shuncha elektron yo‘qotishi kerak. Bu elementlar elektromanfiylik qiymati o‘zidan yuqori bo‘lgan elementlar (kislorod yoki galogenlar) bilan birikkanda elektronlarini yo‘qotib, musbat zaryadlanadi yoki elektromusbat elementlar bilan birikkanda esa elektronlarni qabul qilib, manfiy zaryadlanadi. Guruh elementlari o‘z birikmalarida ikki xil +2 va +4 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Ugleroddan qo‘rg‘oshinga o‘tgan sayin bu elementlarning +2 oksidlanish darajasi holati mustahkamlana boradi. Uglerod va kremniy faqat CO va SiO dagina +2 oksidlanish darjasiga ega. Bu ikki element o‘zlarining ko‘pchilik birikmalarida +4 ga teng oksidlanish daraja namoyon qiladi. IV-A guruhning barcha elementlari vodorodli birikmalar hosil qilish qobiliyatiga ega. Lekin bu birikmalarning barqarorligi ugleroddan qo‘rg‘oshinga o‘tgan sayin kamayib boradi. Chunonchi, uglerodning vodorodli birikmalari nihoyatda ko‘p bo‘lgani holda, kremniyda vodorodli birikmalar u qadar ko‘p emas, germaniyni faqat bir necha, qalayning ikkita, qo‘rg‘oshinning esa faqat bitta vodorodli birikmasi (nihoyatda beqaror modda) olingan. Bu guruh elementlarining vodorodli birikmalaridan bironyasi ham kislota xossasiga ega emas, bu hol shu elementlar o‘zlarining vodorodli birikmalarida yuqori valentlik namoyon qilishidan kelib chiqadi.

Davriy jadvalda ushbu guruh elementlarida yuqoridan pastga tomon atom zaryadlari, elektronlar soni va atom radiusi ortib boradi, shuningdek,. metalmaslik xossalari zaiflashib, metallik xossalari paydo bo‘ladi.

Mendeleyev davriy sistemasi kimyoviy elementlar va birikmalarning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganishda, bu xossalar orasidagi qonuniyatlarni ochishda, yadroviy reaksiyalarni o‘tkazishda hamda radiaktiv izotoplarni sintez qilish sohasidagi tadqiqotlarda qisqa va aniq ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

#### **4.4. Davriy qonun va davriy sistemaning ahamiyati**

Hozirgi paytda Mendeleyev nazariyasi yana ham rivojlantirilib, elementlarning umumiy soni 118 taga yetdi deb hisoblanmoqda. Lekin bu ham chegara emas, chunki fan va texnikaning tezkorlik bilan rivojlanayotganligi, yana yangi elementlarni, masalan, suniy yo‘l bilan olinadigan yangi elementlarni topsa kerak deyishga asos bor. D.I.Mendeleyevning davriy qonuni va davriy sistemasining yaratilishi kimyo fanining

rivojlanishida katta rol o'ynadi. D.I.Mendeleyevning bu sohadagi ishlari keyinchalik ikki yunalishda rivojlantirildi:

1. Elementlarning davriy xossalarini izlash;
2. Davriy sistemaning yangidan - yangi nusxalarini yaratish. Bunda elementlarning atom radiuslarini, ionlanish potensiallarini, elektromanfiyliklarini va yana bir qancha boshqa xossalarini ham e'tiborga olindi. 1915 yilda rus olimi Ye.B.Biron D.I.Mendeleyevning davriy sistemasini rivojlantirib asosiy davriylikdan tashqari yana qo'shimcha ikkilamchi davriylikning ham borligi aniqladi. Ya'ni elementlarning xossalari har qaysi guruhchada bir tekisda o'zgarasdan balki har qaysi guruhning ichida ham davriylik borligini aniqladi. Masalan, galogenlarning kislorodli birikmalarini barqarorligi ftordan xlorga o'tganda kuchayadi lekin xlordan bromga o'tganda susayadi, bromdan yodga o'tganda yana kuchayadi.

D.I.Mendeleyev davriy qonun asosida yaratgan davriy sistema hamma kimyoviy elementlar orasida mavjud bo'lgan bog'lanishni ochib beradi. Har qaysi elementning xossasi haqida boshqa elementlarning xossalariga, shuningdek, shu elementning davriy sistemadagi o'rniga qarabgina to'la xulosa chiqarish mumkin. Mendeleyev "elementlar bitta qonunga buysunadi, tabiati jihatidan bir xil va bir-birini to'ldiradi, ana shuning uchun ham ular davriy sistemada ma'lum tartibda joylashadi" degan edi.

Davriy sistema kimyoning va boshqa tabiiy fanlarning rivojlanishida nihoyatda muhim ahamiyat kasb etdi. U yangi elementlar izlash, ko'pgina elementlarning atom massasini to'g'rilash, ularning valentligini aniqlash hamda moddalarning tuzilishini o'rganishda olg'a siljish uchun muhim turtki bo'ladi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Davriy qonun yaratilgungacha bo'lgan bu yo'nalishdagi urinishlarning kamchiligi nimada?
2. D.I.Mendeleyev davriy qonun yaratishda nimani asos qilib oldi?
3. Davriy sistemaning kimyo fanini rivojlanishidagi roli nimada?
4. D.I.Mendeleyev davriy sistemani yaratganida nima uchun ayrim kataklar bo'sh qoldi?
5. Davrlar deb nimaga aytiladi?
6. Guruhlar deb nimaga aytiladi?
7. Atom radiusi nima?
8. Ionlanish energiyasi izohlang.
9. Izotop, izobar va izotonlarga misollar keltiring.

## **5-BOB. KIMYOVIY BOG'LANISH VA ULARNING TURLARI**

### **5.1. Kimyoviy bog'lanishning vujudga kelishi**

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

Kimyoviy bog'lanishlarga va ularning hosil bo'lishiga atomlarning elektron tuzilishi nuqtai nazaridan qarash lozim. Chunki kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishida ishtirok etuvchi asosiy vosita – elektronlar va elektron bulutlaridir. Umuman har qanday kimyoviy bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar tashqi (va tashqidan oldingi) elektron qavatdagi bir yoki bir necha elektron bulutlarining yadrolar o'rtasida qayta taqsimlanishi (bir-birini o'zaro qoplanishi) natijasida hosil bo'luvchi ko'p yadroli va ko'p elektronli sistemadir. Shu nuqtai nazardan kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limotlarni o'rganish hozirgi zamon kimyosining asosiy masalalaridan biridir. Bu ta'limotni bilmay turib kimyoviy birikmalarning turli-tumanligi sabablarini, ularning hosil bo'lish mexanizmini, tuzilishini va reaksiyaga kirisha olish xususiyatini to'la tushunib bo'lmaydi.

Molekulada atomni tutib turadigan kuchlarning yig'indisiga *kimyoviy bog'lanish* deyiladi.

Hozirgi vaqtda molekulalarda element atomlarining qanday bog'langanligi quyidagicha tushuntiriladi: *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 guruhcha elementlari tashqi qavat elektronlari bilan yonaki guruhcha elementlari tashqi va tashqidan oldingi ikkinchi qavat elektronlari bilan kimyoviy bog'lanishda ishtirok etishi mumkin.

Ularning maksimal sonini elementning davriy sistemadagi joylashgan o'rnidan, ya'ni guruh raqamidan bilish mumkin (ayrim elementlar bundan 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.

*Elektromanfiylik – molekuladagi atomlarning o'ziga elektron tortib turish qobiliyatidir.*

Ayni elementning taqribiy elektromanfiyligi (EM) uning elektronga moyilligi  $E$  bilan ionlanish energiyasi ( $I$ ) yig'indisiga (yoki uning yarmiga) teng:  $EM = E +$

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

Gazsimon fazada bo'lgan normal holatdagi atomdan bir elektronni batamom chiqarib yuborish uchun zarur bo'lgan minimal energiya miqdori *ionlanish energiyasi* deyiladi. Element atomi bir elektron biriktirib olganda ajralib chiqadigan energiya miqdori ayni elementning *elektronga moyilligi* deb ataladi.

## 5.2. Kimyoviy bog'lanish va uning turlari

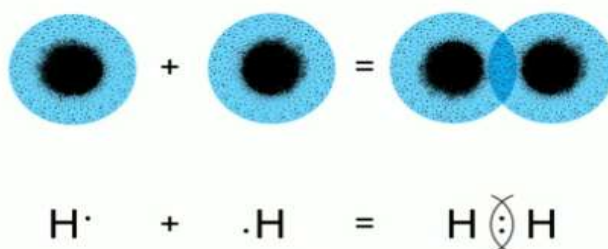


1916 yilda amerika olimi J. Lyuis kimyoviy bog‘lanish bir vaqtning o‘zida ikkala atomga tegishli bo‘ladigan elektron juftlarining hosil bo‘lishi hisobiga vujudga keladi, degan fikrni bildirdi. Bu g‘oya hozirgi zamon kovalent bog‘lanish nazariyasiga asos bo‘ldi. Shu yilning o‘zida nemis olimi V. Kossel quyidagi fikrlarni bildirdi: o‘zaro ta’sir etuvchi ikki atomdan biri elektron berib, ikkinchisi elektron biriktirib oladi; bunda birinchi atom musbat zaryadlangan ionga, ikkinchisi esa manfiy zaryadlangan ionga aylanib qoladi; hosil bo‘lgan qarama-qarshi zaryadli ionlarning o‘zaro elektrostatik tortilishi barqaror birikma hosil bo‘lishiga olib keladi. Bu fikr ion bog‘lanish haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarini yaratilishiga olib keldi. Elektron nazariya asosida atomlararo ikki xil bog‘lanish mavjudligi aniqlandi. Birinchi xil bog‘lanishda molekula zaryadlanmagan zarrachalardan iborat bo‘ladi. Bu xil bog‘lanish *kovalent bog‘lanish* deb yuritiladi. Ikkinchi xil bog‘lanishda molekula qarama-qarshi elektr bilan zaryadlangan ionlardan iborat bo‘lib, bu bog‘lanish *ion bog‘lanish* deb ataladi.

**Kovalent bog‘lanish.** Kovalent bog‘lanish, asosan, metalmas atomlari orasida vujudga keladi. Atomlarning o‘zaro bir yoki bir necha elektron juftlik hosil qilishi natijasida vujudga keladigan bog‘lanish *kovalent bog‘lanish* deyiladi. Kovalent bog‘lanish tabiatiga ko‘ra 2 xil bo‘ladi: qutubsiz va qutubli kovalent bog‘lanishlar.

Elektromanfiylik qiymati jihatidan o‘zaro teng bo‘lgan element atomlari o‘rtasida vujudga kelgan bog‘lanish *qutbsiz kovalent bog‘lanish* deyiladi. Qutbsiz kovalent bog‘lanish asosan bir xil atomlar orasida vujudga keladi. Bunda umumlashgan elektron jufti xech qaysi atom tomon siljimagan bo‘ladi, chunki har ikkala atomning o‘ziga elektronni tortish qobiliyati, ya’ni elektromanfiyligi bir xil bo‘ladi.

Kovalent bog‘lanishning bu turini bir necha moddalarda kuzatish mumkin. Har birida bittadan elektron bo‘lgan ikki vodorod atomi o‘zaro yaqinlashganda vodorod molekulasini ( $H_2$ ) hosil qiladi (6.1-rasm). Bu jarayon quyidagicha ifoda qilinadi:

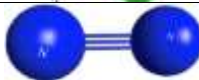


### 5.1-rasm. Vodorod molekulasining hosil bo‘lishi

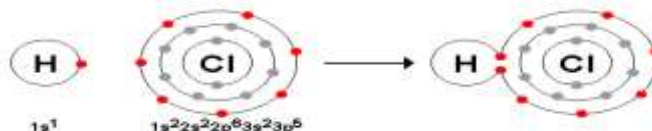
Har qaysi atomning umumiy juft uchun beradigan elektroni sxemada nuqta bilan tasvirlangan. Vodorod molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida joylashishi natijasida barqaror konfiguratsiya hosil bo‘lishga olib keladi. Bunda atomlar o‘rtasida hosil bo‘lgan umumlashgan elektron juftlik har ikkala atom yadrolaridan bir xil uzoqlikda joylashadi. Shuningdek, qutbsiz kovalent bog‘lanishli moddalarga, vodorod bilan birga  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$  singari oddiy moddalarni hamda ayrim murakkab moddalarni  $CH_4$ ,  $CS_2$  misol qilib keltirish mumkin (5.1-jadval).

### 5.1-jadval

### Qutbsiz kovalent bog‘lanishli moddalar

| №   | Modda nomi         | Formulasi       | Molekulaning tuzilish                                                                |
|-----|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.  | Vodorod            | H <sub>2</sub>  |   |
| 7.  | Kislorod           | O <sub>2</sub>  |   |
| 8.  | Xlor               | Cl <sub>2</sub> |   |
| 9.  | Azot               | N <sub>2</sub>  |   |
| 10. | Uglerod (IV) oksid | CO <sub>2</sub> |   |
| 11. | Metan              | CH <sub>4</sub> |   |
| 12. | Uglerod disulfid   | CS <sub>2</sub> |  |

Elektromanfiylik qiymatlari jihatidan bir-biridan oz farq qiladigan element atomlari orasida vujudga kelgan bog‘lanish *qutbli kovalent bog‘lanish* deyiladi. Kovalent bog‘lanishning bu turini ham bir necha moddalarda kuzatish mumkin. Vodorod xlorid molekulasi hosil bo‘lishi, bog‘lanishning bu turiga yaqqol misol bo‘lishi mumkin (6.2-rasm). Bu jarayon quyidagicha ifoda qilinadi:



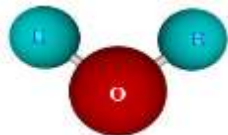
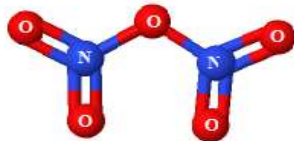
#### 5.2-rasm. Vodorod xlorid molekulasi hosil bo‘lishi

Bunda atomlar o‘rtasida hosil bo‘lgan umumlashgan elektron juftlik elektromanfiylik kuchliroq element ya’ni xlor atomi tomon siljigan bo‘ladi, natijada molekulani bir tomonida musbat qutb, ikkinchi tomonida manfiy qutb (dipol) vujudga keladi. Molekula qutbli bo‘ladi. Qutbli kovalent bog‘lanishli birikmalarga vodorod xlorid molekulasi bilan bir qatorda quyidagi jadvalda (5.2-jadval) keltirilgan birikmalarni misol qilib keltirish mumkin:

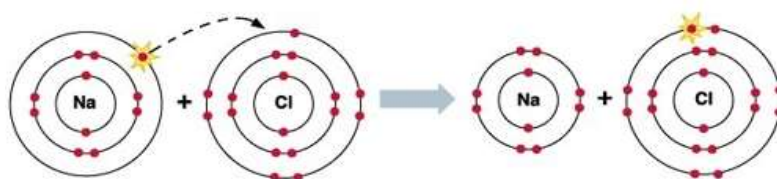
5.2-jadval

### Qutbli kovalent bog‘lanishli moddalar

| № | Modda nomi | Formulasi | Molekulaning tuzilish |
|---|------------|-----------|-----------------------|
|---|------------|-----------|-----------------------|

|     |                |                               |                                                                                     |
|-----|----------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.  | Suv            | H <sub>2</sub> O              |  |
| 7.  | Ammiak         | NH <sub>3</sub>               |  |
| 8.  | Vodorod ftorid | HF                            |  |
| 9.  | Vodorod sulfid | H <sub>2</sub> S              |  |
| 10. | Azot (V) oksid | N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |  |

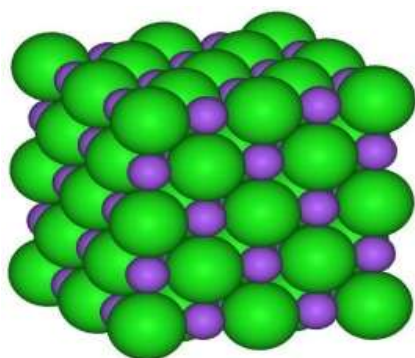
**Ionli bog‘lanish.** Ionli bog‘lanish elektromanfiylik qiymatlari bir-biridan keskin farq qiladigan element atomlari (odatda, metall va metalmas atomlari) o‘rtasida vujudga keladi. Bunda elektromanfiyligi kuchli element atomi elektromanfiyligi kuchsiz element atomidan elektronni tortib oladi va ular qarama-qarshi zaryadli ionlarga aylanadi. Bu ionlar o‘zaro elektrostatik tortishish kuchlari yordamida o‘zaro birikadi. Bu bog‘lanish turini natriy va xlor elementlarining birikib, natriy xlorid tuzi hosil qilishi misolida ko‘rib chiqaylik. Natriy atomi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  elektron konfiguratsiyaga ega bo‘lib, reaksiyada faqat  $3s^1$  elektronini xlor atomiga beradi va musbat zaryadlanadi. Xlor atomi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  elektron konfiguratsiyaga ega bo‘lib, tashqi elektron qobig‘ini to‘lishi uchun bitta elektron yetishmasligi hamda elektromanfiylik qiymati yuqoriligi munosabati bilan natriydan elektronini tortib oladi va manfiy zaryadlanadi (5.3-rasm).



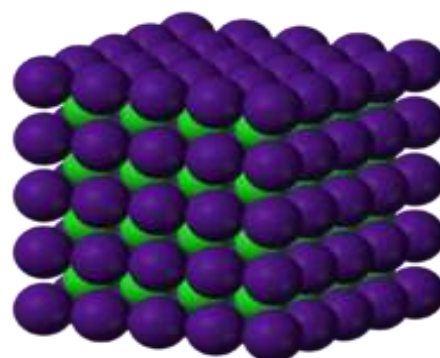
**5.3-rasm. Natriy xlorid molekulasining hosil bo‘lishi**

Ion bog‘lanishli moddalarga natriy xlorid bilan bir qatorda kalsiy xlorid—CaCl<sub>2</sub>, ammoniy xlorid—NH<sub>4</sub>Cl, Seziy xlorid—CsCl tuzlarini misol qilib keltirish mumkin.

Ion bog‘lanish yo‘naluvchanlik va to‘yinuvchanlik xossalariga ega bo‘lmaganidan, har qaysi ion atrofida maksimal miqdorda unga teskari zaryadli ionlar bo‘ladi. Ionlarning maksimal miqdori kation va anionlar radiusining bir-biriga nisbatan katta-kichikligiga bog‘liq. Masalan, Na<sup>+</sup> atrofida eng ko‘pi bilan 6 ta xlor, Cs<sup>+</sup> atrofida esa 8 ta Cl ionlari joylasha oladi (5.4-rasm).



a



b

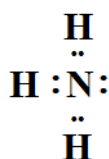
**5.4-rasm. Ion bog‘lanishli moddalarning kristall tuzilishi:** a) natriy xlorid, b) seziy xlorid

Ion bog‘lanish yo‘naluvchanlik va to‘yinuvchanlik xossalarini namoyon qilmasligi tufayli, bitta musbat va bitta manfiy iondan iborat ion bog‘lanishli molekularlar odatdagi sharoitda yakka-yakka mavjud bo‘la olmaydi, ular birlashib juda ko‘p ionlardan tarkib topgan gigant molekula kristallni hosil qiladi.

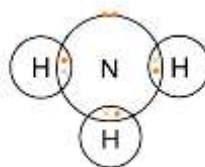
**Metall bog‘lanish.** Ko‘pchilik metallarning o‘zlariga xos bir necha xususiyatlari mavjud bo‘lib, bu bilan ular boshqa oddiy va murakkab moddalardan farq qiladi. Metallarning suyuqlanish va qaynash harorat-larining yuqori bo‘lishi, metall sirtidan yorug‘lik va tovushning qaytishi, ulardan issiqlik va elektr tokining yaxshi o‘tishi, zarba ta‘sirida yassilanishi kabi xossalar metallarning eng muhim fizik xossalaridandir. Bu xossalar 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 bironta 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.

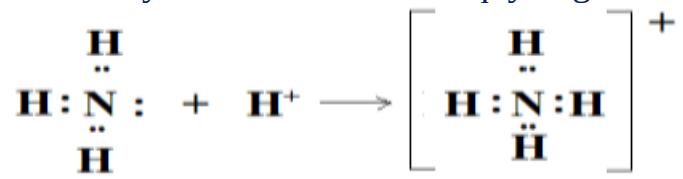
**Donor - akseptor bog‘lanish.** Kovalent bog‘lanishning boshqacha donor - akseptorli mexanizmlari ham bo‘lishi mumkin. Bunday kimyoviy bog‘lanish bitta atomning ikki elektroni bilan boshqa atomning erkin orbitali hisobiga vujudga keladi. Misol tariqasida ammoniy ioni  $\text{NH}^+$  ning hosil bo‘lish mexanizmini ko‘rib chiqamiz. Ammiak molekulasida azot atomining bo‘linmagan elektron jufti bo‘ladi. Uni quyidagicha ko‘rinishlarda tasvirlash mumkin:



yoki



Vodorod ionidagi to‘lmagan bo‘sh 1s orbitalini  $H^+$  deb belgilaymiz. Ammoniy ioni hosil bo‘lishida azotning ikki elektronli buluti azot bilan vodorod atomlari uchun umumiy bo‘lib qoladi. Ammoniy ioni hosil bo‘lishini quyidagicha ko‘rsatish mumkin:



Ammoniy ioni hosil bo‘lishida azotning elektron jufti azot va vodorod atomlari uchun umumiy bo‘lib qoladi, ya’ni molekulyar elektron bulutga aylanadi. Vodorod ionining zaryadi umumiy bo‘lib qoladi (u delokallashgan, ya’ni barcha atomlar orasida tarqalgan). Bo‘linmagan elektron juftini beradigan atom *donor*, uni biriktirib oladigan (ya’ni bo‘sh orbital beradigan) atom *akseptor* deyiladi.

Bir atomning (donorning) ikki elektronli buluti va boshqa atomning (akseptorning) bo‘sh orbitali hisobiga kovalent bog‘lanish hosil bo‘lish mexanizmi donor akseptorli mexanizm deyiladi.

Donor-akseptor bog‘lanishli birikmalarga quyidagi jadvalda keltirilgan moddalarni misol qilib keltirish mumkin:

5.3-jadval

Donor-akseptor bog‘lanishli birikmalar

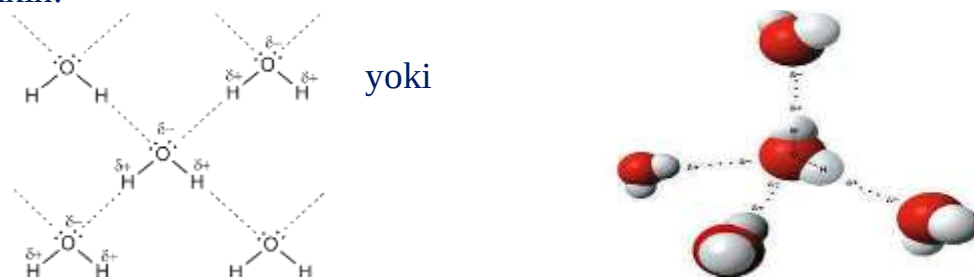
| №   | Modda nomi            | Formulasi                                 |
|-----|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1.  | Ammoniy xlorid        | $\text{NH}_4\text{Cl}$                    |
| 2.  | Gidroksoniy ioni      | $\text{H}_3\text{O}^+$                    |
| 3.  | Sariq qon tuzi        | $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN}_6)]$      |
| 4.  | Is gazi               | $\text{CO}$                               |
| 5.  | Natriy kremniy ftorid | $\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$               |
| 6.  | Mis kuporosi          | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| 7.  | Kaliy nitrat          | $\text{KNO}_3$                            |
| 8.  | Azot (V) oksid        | $\text{N}_2\text{O}_5$                    |
| 9.  | Nitrat kislota        | $\text{HNO}_3$                            |
| 10. | Ammoniy nitrat        | $\text{NH}_4\text{NO}_3$                  |

**Vodorod bog‘lanish.** Yuqorida ko‘rib o‘tilgan ion, kovalent, metall, donor - akseptor kabi bog‘lanishlar kimyoviy bog‘lanishning asosiy turi hisoblanadi. Atom va molekular orasida bu xil bog‘lanishlardan tashqari yana ikkinchi darajali bog‘lanish turi – vodorod bog‘lanish ham mavjud. Molekula tarkibidagi vodorod atomining bo‘sh orbitali va ikkinchi molekula tarkibidagi boshqa atomining elektron jufti hisobiga yuzaga keladigan bog‘lanish *vodorod bog‘lanish* deyiladi.

Nima sababdan faqat vodorod atomi ana shunday alohida kimyoviy bog‘lanish hosil qiladi degan savol tug‘ilishi mumkin. Buning sababi, vodorod atomining radiusi nihoyatda kichik ekanligida, deb javob bersa bo‘ladi. Undan tashqari, vodorod atomi o‘zining elektronini siljitsa yoki batamom yo‘qotsa, u nisbatan yuqori musbat zaryadga ega bo‘ladi va ana shu musbat zaryad hisobiga, qisman manfiy zaryadga ega bo‘lgan va boshqa molekula ( $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ )lar tarkibiga kirgan elektromanfiy element atomi bilan o‘zaro ta’sirlashadi.



Vodorod bog‘lanishga misol sifatida suv molekulasini ko‘rib chiqaylik. Odatda suv tarkibini kimyoviy formula  $H_2O$  bilan tasvirlaymiz. Lekin bunday ifodalashimiz u qadar to‘liq emas. Suvning tarkibini  $(H_2O)_n$  formula bilan ifodalasak, to‘g‘ri bo‘lar edi (bu yerda  $n = 2, 3, 4$  va hokazo). Buning sababi shundaki, suvda ayrim molekularlar bir-biri bilan vodorod bog‘lanishlar orqali birikkan bo‘ladi. Buni quyidagicha tasvirlarda ko‘rish mumkin:



### 5.5-rasm. Suv molekulasida vodorod bog‘lanishning hosil bo‘lishi

Vodorod bog‘lanishni nuqtalar shaklida tasvirlash qabul qilingan. Bu bog‘lanish ion va kovalent bog‘lanishlarga qaraganda anchagina kuchsizligi (taxminan 15-20 marta) ko‘rsatiladi.

Temperatura pasayganda suv hajmining kattalashishi vodorod bog‘lanish mavjudligi bilan tushuntiriladi. Buning sababi shundaki, temperatura pasayganda suv molekulari assotsilanadi. Natijada molekulyar “uyumlar” ning zichligi kamayadi.

### 5.3. Moddalarning agregat holatlari. Kristall va amorf moddalar

Tabiatdagi barcha moddalar sharoitga qarab, turli xil holatlarda - qattiq, suyuq, gaz va plazma holatida bo‘ladi. Bu holatlar moddaning *agregat holati* deyiladi. Moddaning agregat holati uni tashkil etuvchi zarrachalar orasidagi masofaga va bu zarrachalar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchining katta-kichikligiga qarab aniqlanadi.

Moddaning agregat holatiga tashqi sharoit: bosim va harorat katta ta’sir ko‘rsatadi. Bosim va harorat o‘zgarganda moddani tashkil etuvchi zarrachalar orasidagi masofa o‘zgarib, natijada modda asta-sekin bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatiga o‘tishi mumkin. Masalan, temir  $1535^{\circ}C$  qadar qattiq holatda bo‘ladi.  $1535^{\circ}C$  suyuq holatga o‘tadi, qaynash temperaturasidan yuqori temperaturaga qadar, qizdirilganda esa bug‘ga aylanadi, ya’ni gaz holatiga o‘tadi. Gaz holatidagi havoni kompressorlarda yuqori bosimda va past temperaturagacha sovutish yo‘li bilan suyuq holatga o‘tkazish mumkin. Kimyo sanoatida ana shu yo‘l bilan havodan azot va kislorod ajratib olinadi.

Toza suv  $0^{\circ}C$  da muzlab, 101,325 kPa yoki 760 mm simob ustuni balandligiga teng bosimda  $100^{\circ}C$  da qaynaydi va  $100^{\circ}C$  dan yuqori haroratda gaz holatida bo‘ladi.

Moddalarning agregat holati o‘zgarganda, xossalari ham qisman o‘zgaradi. Shuning uchun moddaning qanday sharoitda qaysi agregat holatda bo‘lishini bilish katta ahamiyatga ega.

Moddaning agregat holati zarrachalarining harakatlanish xarakteri bilan bir-biridan farq qiladi. Zarrachalarning eng tartibsiz harakati plazma holatidagi moddalarda bo‘ladi. Plazma juda yuqori temperaturalarda hosil bo‘ladi. Bunda modda molekula yoki atomlarning ionlari va elektronlar aralashmasiga aylanadi. Plazmaning

o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, u umuman elektroneytraldir (musbat zaryadlar soni manfiy zaryadlar soniga teng). Plazmani ko'pincha zaryadlarining ichki taqsimlanishi jihatidan bir jinsli neytral deb bo'lmaydi. Shuning uchun unda zaryadlarning tebranma harakati vujudga kelib, natijada plazma elektromagnit tebranishlar manbaiga aylanadi. Yuqori temperaturaga ega ko'p kosmik jismlarda modda plazma holatida bo'ladi, plazma termoyadro jarayonlarini o'rganish paytida laboratoriya uskunalarida ham hosil qilinadi.

**Moddalarning gaz holati.** Gaz holatida moddaning zarrachalari (atomlar, molekulalar) orasidagi masofa ancha katta bo'ladi. Shu sababli ayrim zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari juda kam bo'lib, gaz holatidagi moddani istalgancha siyraklashtirish yoki, aksincha, suyuq yoki qattiq holatga o'tgunga qadar siqish mumkin. Modda gaz holatida ikki, uch va undan ko'p zarrachalardan tarkib topgan komplekslar hosil qilish ham mumkin. Gaz modda suyuq holatga o'tkazilganda, uning hajmi minglab marta kamayadi. Bunda gaz molekulalarining hajmi o'zgarmaydi. Balki ular orasidagi masofa qisqaradi xolos.

Gazlarda molekulalar orasidagi masofa katta va molekulalarning hajmi juda kichik bo'lganligi sababli gazlarga oid qonunlarni keltirib chiqarishda gaz molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari va molekulalarning hajmi hisobga olinmagan. Molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini va molekulalari hajmini hisobga olmasa ham bo'ladigan gazlar *ideal gaz* deb ataladi. Asosiy gaz qonunlari ana shunday ideal gazlar uchun keltirib chiqarilgan.

Tabiatda va texnikada, ko'pincha, gazlar aralashmasi bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Masalan, o'simlik va hayvonlar havodan nafas oladi, havo esa gazlar aralashmasidir. Tuproqdagi havo ham azot, kislorod, argon, uglerod (VI-oksid) kabi gazlar aralashmasidan iborat. Gazlar aralashmasida past va o'rtacha bosimlarda har qaysi gaz o'zining xossalarini saqlab qoladi.

**Moddaning qattiq holati.** Moddaning qattiq holati agregat holatlarining biri bo'lib, u atomlarning (molekulalar, ionlarning) geometrik jihatdan batartib joylashganligi bilan ajralib turadi. Qattiq holatda modda zarrachalari orasidagi masofa shu zarrachalarning o'lchamlariga deyarli teng bo'ladi. Shu sababli zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari katta bo'lgani uchun qattiq holatdagi moddalar muayyan shakl va hajmga ega bo'ladi.

Qattiq moddalar ichki tuzilishiga, ya'ni zarrachalarning bir-biriga nisbatan qanday tartibda joylashganligiga qarab *kristall*, ham *amorf* moddalarga bo'linadi.

Kristall holatining asosiy tashqi belgilari - moddaning aniq muayyan temperaturada suyuq holatga o'tishi va tashqi muayyan geometrik shaklga ega bo'lishidir. Undan tashqari, kristallning xossalari (masalan, issiq o'tkazuvchanligi) hamma yo'nalishda ham bir xil bo'lavermaydi. Kristall moddalarda zarrachalar ma'lum tartib bilan joylashgan bo'ladi va fazoviy kristall panjarani hosil qiladi. Fazoviy kristall panjaraning ko'p marta takrorlanib, jismning butun hajmini hosil qiladigan qismi elementar yacheyka deyiladi.

Moddaning amorf holati shakli, optik, mexanik, elektr va boshqa fizikaviy xossalarining anizotropiyasi (ya'ni yo'nalishga bog'liq bo'lmasligi) va suyuqlanish temperaturasining qat'iy muayyan bo'lmasligi bilan xarakterlanadi.

Tabiatda amorf holatdagi moddalar kristall moddalarga qaraganda kamroq uchraydi. Tabiiy va sun'iy smolalar doimo amorf holatda bo'ladi. Amorf jismlarning eng tipik vakili odatdagi silikat shishadir, shu sababli amorf holat shishasimon holat ham deyiladi. Amorf moddalar tuzilishi jihatdan suyuqliklarga o'xshaydi va ulardan zarrachalarining harakatchanligi juda kamligi bilan farq qiladi. Shu sababli amorf moddalar o'ta sovitilgan suyuqliklarga o'xshatiladi.

**Moddaning suyuq holati.** Moddaning suyuq holati istalgan bosim va temperaturada muayyan hajmni egallashi bilan gaz holatidan farq qiladi, ya'ni bosim va temperatura o'zgarganda suyuqlikning hajmi deyarli o'zgarmaydi. Moddalar suyuq holatda oquvchan bo'ladi va qanday idishga solinsa, shu idishning shaklini oladi. Suyuqliklar siqilishga ham, tortilishga ham qarshilik ko'rsatadi, ularning molekulalari fazoda ma'lum tartibda joylashishga harakat qiladi, demak, suyuqliklar xossalriga ko'ra, qattiq jismlar bilan gazlar o'rtasida oraliq holatni egallaydi.

Suyuqliklarning ichki tuzilishi gazlar va kristallarning ichki tuzilishiga qaraganda ancha murakkab. Suyuqliklarda molekulalar orasidagi masofa shu qadar kichikki, suyuqlikning xossalari ko'p jihatdan molekulalarning hajmiga va ular orasidagi o'zaro tortishuv kuchiga bog'liq, gazlarda esa, bu omillarni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Qutblangan suyuqliklarning xossalari yuqorida aytilganlardan tashqari, turli molekulalarning ayrim qismlari orasidagi o'zaro ta'sirga ham bog'liq. Qutblangan molekulalar bir-biriga turli ishorali qutblari bilan yaqinlashganda, o'zaro tortilib, ikki va undan ortiq molekulalardan iborat komplekslar hosil qiladi. Bunday komplekslar hosil bo'lish hodisasi *assotsilanish* deyiladi. Assotsilangan suyuqliklar jumlasiga suv, spirtlar, atseton, suyuq ammiak va boshqalar kiradi. Assotsilanganda bug'lanish issiqligi ko'payadi, suyuqlikning uchuvchanligi kamayadi. Temperatura ko'tarilishi bilan suyuqliklarning assotsilanish darajasi kamayadi.

Suyuqlik molekulalari orasida o'zaro tortishuv kuchlari ta'sir etib turadi. Suyuqlik ichidagi molekula hamma tomondan boshqa molekulalar bilan qurshab olganligi sababli unga ta'sir etadigan tortishuv kuchlari o'zaro muvozanatlashgan bo'ladi. Suyuqlik sirtidagi molekulalarga esa faqat pastki va yon tomondan tortishuv kuchlari ta'sir qiladi. Suyuqlikka tashqaridan ta'sir etuvchi kuchlar esa, tortishuv kuchlariga nisbatan juda kichik bo'lgandek bo'ladi. Shu sababli har qanday suyuqlik o'z sirtini kichraytirishga intiladi, ya'ni suyuqlik sirti qancha kichik bo'lsa, uning holati shuncha barqaror bo'ladi. Suyuqlik tomchisining shar shaklida bo'lishiga sabab ana shudir, chunki sharining sirti berilgan hajmda eng kichik bo'ladi. Suyuqlik sirtini oshirish uchun tashqaridan ish sarflash kerak, ya'ni uning sirt taranglik kuchini yengish kerak.

Suyuqlik sirtini  $1 \text{ sm}^2$  ga oshirish uchun sarflash lozim bo'lgan ish sirt taranglik ko'effitsiyenti yoki to'g'ridan-to'g'ri sirt taranglik deyiladi. Suyuqlikda erigan moddalar ham uning sirt tarangligini o'zgartiradi. Suyuqlikning sirt tarangligini oshiradigan moddalar sirt - aktiv, sirt tarangligini kamaytiradiganlari esa sirt-noaktiv moddalar deyiladi.

qattiq

suyuq

gaz

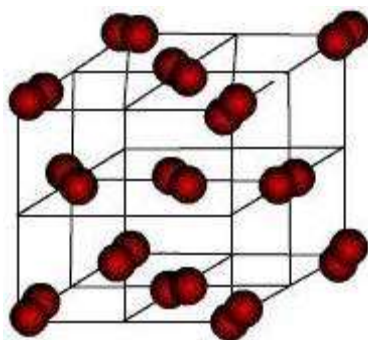
plazma

### 5.6-rasm. Moddalarning agregat holatlari

#### 6.4. Kristall panjaralar haqida tushuncha

Kristall panjaralar zarrachalarning fazoda joylashish xarakteri va zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir turiga qarab molekulyar, atomli, ionli va metall kristall panjaralarga qattiq jismlarni ma'lum tipi muvofiq keladi. Bu panjaralarning har biriga kristallik qattiq jismlarning ma'lum tipi muvofiq keladi.

Molekulyar kristall panjarali moddalarda kristall panjara tugunlarida neytral molekulalar bo'ladi. Agar molekulalar qutblangan bo'lsa, ular bir-biriga qarama-qarshi zaryadlangan qutblar bilan yondoshib turadi. Molekulalar qutblanmagan bo'lganida ham ular muayyan tartibda joylashgan bo'ladi. Molekulalarning bunday joylashuvini qutichaga to'ldirib qo'yilgan stol tennisi sharchalarining joylashuviga o'xshatish mumkin. Bunday kristall panjarada molekulalar o'zaro Vander-Vaals kuchlari tufayligina tortishib turadi. Shu sababli molekulyar panjara ancha bo'sh va unda molekulalar o'z xossalari saqlab qolgan bo'ladi (6.7-rasm). Azot, vodorod, kislorod kabi gazlar past temperaturadan qattiq holatga o'tganida molekulyar kristall panjara hosil qiladi. Oson suyuqlanadigan ko'pchilik organik moddalar kristallari ham molekulyar panjarali bo'ladi.



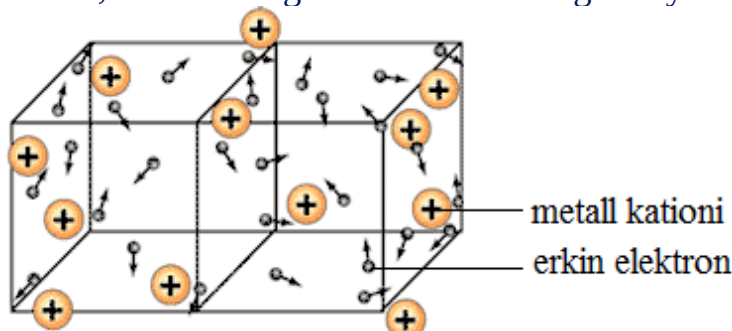
#### 5.7-rasm. Molekulyar kristall panjara tuzilishi

Kristall panjaraning ikkinchi tipi ionli kristall panjaradir. Ionli kristall panjara ionlardan tarkib topgan bo'ladi. Masalan, natriy xlorid (osh tuzi) kristall panjarasini olib ko'raylik (5.4a-rasm). Unda har qaysi natriy ionli oltita xlor ioni bilan, har bir ioni esa oltita natriy ioni bilan qurshab olingan. Natriy ioni musbat, xlor ioni esa manfiy zaryadli bo'lgani uchun bu zaryadlangan zarrachalar o'zaro elektrosatik kuchlari bilan tortishib turadi, demak, bunday moddalar molekulalarida ionli bog'lanish mavjud

bo'ladi. Ion panjarali moddalarning suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'ladi. Deyarli barcha tuzlar ba'zi oksidlar va asoslarning kristall panjaralari ionli bo'ladi.

Atomli kristall panjara hosil qilgan moddalarda panjara o'zaro puxta kovalent bog'lanish bilan bog'langan elektroneytral atomlardan tarkib topgan bo'ladi. Masalan, olmosning kristall panjarasi atomli panjaradir (1.1a-rasm). Unda har qaysi uglerod atomi boshqa to'rtta uglerod atomi bilan bog'langan. Kovalent bog'lanish ancha puxta bo'lganligi sababli bunday kristallar juda qattiq, suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'ladi.

Metall kristall panjarada musbat ionlar tebranib turadi: musbat ionlar orasida erkin elektronlar barcha yo'nalishlarda harakatda bo'ladi. Bu elektronlar panjara ichida bir iondan ikkinchisiga bema'lol o'tib yurganligi sababli erkin elektronlar deyiladi. Metallarning elektr, issiqlik o'tkazuvchanligi magnit xossalari, va metallar uchun xos bo'lgan boshqa xususiyatlar ana shu erkin elektronlar tufaylidir. Elektronlar bir atomdan ikkinchi atomga o'tib yurib, go'yo ularni o'zaro bog'laydi, bunday bog'lanish ham anchagina puxta bo'lganligi sababli har qanday deformatsiyaga bardosh beradi (6.8-rasm). Shuning uchun metallarni bolg'alash, yupqa list qilib yoyish, ingichka sim tarzida cho'zish mumkin, bunda uning ichki tuzilishi o'zgarmaydi.



**5.8-rasm. Metall kristall panjara tuzilishi**

Kristallning har bir zarrachasini (molekula, atom yoki ion) qurshab turadigan va u bilan o'zaro ta'sirlashadigan zarrachalar soni shu kristall panjaraning koordinatsion soni deyiladi. Koordinatsion son, odatda, 3,4,6 va 8 ga teng bo'ladi. Kristall panjarani hosil qiluvchi ionlarni o'lchamlari bir-biridan qancha kam farq qilsa, panjaraning koordinatsion soni shuncha katta bo'ladi. Masalan, metallarda 12 gacha yetishi mumkin.

Kristall panjaraning puxtaligi va barqarorligi uni hosil qiluvchi ionlar, atomlar yoki molekularlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlariga bog'liq bo'ladi. Zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari muayyan miqdor energiya bilan xarakterlanadi, bu energiya kristall panjaraning energiyasi deyiladi. Panjara energiyasi qancha katta bo'lsa, kristall panjara shuncha puxta bo'ladi.

Tuproq tarkibida qattiq kristall moddalar - gilsimon minerallar ko'p bo'ladi. Turli gilsimon minerallarning kristall panjarasi bir xil element sturktura birliklaridan tuzilgan. Bu birliklar kremniy va kislorod, shuningdek, alyuminiy, kislorod va vodorod atomlaridan tarkib topgan bo'ladi.

## **5.5. Qattiq moddalardagi bog'lanish turlari**



Qattiq moddalardagi bog‘lanishlar to‘rtta asosiy turga bo‘linadi. Bular ion (geteropolyar), atom (gomeopolyar yoki kovalent), molekulyar bog‘lanishlar va metall bog‘lanishlardir.

**Ion (geteropolyar) bog‘lanishlar.** Bunday bog‘lanishli qattiq moddalar kristall panjaralarining tugunlarida ionlar turadi.

Ion bog‘lanish elektromanfiylik jihatidan bir-biridan katta farq qilgan ikki element orasida vujudga keladi. Binobarin, ion bog‘lanish birinchi guruh metallari, ya’ni ishqoriy metallar bilan yettinchi guruh elementlari (galogenlar) orasida vujudga keladi. Ion bog‘lanish vujudga kelishini natriy xlorid ( $\text{NaCl}$ ) misolida ko‘rib chiqaylik. Xlor atomi natriy atomiga qaraganda anchagina elektromanfiy bo‘lganligidan o‘zining sirtqi qavatidagi bir elektronini xlor atomiga beradi, natijada natriy atomi musbat zaryadli natriy ioni  $\text{Na}^+$  ga (kationga), xlor atomi esa bitta elektron biriktirib olib, manfiy zaryadli xlor ioni  $\text{Cl}^-$  ga (anionga) aylanadi. Qarama-qarshi zaryadli bu ionlar kulon kuchi vositasida o‘zaro tortilib, kimyoviy birikma ( $\text{NaCl}$  tuzi) ni hosil qiladi. Birikma (molekula) tarkibidagi har qaysi ion o‘z atrofida elektr maydoni vujudga keltiradi. Demak, ion bog‘lanishli molekulalarda bir necha (kamida ikkita) elektr maydoni bo‘ladi. Ion bog‘lanishning geteropolyar bog‘lanish deb ham atalishiga sabab ana shu. Ion bog‘lanishli birikmalarda ta’sir etuvchi kulon kuchlar zarrachalarning (ionlarning) bir-biriga puxtaroq tortilishiga sabab bo‘ladi, shuning uchun bunday birikmalarning suyuqlanish temperaturasi va qattiqligi yuqoriroq bo‘ladi.

**Atom (gomeopolyar yoki kovalent) bog‘lanishlar.** Atom bog‘lanishli qattiq jismlar kristall panjaralarining tugunlarida o‘zaro kovalent bog‘langan atomlar turadi. Kovalent bog‘langan atomlar bir-birini juda puxta tortib turganligi uchun bunday birikmalarning suyuqlanish temperaturasi va qattiqligi nihoyatda yuqori bo‘ladi. Elektromanfiyligi bir-biriga teng bo‘lgan elementlarga kovalent bog‘lanadi. Kovalent bog‘lanish nazariyasiga ko‘ra, bunday bog‘lanish hosil bo‘lishida elektron bir atomdan ikkinchi atomga o‘tmaydi (chunki bu atomlarning elektromanfiyligi bir xil), balki o‘zaro ta’sir qiluvchi ikkala atomga tegishli bo‘lib qoladi. Atom bog‘lanishli qattiq moddalarga misol qilib, olmosni ko‘rsatish mumkin. Olmosda uglerodning har bir atomi uglerodning boshqa to‘rtta atomi bilan bog‘langan, bu to‘rtala bog‘lanish bir xil bo‘lganligidan olmos kristalini bitta gigant molekula deb qarash lozim.

**Molekulyar bog‘lanish.** Bunday bog‘lanishli qattiq moddalar kristall panjaralarining tugunlarida molekulalar turadi. Bu molekulalar bir-biriga molekulalararo kuchlar vositasida tortilib turadi. Molekulalararo kuchlar molekulalarni bir-biriga nisbatan zaif tortib turganligidan molekulyar bog‘lanishli qattiq moddalarning suyuqlanish temperaturasi va qattiqligi past bo‘ladi.

**Metall bog‘lanishlar.** Bunday bog‘lanishli qattiq jismlar (metallar) kristall panjaralarining tugunlarida musbat zaryadli ionlar turadi, ionlarni esa erkin elektronlar, ya’ni elektronlar buluti qurshab olgan bo‘ladi. Elektronlar buluti ayrim ion yoki atomlarning qobiqlari bilan bog‘langan bo‘lmay, balki kristallning butun hammasiga oiddir. Demak, metall bog‘lanishlar musbat zaryadli ionlar bilan erkin elektronlarning o‘zaro tortishuvidan iboratdir.

### Nazorat uchun savollar

1. Kimyoviy bog‘lanish nima va u qanday hosil bo‘ladi?
2. Kimyoviy bog‘ qanday xarakteristikaga ega?
3. Kimyoviy bog‘lanishning qanday turlari mavjud?
4. Kovalent bog‘lanishning xossalarini tushuntiring.
5. Donor-aktseptor bog‘i qanday hosil bo‘ladi?
6. Vodorod bog‘lanishni izohlang.
7. Ion bog‘lanish va uning xususiyatlari nimadan iborat?
8. Valentlik va oksidlanish darajasi bir-biridan qanday farqlanadi?

## 6–BOB. TERMOKIMYO

### 6.1. Termokimyoviy jarayonlar. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar

Kimyoning kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlari miqdorini o‘rganadigan bo‘limi *termokimyo* deyiladi va bu soha kimyoviy termodinamikaning bir qismini tashkil etadi. Termodinamika turli jarayonlarda energiyaning bir turdan ikkinchisiga va sistemaning bir qismidan ikkinchi qismiga o‘tishini, shuningdek, berilgan sharoitda jarayonlarning o‘z–o‘zicha borish yo‘nalishi va chegarasini o‘rganadigan fandır. Atrof–muhitdan fikran ajratilgan jism yoki o‘zaro ta‘sir etadigan jismlar to‘plami termodinamikada *sistema* deyiladi. Reaksiya ketayotgan idish, galvanik element kabi ob‘ektlarni sistema deb hisoblash mumkin. Agar sistemaning tarkibiy qismlari bo‘lgan jismlar va modda o‘rtasida issiqlik almashinishi kechayotgan bo‘lsa, hamda sistema to‘la termodinamik parametrlar bilan tavsiflanadigan bo‘lsa sistema *termodinamik sistema* deyiladi.

Sistema bilan bevosita yoki bilvosita ta‘sirlashadigan har qanday narsa *atrof muhit* bo‘ladi. Atrof muhit shunday katta o‘lchamga egaki, issiqlik berilishi yoki issiqlik olinishi natijasida uning temperaturasi o‘zgarmaydi deb hisoblanadi.

Termodinamik sistemaning bir holatdan boshqa holatga o‘tishi termodinamikada *jarayon* deyiladi. Termodinamika grekcha “terme” va “dynamis” ya‘ni “issiqlik” va “ish” so‘zlaridan olingan bo‘lib, temperatura, issiqlik hamda issiqlik va ishning bir–biriga aylanishi ma‘nosini anglatadi.

Kimyoviy reaksiyalarda ajraladigan yoki yutiladigan energiya ko‘pincha issiqlik tarzida bo‘lganligidan, energiyaning chiqishi bilan boradigan reaksiyalar *ekzotermik* reaksiyalar deb ataladi. Bunday reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori musbat (+) ishora bilan belgilanadi. Vodorodning kislorod yordamida yonishini ekzotermik reaksiyaga misol qilib keltirish mumkin:



Umuman olganda har qanday ekzotermik jarayonda reaksiya uchun olingan moddalardagi energiya zaxirasi reaksiya mahsulotlarining energiya zaxirasidan ortiq bo‘ladi.

Energiyaning yutilishi bilan boradigan reaksiyalar esa *endotermik* reaksiyalar deb ataladi. Bunday reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori manfiy (–) ishora bilan belgilanadi. Azotning kislorod bilan reaksiyaga kirishib azot (II) oksidi hosil qilish reaksiyasi endotermik reaksiyaga misol bo‘lishi mumkin.



Endotermik jarayonda avvalgi mahsulotlarning energiya zaxirasi ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun reaksiya paytida energiya yutiladi.

Issiqlik yutilishi yoki issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar *termokimyoviy reaksiyalar* deyiladi.

Reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdorini o‘lchash va uni reaksiya tenglamasiga kiritish mumkin. Shu issiqlik miqdori har qanday energiya birliklari — kilokalloriya (*kcal*) lar, kaloriya (*kal*)lar shuningdek, joul (*j*)lar va kilojoul (*kj*) lar bilan ifoda qilinadi. 1 *kcal*=4180*j* yoki 4,18 *kj* ga tengdir.

Yutilgan yoki chiqarilgan energiyaning miqdori reaksiyaning *issiqlik effekti* deyiladi.

Issiqlik effekti odatda reaksiyaga kirishayotgan 1 mol modda uchun olinadi. Shuning uchun ko‘p hollarda termokimyoviy reaksiyalarda kasr sonlardan ham foydalanishga to‘g‘ri keladi. Masalan: vodorodning kislorodda yonishi jarayonida 1 mol suvning hosil bo‘lish issiqligi 285,8 kJga teng.



+ 285,8 kJ

Oddiy moddalardan 1 mol birikma hosil bo‘lganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning *hosil bo‘lish issiqligi* deyiladi.

## 6.2. Lavuaze–Laplas va Gess qonunlari

Barcha termodinamik hisoblar termokimy qonunlariga asoslangan. Termokimyoga oid ikkita qonun kashf etilgan bo‘lib, biri Lavuaze–Laplas qonuni va ikkinchisi Gess qonunidir. Bu qonunlar energiya saqlanish qonunidan kelib chiqadi.

**Lavuaze–Laplas qonuni.** 1784 yilda Lavuaze va Laplas kashf etgan birinchi qonun quyidagicha ta‘riflanadi.

*Har qaysi kimyoviy birikma uchun parchalanish issiqligi uning hosil bo‘lish issiqligiga teng, lekin ishorasi qarama – qarshi bo‘ladi.*

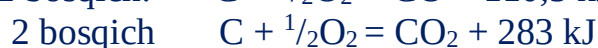
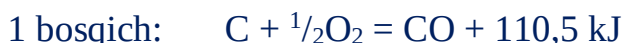
Masalan:



**Gess qonuni.** 1840 yilda G.I.Gess termokimyoning ikkinchi qonunini tajriba asosida kashf etdi. Bu qonun quyidagicha tariflanadi:

*Reaksiyaning issiqlik effekti jarayoning qanday usulda olib borilishiga bog‘liq emas, balki faqat reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning boshlang‘ich va oxirgi holatiga bog‘liq*

Masalan, CO<sub>2</sub> ni ikki usulda hosil qilinsin. Birinchi usul quyidagi ikki bosqichdan iborat bo‘lsin:



jami: 393,5 kJ

Reaksiyadan ko‘rinadiki 1 mol karbonat angidrid gazini hosil qilish uchun jami (110,5kJ+283kJ) 393,5 kJ energiya ajralib chiqadi.

Ikkinchi usulda reaksiyani bosqichsiz (bir yo‘la) olib borilsin.



Demak, har ikki usulda CO<sub>2</sub> ning hosil bo‘lishi issiqlik effekti +393,5 kJ ga teng ekan.

Termodinamika nuqtai nazardan kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti uning entalpiyasi ΔH deb yuritiladi va u issiqlik effektiga teskari ishorali.

$$\Delta H = -Q \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ / mol.}$$

Yuqoridagi kimyoviy reaksiyalarda ayrim bosqichlarning entalpiyalari yig‘indisi umumiy jarayonning entalpiyasiga teng. Kimyoviy reaksiyaning entalpiyasini topish uchun reaksiya mahsulotlarining hosil bo‘lish entalpiyallari yig‘indisidan dastlabki moddalarning hosil bo‘lish entalpiyalari yig‘indisini ayirib tashlash kerak:

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{mahs}} - \sum \Delta H_{\text{dast.mod.}}$$

Bu yerda  $\Delta H$ –reaksiyaning entalpiyasi  $\sum \Delta H_{\text{mahs}}$  – reaksiya mahsulotining hosil bo‘lish entalpiyalari yig‘indisi  $\sum \Delta H_{\text{dast.mod.}}$ –dastlabki moddalarning hosil bo‘lish entalpiyalari yig‘indisi.

### 6.3. Entalpiya va entropiya

Termodinamikada entalpiya tushunchasi ham keng qo‘llaniladi. *Entalpiya*–doimiy bosimda turgan sistemaning energiyasidir. Entalpiya son jixatdan ichki energiya va potensial energiya yig‘indisiga teng:

$$H = U + pV$$

Entalpiya ham ichki energiya kabi holat funksiyasi hisoblanadi. Tenglamadagi  $U$ ,  $p$  va  $V$  sistemaning xossalari. Entalpiyaning o‘zgarishi jarayon yo‘liga emas, balki boshlang‘ich va oxirgi holatlarga bog‘liq. Entalpiya kimyoda katta ahamiyatga ega, chunki kimyoviy reaksiya davomida issiqlik doimiy bosimda o‘tkaziladi. Shuning uchun kimyoviy jarayonlarda ichki energiyani emas, entalpiyani aniqlash zarurroq, chunki ichki energiya sistema hajmini o‘zgarishiga sarf bo‘lgan energiyani hisobga olmaydi. Gazlarda ichki energiya va entalpiya orasidagi farq suyuqliklar va qattiq moddalardagiga qaraganda kattaroq, chunki suyuqliklar va qattiq moddalar qizdirilganda ularning hajmi kam o‘zgaradi. Entalpiya holat funksiyasi bo‘lganligi uchun  $\Delta H$  to‘liq differensial hisoblanadi. Termodinamikada asosan entalpiya o‘zgarishi hisobga olinadi.

$$\Delta H = H_{\text{oxir.}} - H_{\text{boshl.}}$$

$\Delta H$  ning qiymati J/mol da ifodalanadi. Jarayon davomida entalpiya ortsa uning qiymati musbat deb olinadi.

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

Har qanday sistema o‘zining betartibligini oshirishga intiladi. Tartibsizlikning miqdoriy o‘lchovini belgilaydigan holat funksiyasi *entropiya* deyiladi va  $S$  harfi bilan belgilanadi. Entropiya tushunchasi fanga Klauzius tomonidan kiritilgan bo‘lib, grekcha “o‘zgarish” degan ma‘noni anglatadi. Moddaning entropiyasi moddaning shu holatda turish ehtimolligining logarifmiga to‘ri proporsionaldir.

$$S = k \ln W$$

Yuqoridagi tenglama Bolsman tenglamasi deyiladi. Undagi  $k$  – Bolsman doimiysi.  $W$  – termodinamik ehtimollik, ya‘ni ayni makroholatning amalga oshishini ta‘minlovchi imkoniyatlar yoki mikroholatlar soni.

O‘z–o‘zicha sodir bo‘ladigan qaytmas jarayonlarda har doim sistemaning entropiyasi kattalashadi, ya‘ni  $\Delta S > 0$  bo‘ladi. Bunda  $\Delta S$ –sistema entropiyasining o‘zgarishidir.



Qaytar jarayonlarda yopiq sistemaning entropiyasi o'zgarmaydi ya'ni  $\Delta S=0$  bo'ladi. Ideal toza kristall moddaning entropiyasi absolyut nolga teng. Temperatura ortishi bilan sistemaning entropiyasi kattalashadi. Entropiya jismda qancha foydasiz energiya borligini ko'rsatuvchi kattalik bo'lib, jismning holatiga bog'liq funksiyadir. Uning mutlaq qiymatini o'lchab bo'lmaydi. Faqat sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tgandagi entropiya o'zgarishini o'lchash mumkin.

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

Sistema entropiyasining o'zgarishi issiqlik miqdori o'zgarishini absolut temperaturaga nisbatiga tengdir:

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

### **Nazorat uchun savollar**

1. Termodinamika qanday tushunchalarni o'z ichiga oladi?
2. Termokimyoviy tenglama reaksiyaning odatdagi tenglamasidan qanday farq qiladi?
3. Reaksiyaning issiqlik effekti bilan uning entalpiyasi orasida qanday bog'lanish bor?
4. Gess qonunini ta'riflang.
5. Lavuaze–Laplas qonunini ta'riflang va uni izohlab bering.
6. Moddalarning hosil bo'lishi issiqlik effektini tushuntiring.
7. Gess qonunining qo'llanilishiga misollar keltiring.
8. Entalpiya nima?
9. Entropiya nima?

## 7–BOB. KIMYOVIY KINETIKA VA KIMYOVIY MUVOZANAT

### 7.1. Kimyoviy kinetikaning asosiy tushunchalari

Kimyoviy kinetika – kimyoviy reaksiyalarning tezligi haqidagi taʼlimot boʻlib, u kimyoviy reaksiyalar tezligining vaqt boʻyicha oʻzgarishi qonuniyatlarini oʻrganadi. Turli kimyoviy reaksiyalar har xil tezlikda boradi. Baʼzi reaksiyalar juda tez boradi, boshqalari shu darajada sekin boradiki, yuzaki qaraganda xatto reaksiya bormayotganga oʻxshaydi. Portlash bir onda sodir boʻladigan reaksiyaga misoldir. Bunda sekundning ulushlarida portlovchi qattiq modda gazsimon mahsulotlarga aylanadi. Temirning zanglashi, yaʼni korroziyalanish jarayoni yillar davomida boradigan reaksiyadir. Korroziyalanish tufayli yiliga ishlab chiqariladigan metallning taxminan 12% befoyda yoʻqoladi. Korroziyalanish jarayoni atrof–muhitga bogʻliq. Masalan, namlik yuqori va havosi oʻrtacha issiq mamlakatlarda poʻlat va temir buyumlar oʻrtacha mintaqalardagiga qaraganda tezroq zanglaydi. Bir idishga xona haroratida vodorod bilan kislorodni aralashtirib solinsa, har qancha uzoq vaqt qoʻyib qoʻyilganda ham idishda suv tomchisi paydo boʻlmaydi. Bunda vodorod kislorod bilan umuman birikmaydiganga oʻxshaydi. Aslida esa reaksiya juda sekin boradi idishda suv tomchisi hosil boʻlishi uchun bir necha yil oʻtishi kerak. Lekin, shu idish qizdirilganda tez orada “terlaydi” suv hosil boʻladi. 500°C da esa bu gazlar bir onda portlash bilan birikib suv hosil qiladi. Biror reaksiyadan amalda foydalanishda uning qanday tezlik bilan borishini bilishning ahamiyati katta. Masalan, kimyoviy reaksiyalardan foydalaniladigan ishlab chiqarish jarayonlarida apparatning unumdorligi reaksiyaning tezligiga bogʻliq. Agar koʻmirning yonish reaksiyasi bir onda sodir boʻladigan boʻlsa, biz koʻmirdan yoqilgʻi sifatida foydalana olmagan boʻlar edik. Kimyoviy kinetika qonunlarini oʻrganish sodir boʻladigan jarayonning muhim tomonlarini, reaksiyaning mexanizmini chuqurroq tushunib olishga, reaksiyalarni ongli ravishda boshqarishga imkon beradi. Kimyoviy kinetikani oʻrganishga rus olimlaridan N.A.Menshutkin (birinchi boʻlib eritmalardagi reaksiyalarning kinetikasini tekshirgan), N.A.Shilov (murakkab reaksiyalarning kinetikasini oʻrgangan) va boshqa olimlar katta xissa qoʻshgan.

### 7.2. Reaksiya tezligi va unga taʼsir etuvchi omillar

Maʼlumki har qanday kimyoviy hodisa natijasida bir modda boshqa moddaga aylanadi. Bu maʼlum vaqt ichida dastlabki modda miqdorini kamayishi va yangi hosil boʻlayotgan modda miqdorini ortib borishi bilan roʻy beradi yaʼni har bir reaksiya maʼlum tezlik bilan boradi. Ushbu mulohazadan kelib chiqib kimyoviy reaksiyalar tezligiga quyidagicha taʼrif berish mumkin.

*Reaksiya tezligi deb, vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi (yoki hosil boʻluvchi) moddalar konsentratsiyasining oʻzgarishiga aytiladi.*

Agar reaksiya uchun sarflangan vaqtni –  $t$  (sek) va olingan moddalar konsentratsiyani –  $C$  (mol/l) bilan belgilansa, reaksiya tezligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{\pm \Delta C}{\Delta t}$$

Reaksiya tezligining oʻlchov birligi –mol/l.sek bilan oʻlchanadi.

Reaksiya tezligi dastlabki moddalar konsentratsiyalari orqali ifodalansa, (bu moddalar konsentratsiyalari reaksiya mobaynida kamayib borgani uchun):  $V = -\Delta C / \Delta t$  ko‘rinishda, agar hosil bo‘layotgan moddalar (ularning miqdori vaqt o‘tishi bilan ko‘payib boradi) konsentratsiyasi orqali ifodalansa  $V = +\Delta C / \Delta t$  ko‘rinishida bo‘ladi.

Ko‘pchilik hollarda juda qisqa vaqt ichida ( $\Delta t$ ) reaksiya tezligini o‘lchashga to‘g‘ri keladi. Bu tezlik “ayni vaqt” dagi yoki “*oniy*” tezlik deyiladi va moddalar konsentratsiyasi o‘zgarishining vaqt bo‘yicha xosilasi holida yoziladi.

**Reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining reaksiya tezligiga ta‘siri.** Har qanday reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga, konsentratsiyasiga, haroratga, qattiq moddalarning sirt yuzasiga va maydalanish darajasiga, bosimga, katalizatorning ishtirok etish–etmasligiga bog‘liq bo‘ladi. Reaksiya tezligi moddaning ichki tuzilishiga ham bevosita bog‘liqdir. Odatda, qutbsiz molekulali moddalar reaksiyaga sekin kirishadi, oson qutblanuvchi va qutbli molekulalar reaksiyaga tezroq kirishadi. Ayniqsa, ion bog‘lanishli moddalar suvdagi eritmalarda o‘zaro tez reaksiyaga kirishadi.

**Reaksiya tezligiga konsentratsiya ta‘siri. Massalar ta‘siri qonuni.** Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog‘liq. Moddalar konsentratsiyasi qancha katta bo‘lsa, hajm birligida shuncha ko‘p molekula bo‘ladi, shuning uchun ular tez–tez to‘qnashadi va reaksiya mahsulotiga aylanadi. Natijada reaksiya shuncha tez boradi. Vaqt o‘tishi bilan kimyoviy reaksiya tezligi kamayadi. Chunki reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi kamayib, ularning to‘qnashishlar soni kamayadi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi bilan reaksiya tezligi orasidagi bog‘lanishi massalar ta‘siri qonunida o‘z ifodasini topgan. Bu qonun 1867 yilda norvegiyalik olimlar K.Guldberg va P.Vaage tomonidan kashf etilgan.

Massalar ta‘siri qonuni quyidagicha ta‘riflanadi:

*Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarning ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsionaldir.* Masalan:  $A + B \rightarrow C$  reaksiya uchun massalar ta‘siri qonuni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi

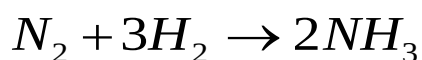
$$V = K[A] \cdot [B]$$

Yuqoridagi tenglamada,  $V$  – reaksiya tezligi;  $[A]$  va  $[B]$  – moddalar konsentratsiyasi;  $K$  – tezlik konstantasi. Agar  $[A] = [B] = 1$  bo‘lsa  $V = K$  bo‘ladi.

Demak, kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi  $K$  – reaksiyaga kirishuvchi har qaysi moddaning konsentratsiyasi 1 mol/l bo‘lgan holdagi reaksiya tezligiga son jixatdan tengdir.

Agar reagentlarning stexiometrik koeffitsientlari birdan boshqa songa teng bo‘lsa, masalan:  $aA + bB \rightarrow cC$  umumiy reaksiya uchun massalar ta‘siri qonunining matematik ifodasi quyidagicha bo‘ladi:  $V = K[A]^a \cdot [B]^b$

Masalan azot va vodoroddan ammiak molekulasining hosil bo‘lishi reaksiyasi uchun massalar ta‘siri qonuni bo‘yicha reaksiya tezligining matematik ifodasi quyidagicha bo‘ladi:



$$V = K[N_2] \cdot [H_2]^3$$

Massalar ta'siri qonunidan foydalanib, konsentratsiyaning o'zgarishi bilan reaksiya tezligining o'zgarishini hisoblab topish mumkin.

**Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri, Vant–Goff qoidasi.** Haroratning ortishi, odatda reaksiya tezligining keskin ortishiga sabab bo'ladi. Reaksiya tezligining haroratga miqdoriy bog'liqligini Vant–Goff qoidasi bilan aniqlanadi: harorat har 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2–4 marta ortadi. Bu qoidaning matematik ifodasi quyidagicha:

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

bunda  $V_{t_2}$  – harorat  $t_2$  gacha ko'tarilgandan keyingi reaksiya tezligi;

$V_{t_1}$  – reaksiyaning  $t_1$  haroratdagi boshlang'ich tezligi;

$\gamma$  – reaksiyaning harorat koeffitsienti, ya'ni harorat 10°C ko'tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi son.

Misol: Agar reaksiyaning harorat koeffitsienti 4 ga teng bo'lsa, harorat 10°C dan 50°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi qanday ortadi? Bu quyidagicha yechiladi:

$$V_{50} = V_{10} \cdot 4^{\frac{50-10}{10}} = V_{10} \cdot 4^4 = V_{10} \cdot 256;$$

bundan: 
$$\frac{V_{50}}{V_{10}} = 256$$

Demak, reaksiya tezligi 256 marta ortadi.

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun zarrachalar o'zaro to'qnashishi kerak, lekin har qanday zarrachalarning o'zaro to'qnashuvlari reaksiya sodir bo'lishiga olib kelavermaydi. Faqat ortiqcha energiyaga ega bo'lgan aktiv zarrachalar orasidagi to'qnashuvlarga kimyoviy reaksiyani vujudga keltiradi.

Passiv zarrachalarni aktiv holatga o'tkazish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha energiya *aktivlanish energiyasi* deyiladi.

Yuqorida ta'kidlaganimizdek kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyada ishtirok etayotgan qattiq moddalarning sirt yuzasiga va maydalanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Agar reaksiyaga kirishuvchi qattiq moddaning sirt yuzasi qanchalik katta yoki maydalanish darajasi yuqori bo'lsa, reaksiya tez, aksincha bo'lsa, sekin boradi.

**Reaksiya tezligiga bosimning ta'siri.** Kimyoviy reaksiyalarda gaz moddalar ishtirok etadigan hollarda jarayonning tezligiga bosimning o'zgarishi katta ta'sir ko'rsatadi. Bosimning o'zgarishi bilan reaksiyaga kirishuvchi gazlarning konsentratsiyasi o'zgaradi, demak reaksiya tezligi ham o'zgaradi. Ushbu  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{NO}_{2(g)}$ , reaksiya tizimida bosim 3 marta oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgarishini ko'rib chiqaylik. Reaksiyada agar bosimni 3 marta oshirsak, tizim hajmi mos ravishda 3 barobarga kamayadi. Shu bilan birga reaksiyada qatnashuvchi moddalar konsentratsiyasi ham 3 marta oshadi. Massalar ta'siri qonuniga ko'ra dastlabki reaksiya tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$V_{\text{dastlabki}} = k[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

Bosim 3 barobar ortishi natijasida NO va O<sub>2</sub> konsentratsiyalari ham 3 marta ortadi va reaksiya tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$V_{oxirgi} = k \cdot 3^2 [NO]^2 \cdot 3 [O_2] = k \cdot 27 [NO]^2 \cdot [O_2]$$

Bosim ta'sirida oxirgi reaksiya tezligining dastlabki reaksiya tezligiga nisbati bosim o'zgargandan keyingi tezligini ifodalaydi. Yuqoridagi reaksiyada bosim 3 marta oshirilishi natijasida reaksiya tezligi 27 marta ortadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{V_{ox}}{V_{bosh}} = \frac{k \cdot 27 [NO]^2 \cdot [O_2]}{k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]} = 27$$

### 7.3. Katalitik reaksiyalar. Gamogen va getrogen kataliz

Kimyoviy reaksiyalarning tezligining katalizatorlar ishtrokida o'zgarishiga *kataliz* deyiladi. Kattaliz kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirishning eng samarali va ratsional vositaslaridan biridir. Kattaliz hodisasini birinchi bo'lib, arab alkimyogari Abu Musa Jarib 702 yilda sulfat kislota ishtirokida spirtidan efir olish misolida kuzatgan. XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida kimyo fanida kattaliz hodisasini tizimli o'rganila boshlandi. Kattaliz so'zi grekcha "katalysis" so'zidan olingan bo'lib, "buzish" ma'nosini anglatadi. Kattalizator so'zini 1835 yilda Berselius fanga kiritdi.

Katalizatorlar kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib oraliq mahsulot hosil qiladigan, lekin reaksiya oxirida kimyoviy jixatdan o'zgarmay qoladigan moddalardir.

Agar katalizator reaksiya tezligini oshirsa, bunday jarayon musbat kataliz, katalizator qo'shilganda reaksiya tezligi kamayadigan bo'lsa, manfiy kataliz deyiladi.

Reaksiya tezligini sekinlashtiradigan katalizatorlar *ingibitorlar* deb ataladi.

Katalizator reaksiyada muvozanat holati qaror topishini tezlashtiradi, xolos. Lekin uni biror tomonga siljitmaydi. Katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklarini bir xil darajada oshiradi.

Amalda ko'pincha past haroratda muvozanat holatiga tez erishish kerak, chunki xuddi shunday sharoitda reaksiya mahsulotlari ko'p hosil bo'ladi, ya'ni, muvozanat konstantasining qiymati katta bo'ladi. Masalan, azot bilan vodoroddan ammiak sintez qilishda reaksiya juda yuqori haroratlarda boradi, chunki bu gazlarning birikish reaksiyasining faollanish energiyasi nihoyatda katta.



Lekin, harorat ko'tarilgan sari muvozanat aralashmada kamroq ammiak olinadi, harorat ko'tarilishi bilan reaksiyaning muvozanat konstantasi kamayadi va demak, bu reaksiyani yuqori haroratda olib borish samarali emas. Shu reaksiya katalizator ishlatilganda esa past haroratda, ya'ni ancha qulay sharoitlarda muvozanat holatiga tez erishish mumkin.

Katalizatorlarning ikkinchi muhim xossasi tanlab ta'sir etishdir. Kattalizatorning yuqori darajada tanlab ta'sir etish xossasiga nitrat kislota ishlab chiqarishda ammiakni oksidlash jarayonini misol qilib keltirish mumkin. Bunda platinali kattalizator asosiy reaksiyaning ya'ni, ammiakni NO gacha oksidlash reaksiyasini keskin tezlashtiradi (reaksiya sekundning o'ndan bir ulushlari ichida tugallanadi).



Qo'shimcha reaksiyalar esa (ammiakning  $N_2O$  va  $N_2$  gacha oksidlanishi) termodinamik qulay sharoit bo'lishiga qaramay tezlashmaydi. Aksincha sekin o'tadi.







Bu holat iqtisodiy jihatdan katta foydalidir. Ayniqsa, juda yuqori darajada tanlab taʼsir etish xossasiga va oʻta katta aktivlikka ega boʻlgan katalizatorlarga tabiiy yuqori molekulyar katalizatorlar – fermentlarni ham misol qilib koʻrsatish mumkin. Ular faqat bitta moddanigina oʻzgartiradi (boshqa moddalarga aylantiradi) va reaksiya bir necha million hatto milliard marta tezlashadi.

Katalizda uchraydigan deyarli barcha hollarda katalizator reaksiya uchun olingan moddalar bilan oʻzaro taʼsirlashib, oraliq mahsulotlar hosil qiladi. Umumiy holda  $A + B = AB$  reaksiya uchun katalizator K ishtirokida jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:



Baʼzan kimyoviy reaksiyalarda hosil boʻladigan moddalarning oʻzi shu reaksiyalarda katalizator sifatida taʼsir etadi. Bunday reaksiyalar *avtokatalitik reaksiyalar* deyiladi. Bunda reaksiya tezligi avval kichik boʻlib, soʻngra tez ortib ketadi, ammo reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi kamayishi bilan reaksiyaning tezligi ham pasayadi. Katalizatorlarga taʼsir etganida uning faolligini kamaytiradigan moddalar ham bor. Bunday moddalar katalitik zaharlar, hodisaning oʻzi esa katalizatorning zaharlanishi deyiladi. Zaharlanish qaytar va qaytmas boʻladi. Qaytar zaharlanishda zaharli taʼsir etuvchi modda tugashi bilan katalizatorning faolligi tiklanadi. Qaytmas zaharlanishda esa katalizatorning faolligini tiklash uchun uni regeneratsiyalash, yaʼni mahsus ishlov berib zaʼarli moddadan tozalash lozim boʻladi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator bir jinsli sistema yoki turli fazalardan iborat sistema hosil qilishga qarab gomogen yoki geterogen kataliz boʻladi.

**Gomogen kataliz.** Gomogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator bir jinsli sistema hosil qiladi. Gomogen katalizga  $\text{CO}_2$  ning suv bugʻi ishtirokida CO, gacha katalitik oksidlanishi yoki eruvchan uglevodorodlar suvdagi eritmada gidrolizlanishning kislota ishtirokida tezlashuvi misol boʻla oladi. Birinchi holda reaksiyaga kirishuvchi modda bilan katalizator bir jinsli gaz faza, ikkinchi holda esa bir jinsli chin eritma hosil qiladi. Bularda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizatorlar orasida chegaraviy sirt boʻlmaydi. Sulfat kislota ishlab chiqarishda oltingugurt (IV) oksidining oksidlanib, sulfat angidritga aylanishida azot oksidlari katalizator boʻlib xizmat qiladi. Bu jarayonda oksidlovchi boʻlgan azot (IV) oksid  $\text{NO}_2$  qaytarilib, NO ga aylanadi. Soʻngra bu oksid havo kislorodi taʼsirida oksidlanib, yana  $\text{NO}_2$  ga aylanadi. Bu jarayonda katalizator oraliq birikma hosil qilib, soʻngra undan toʻliq qaytariladi, natijada uning miqdori va tarkibi oʻzgarmasdan qoladi. Eritmalarda boradigan gomogen katalizga koʻpincha vodorod va gidroksil ionlari sababchi boʻladi. 1811–yilda kislotalarning katalitik taʼsirini Rossiyada birinchi boʻlib, K. Kirxgoff kashf etgan. Shakarning inversiyasi murakkab efirlarning sovunlanishi va koʻpgina boshqa reaksiyalar eritmada vodorod ionlari boʻlganida tezlashadi bu ionlarning konsentratsiyasi koʻpaygan sari reaksiyaning tezligi ham ortib boradi. Eritmalardagi gomogen katalitik reaksiyalarda ham katalizator ishtiroki orqali birikmalar hosil boʻlishi aniqlangan. Gomogen katalizda ancha barqaror oraliq birikma hosil boʻlishi bilan bir qatorda ion va molekulalarning juda qisqa vaqt mavjud boladigan birikmalari

ham katta rol o'ynaydi. Bunday birikmalar ion dipolli o'zaro ta'sir yoki vodorod bog'lanish hosil bo'lishi tufayli vujudga keladi. Bunday birlashishlar natijasida zarrachalarning qutblanishi ularning reaksiyaga kirishishi xususiyati va to'qnashgandagi bir-biriga tegib turish muddati o'zgarishi mumkin. Bularning hammasi reaksiya tezligining o'zgarishiga olib keladi. Sanoatda gamogen kataliz bilan bir qatorda geterogen katalizdan ham keng ko'lamda foydalaniladi.

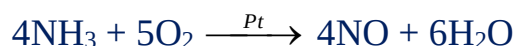
**Geterogen kataliz.** Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator turli agregat hollarda bo'ladigan reaksiyalar geterogen kataliz deyiladi. Amalda uchraydigan geterogen katalizning ko'pida katalizatorlar qattiq modda reaksiyaga kirishuvchilar esa suyuqlik yoki gazlar bo'ladi. Shuning uchun geterogen katalizning barcha jarayonlarida reaksiya katalizatorning sirtida boradi. Demak, katalizator sirtining kattaligi va xossalari sirt qatlamining kimyoviy tarkibiy tuzilishi va holati katalizatorning faolligida muhim rol o'ynaydi. Geterogen katalizda katalizator sirtining ahamiyati kattaligi sababli sirtidagi atomlar sonini ko'paytirish uchun maydalangan faol moddalar ishlatiladi. Lekin kukunsimon katalizatorning gaz oqimi osongina ilashtirib olib ketadi, ko'p miqdorda olinganda esa oqimga katta qarshilik ko'rsatadi. Shu sababli, odatda, inert materialga (silikagelga, alyumogelga) cho'ktirilgan faol moddalar ishlatiladi yoki faol moddaning o'zini g'ovak tabletka, sharcha, yoki silindrlar shaklida katalizatorlar hosil qilinadi.

Geterogen kataliz, asosan, moddaning katalizator sirtiga adsorblanishi bilan bog'liq. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar katalizator sirtiga adsorblanib reaksiyaga kirishadi, so'ngra hosil bo'lgan mahsulotlar katalizator sirtidan desorblanadi, va chiqib ketadi. Demak, bunda katalizator sirtining hammasi emas balki uning faol qismlari faol markazlarigina ishtrok etadi. Reaksiyaga kirishuvchi molekulalar katalizator sirtiga adsorblanganda bu moddalarning struktur-energetik holatida o'zgarish yuz beradi, ularning reaksiyaga kirish xususiyati ortadi, molekulalardagi kimyoviy bog'lanishlar susayadi. Boshqacha aytganda, bu molekulalar katalizator sirtiga adsorblanmay, xemosorbsiya sodir bo'ladi. Katalizator sirtiga xemosorblangan reaksiyaga kirishuvchi molekulalar qatlamini katalizator sirtidagi molekulalar bilan hosil bo'lgan oraliq birikmalar deyish mumkin.

Katalizatorlarning kristall panjarasining tuzilishiga mos ravishda katalizator sirtida joylashgan bir necha atom yoki ionlardan iborat kichikroq sirt qismlari *multiplertlar* deb ataladi. Bu atom yoki ionlarning katalizatorning sirtqi qatlamida joylashuvi reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekulalaridagi atomlarning joylashuviga geometrik jixatdan mos kelgandagina katalitik faollik namoyon bo'ladi.

Geterogen katalizning faol ansambllar nazariyasi ham bor. Bu nazariyaga ko'ra katalitik xossasi bo'lmagan modda (yoyuvchi) sirtiga yuqtirilgan modda atomlar katalitik faollik ko'rsatadi. Bu atomlarning kichikroq to'plamlari ansambllari (2–3 atomdan tarkib topgan) faol markazlar hosil qiladi. Bunday katalizatorning ansambllar soniga va ularning o'zaro joylashtiruv tartibiga bog'liq. Katalizning eng yangi nazariyasi elektron-kimyoviy nazariyasidir. Reaksiyaga kirishayotgan modda bilan katalizatorning o'zaro ta'sir xarakteriga qarab elektron nazariyada barcha katalitik reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish va kislota-ishqoriy reaksiyalarga bo'linadi. Birinchi tipdagi reaksiyalarda elektronlar katalizatorlarga yoki katalizatorlardan moddaga

o'tadi. Shuning uchun barcha oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarda metallar (Fe, Ni, Pt va boshqalar) katalizator bo'ladi. Masalan:



Kislota ishqoriy reaksiyalarda kataliz protonlar o'tishi bilan boradi. Bunda katalizatorlar sifatida turli ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va boshqalar) kuchli kislota yoki asoslar ishlatiladi.

#### 7.4. Katalizatorlarning sanoatdagi ahamiyati

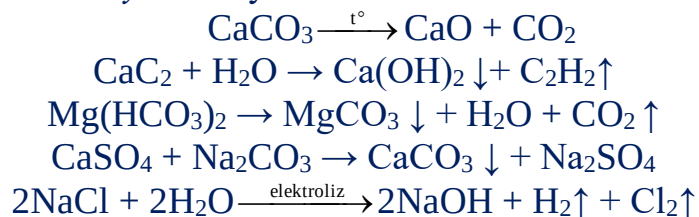
Katalizatorlarni sanoatda qo'llash kun sayin ortib bormoqda. So'nggi yillarda o'zlashtirilgan yangi ishlab chiqarishlarning 90 % dan ko'prog'ida katalizatorlar qo'llaniladi. Katalitik reaksiyalar kimyo va termodinamikaning umumiy qonuniyatlariga bo'ysunadi, ammo katalizatorlarning ta'siri kimyoviy jarayonlarni amalga oshirishni ancha osonlashtiradi. Katalizatorlar reaksiya tezligini minglab, hatto millionlab marta oshiradi reaksiyalarni nisbatan past haroratda borishini ta'minlaydi hamda iqtisodiy jihatdan ham foydalidir. Ko'pgina ishlab chiqarish jarayonlarini katalizator tufayligina amalga oshirish mumkin bo'ldi.

Kataliz muhim anorganik mahsulotlar: vodorod, ammiak, sulfat va nitrat kislotalarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Kataliz ayniqsa organik moddalar ishlab chiqarish texnologiyasida keng qo'llaniladi. Masalan, katalizatorlar qo'llash bilan polimerlar, sintezlash uchun yarim mahsulotlar olinadi. Polimerlanish va polikondensatlanish reaksiyalari ham katalizator ishtirokida boradi. Neftni qayta ishlash usullarining ko'pchiligi katalizator qo'llashga asoslangan. Masalan, katalitik kreking, riforming, izomerizatsiya, aromatizatsiya, uglevodorodlarni alkillash va boshqalar. Tirik tabiatda amalga oshadigan kataliz tamoyillaridan foydalanish bir qator ishlab chiqarish tarmoqlarini ratsional qayta qurish va oziq–ovqat resurslarini kengaytirish imkonini bergan bo'lar edi.

#### 7.5. Qaytar va qaytmas reaksiyalar

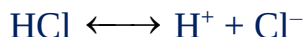
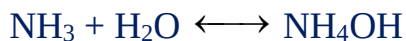
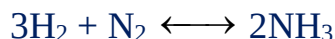
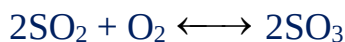
Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikki turga ya'ni qaytar va qaytmas reaksiyalarga ajratish mumkin.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar to'liq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar – *qaytmas reaksiyalar* deyiladi. Masalan:



Qaytmas reaksiyalar faqat bir yo'nalishda boradi va bular amalda to'liq oxirigacha boradigan reaksiyalardir. Agar dastlabki moddalar stexiometrik nisbatda olingan bo'lsa, reaksiya mahsulotlari dastlabki moddalar bilan ifloslanmagan, yaxshi toza moddalar hosil bo'ladi.

Aksariyat kimyoviy jarayonlar qaytar reaksiyalardir. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir qismi reaksiya mahsulotlariga aylanib, ayni vaqtda reaksiya mahsulotlari qaytadan dastlabki moddalarga aylanib turadigan kimyoviy jarayonlar *qaytar reaksiyalar* deyiladi. Masalan:



Bu misollardan ko‘rinib turibdiki qaytar reaksiyalar ikkita o‘zaro qarama–qarshi boruvchi reaksiyalardan iborat bo‘lib, ular qatoriga ko‘pchilik birikish, dissotsiylanish, gidrolizlanish, kompleks hosil bo‘lish reaksiyalarini kiritish mumkin.

## 7.6. Kimyoviy muvozanat. Le–Shatele prinsipi

Qaytar reaksiyalar boshlangan paytda to‘g‘ri reaksiyaning tezligi –  $V_1$  katta, teskari reaksiyaning tezligi –  $V_2$  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, ya‘ni  $V_1=V_2$  ga teng bo‘ladi. Masalan  $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$  reaksiya uchun to‘g‘ri va teskari reaksiya tezliklari quyidagicha ifodalanadi:

$$V_1=k_1[A]^a \cdot [B]^b$$

$$V_2=k_2[C]^c \cdot [D]^d$$

Qaytar jarayonning to‘g‘ri va teskari reaksiyalar tezligi teng bo‘lgan holati *kimyoviy muvozanat* deyiladi. Bunda  $V_1=V_2$  bo‘lgani uchun:

$$K_1[A]^a \cdot [B]^b = K_2[C]^c \cdot [D]^d \text{ bo‘ladi.}$$

$$\text{Bundan, } K_m = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Yuqoridagi formulada  $K_m$  – muvozanat konstantasi.  $K_m$  – ning qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati va haroratiga bog‘liq, lekin aralashmaydigan moddalarning konsentratsiyasi, bosim va katalizatorga bog‘liq emas. Moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentratsiyasi *muvozanat konsentratsiyasi* deyiladi.

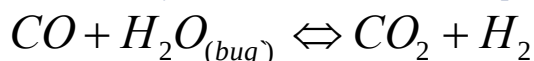
Kimyoviy muvozanat qaror topganda reaksiya to‘xtamaydi, o‘zaro qarama–qarshi ikki jarayon orasida harakatchan (siljishi mumkin bo‘lgan) kimyoviy muvozanat qaror topadi.

**Le–Shatele prinsipi.** Kimyoviy muvozanat faqat o‘zgarmas sharoitda saqlanib turadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi, harorati yoki bosimi o‘zgarsa, muvozanat buziladi va reaksiyada qatnashuvchi hamma moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentratsiyasi o‘zgaradi.

Sharoit o‘zgarishi bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalarning muvozanat konsentratsiyasining o‘zgarishi muvozanatni siljishi deyiladi. Muvozanatni siljishi 1884 yilda ta‘riflangan umumiy qoidaga – Le–Shatele prinsipiga buysunadi. Le–Shatele prinsipi quyidagicha ta‘riflanadi: *kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemada tashqi sharoitlardan biri (masalan: harorat, bosim yoki konsentratsiya) o‘zgartirilsa, muvozanat tashqi ta‘sirni kamaytiradigan reaksiya tomoniga siljiydi.*

Reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining konsentratsiyasi ortganda, muvozanat shu modda konsentratsiyasining kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljiydi. Aksincha, reaksiyada qatnashuvchi moddalardan birining

konsentratsiyasi kamayganda, muvozanat shu modda hosil bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Buni ushbu reaksiya misolida ko'rib chiqamiz:



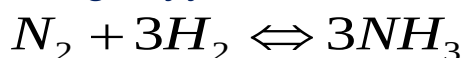
Agar CO yoki H<sub>2</sub>O ning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat o'ngga siljiydi. CO<sub>2</sub> yoki H<sub>2</sub> konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat chapga siljiydi. CO yoki H<sub>2</sub>O ning konsentratsiyasi kamaytirilganda ham muvozanat chapga siljiydi.

Le–Shatele prinsipiga muvofiq, harorat ko'tarilganda muvozanat endotermik reaksiya (ya'ni issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiya) tomonga siljiydi. Harorat pasaytirilsa, muvozanat ekzotermik reaksiya (ya'ni issiqlik chiqarishi bilan boradigan reaksiya) tomonga siljiydi. Masalan:



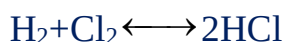
Bu reaksiyada harorat oshirilsa, muvozanat o'ng tomon, ya'ni NO ni hosil bo'lish reaksiyasi tomoniga siljiydi. Aksincha, haroratni pasaytirilsa, muvozanat chap tomon, ya'ni NO ni parchalanish reaksiyasi tomoniga siljiydi.

Sistemada gaz moddalari ishtirok etsa, bosim ahamiyatga ega bo'ladi, chunki bosimning o'zgarishi konsentratsiyaning o'zgarishi demakdir. Le–Shatele prinsipiga muvofiq bosimning ortishi, muvozanatni gaz aralashmasidagi molekulalar umumiy sonining kamayishiga va demak, sistemada bosimning kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljitadi. Aksincha, bosim kamaytirilsa, muvozanat gaz molekulalarining umumiy sonining ortishiga va natijada sistemada bosimning ortishiga sabab bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



Bu reaksiyada bir molekula azot bilan uch molekula vodoroddan faqat ikki molekula ammiak hosil bo'ladi. Bunda molekulalar soni kamaygani uchun bosimning ko'tarilishi reaksiya muvozanatini o'ngga ammiak hosil bo'lishi tomoniga siljitadi. Aksincha, bosim kamayganda, muvozanat chapga ammiak parchalanadigan tomonga siljiydi.

Gaz moddalarning hajmi o'zgarmaydigan jarayonlarda bosim muvozanatga ta'sir ko'rsatmaydi. Masalan:



Bu reaksiyada bir molekula vodorod bilan bir molekula xloridan ikki molekula vodorod xlorid hosil bo'ladi. Ushbu reaksiya natijasida hajm o'zgarmaydi shuning uchun bosim bu reaksiya muvozanatiga ta'sir etmaydi.

Kimyoviy muvozanat qonunlarini o'rganish qaytar kimyoviy reaksiyalarni boshqarishda va ulardan ko'proq mahsulot olishda katta ahamiyatga egadir.

### **Nazorat uchun savollar.**

1. Kimyoviy kinetika deganda nimani tushunasiz?
2. Reaksiya tezligi nima?
3. Moddalar massalari ta'siri qonunining mohiyatini tushuntiring.
4. Vant–Goff qoidasini tushuntiring.
5. Katalizator nima?



6. Gomogen va geterogen kataliz deganda nimani tushunasiz?
7. Ingibitorlar nima?
8. Qaytar va qaytmas reaksiyalar deb qanday reaksiyalarga aytiladi.
9. Kimyoviy muvozanat nima?
10. Le–Shatele prinsipining mohiyatini tushuntiring.
11. Muvozanatga temperatura taʼsirini tushuning.
12. Qanday sistemalarda muvozanatning siljishi bosimga bogʻliq emas?

## 8–BOB. ERITMALAR, ULARNING TURLARI. SUYULTIRILGAN ERITMALAR XOSSASI, OSMOTIK BOSIM.

### 8.1. Eritmalar va dispers sistemalar, ularning turlari

Ikki yoki undan ortiq tarkibiy qismdan iborat bo‘lgan gomogen sistema *eritma* deyiladi. Odatda, eng ko‘p tarqalgan suyuq eritmalar haqida so‘z yuritiladi.

Eritmalarning tabiatdagi ahamiyati juda katta. Odam va hayvonlar organizmida ovqat eritma holida hazm bo‘ladi yoki o‘simliklar oziqlilik moddani tuproqdan eritma holatida qabul qiladi. Shuningdek, kimyoviy ishlab chiqarishda ko‘pgina jarayonlar (masalan ishqorlarning olinishi) asosan eritmalarda sodir bo‘ladi.

Bir modda ichida boshqa bir moddaning ma‘lum darajada maydalangan zarralar hamda tarqalishi natijasida hosil bo‘lgan sistemalar *dispers sistemalar* deyiladi.

Dispers faza zarrachalarning o‘lchamiga qarab, dispers sistemalar bir necha guruhga bo‘linadi:

1. Dag‘al dispers sistemalar.
2. Kolloid eritmalar.
3. Chin (haqiqiy) eritmalar.

Dag‘al dispers sistemalarda dispers faza zarrachalarning o‘lchami 100 nm dan katta bo‘lib, ularni ko‘z bilan yoki oddiy mikroskopda ko‘rish mumkin. Ular zarrachalari oddiy filtr qog‘ozdan ham o‘tmaydi. Dispers faza zarrachalari tezda idish tubiga cho‘kadi yoki qavat holida ajraladi. Dag‘al dispers sistemalar geterogen sistemalaridir.

Dag‘al dispers sistemalar tarkibiga ko‘ra, suspenziya va emulsiyalarga bo‘linadi. Dispers faza qattiq moddadan, dispersion muhit suyuq moddadan iborat dag‘al dispers sistemaga *suspenziya* deyiladi. Suspenziyaga, bo‘rning mayin kukuni va suv aralashmasi misol bo‘ladi. Dispers faza ham, dispersion muhit ham suyuq moddadan iborat dag‘al dispers sistemaga *emulsiya* deyiladi. Emulsiyaga, sut, o‘simlik moyi yoki benzinning suv bilan aralashmasi misol bo‘ladi.

Dispers faza zarrachalari o‘lchami 1 nm dan 100 nm oralig‘ida bo‘lgan dispers sistemalar kolloid eritmalar, boshqacha aytganda, *zollar* deyiladi. Dispers muhiti gazsimon bo‘lgan moddalar sistemasi aerezollar, dispers faza qattiq bo‘lganda tutunlar deyiladi. Agar dispers faza gaz dispers muhit suyuqlik bo‘lsa, bunday sistema *ko‘pik* deyiladi. Kolloid eritmalarga kon plazmasi, tuxum oqsilining suvdagi eritmasi misol bo‘ladi.

Kolloid eritmalar mikroheterogen sistemalaridir. Kolloid eritmalar zarrachalarini faqat ultramikroskopda payqash mumkin. Ular oddiy filtr qog‘ozidan o‘tib ketadi, kichik teshikli ultrafiltrdan o‘tmaydi. Kolloid eritmalarda koagulyatsiya hodisasi kuzatiladi. Kolloid zarrachalarning molekulyar tortishish kuchi ta‘sirida bir-biriga yopishib, ancha yirik agregatlar holida cho‘kishi *koagulyatsiya* deyiladi.

Kolloid eritmalar faqat o‘tuvchan yorug‘likdagina tiniq bo‘ladi. Chin eritmadan farq qilib, kolloid eritmalar qaytgan nurda, odatda, loyqaga o‘xshab ko‘rinadi, bu yorug‘likning tarqalishidir. Agar kolloid eritmalardan nurlar dastasi o‘tkazilsa, suyuqlikda yaxshi ko‘rinadigan yorug‘lik konusi paydo bo‘ladi, bu hodisa *Tindal effekti* deyiladi.

Kolloid sistemalar amalda katta ahamiyatga ega. Ular suvni tozalashda, gazlarni elektr yordamida tozalashda, kauchuk ishlab chiqarishda va qishloq xo'jaligining boshqa sohalarida ishlatiladi.

Chin (haqiqiy) eritmalar zarrachalar o'lchami 1 nm dan kichik bo'ladi, ular zarrachalarini mikroskop yordamida ham ko'rib bo'lmaydi. Har qanday filtr qog'ozdan o'tib ketadi, yorug'lik nurini to'g'ridan-to'g'ri o'tkazadi, koagulyatsiyalanmaydi. Chin eritmalarga, osh tuzi yoki shakarining suvdagi eritmasi misol bo'ladi.

## 8.2. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash usullari. Eruvchanlik

Eritmaning yoki erituvchining ma'lum massa miqdorida yoki ma'lum hajmida erigan modda miqdori *eritma konsentratsiyasi* deb ataladi. Eritma konsentratsiyasi bir necha usulda ifodalash mumkin:

**1. Erigan moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi** Erigan modda massasini eritmaning umumiy massasiga nisbati erigan moddaning massa ulushini tashkil qiladi.

$$\varpi = \frac{m_{er.m.}}{m_{er.m.} + m_{erituvchi}} = \frac{m_{er.m.}}{m_{eritma}}$$

Bu qiymatni 100 ga ko'paytirilsa, massa ulushini foizlar ifodalangan qiymati foiz konsentratsiyasi olinadi.

$$C\% = \frac{m_{er.m.} \cdot 100\%}{m_{eritma}}$$

### 2. Molyar konsentratsiya.

1 litr (1000 ml) eritmada erigan moddaning mollar soni bilan ifodalanadigan konsentratsiyasi *molyar konsentratsiya* deyiladi.

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000 \text{ yoki } C_M = \frac{n}{V}$$

bu yerda  $C_M$  – eritmaning molyar konsentratsiyasi, mol/l yoki molyarli;

$m$  – erigan moddaning massasi (g);

$M$  – erigan moddaning molekulyar massasi (g/mol);

$V$  – eritmaning hajmi (ml);

$n$  – erigan modda miqdori (mol);

$V$  – eritma hajmi (litr).

### 3. Normal konsentratsiya.

1 litr (1000 ml) eritmada erigan moddaning gramm ekvivalentlar soni bilan ifodalanadigan konsentratsiyasi *normal konsentratsiya* deyiladi.

$$C_M = \frac{m}{E \cdot V} \cdot 1000$$

bu yerda  $C_M$  – eritmaning normal konsentratsiyasi

$E$  – erigan moddaning ekvivalent masasi (g/ekv)

$M$  – erigan moddaning masasi

$V$  – eritmaning hajmi (ml).

**4. Molyal konsentratsiya.** 1000 g erituvchida erigan moddaning gramm molekulalar soniga *molyal konsentratsiyasi* (molyallik) deyiladi.

$$C_{molyal} = \frac{m_{er.m.} \cdot 1000}{m_{erituvchi} \cdot M}$$

Titrlash 1 ml eritmadagi erigan moddaning massa miqdori *titrlash* deb ataladi va T harfi bilan belgilanadi.

$$T = \frac{E \cdot N}{1000}$$

bu yerda *E*—erigan modda ekvivalent massa.

*N*— eritmaning normal konsentratsiyasi

**Eruvchanlik.** Moddaning biror erituvchining 100 grammida eriy olish xususiyati moddaning *eruvchanligi* deyiladi. Moddalarning eruvchanligi (ya'ni to'yingan eritmasining konsentratsiyasi) erigan moddaning va erituvchining tabiatiga shuningdek, harorat va bosimga bog'liq.

Ayni moddaning ma'lum haroratda 100 g erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan massasi uning *eruvchanlik koeffitsienti* deb ataladi.

Quyida ba'zi moddalarning 20°C dagi eruvchanligi keltirilgan.

| Modda                                         | Eruvchanlik,<br>grammda |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> | 200                     |
| NaCl                                          | 35                      |
| CaCO <sub>3</sub>                             | 0,0013                  |
| AgJ                                           | 0,00000013              |

Nazariy jixatdan olganda mutlaqo erimaydigan modda bo'lmaydi. Hatto, oltin va kumush ham juda oz darajada bo'lsa ham suvda eriydi.

Ko'pincha, qattiq moddalarning suvda eruvchanligi harorat ko'tarilishi bilan ortib boradi. Gazlarda, aksincha, temperatura ortishi bilan eruvchanlik kamayib boradi.

Moddalar eriganda issiqlik yutiladi yoki ajralib chiqadi. Bir mol modda eriganda yutiladigan yoki ajraladigan issiqlik miqdori shu moddaning *erish issiqligi* deb ataladi, hamda *Q* harfi bilan belgilanadi. Agar modda eriganda issiqlik yutilsa *Q* manfiy ishora bilan issiqlik ajralib chiqsa musbat ishora bilan ko'rsatiladi.

Masalan, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ning erish issiqligi –6,32 kkal (–26,5kj)ga, KOH ning erish issiqligi +13,3 kkal (+55,7kj) ga teng.

### 8.3. Osmos hodisasi va osmotik bosim

Eritmadagi diffuziya, osmos hodisasi, eritmalarining bug' bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining va hokazolar eritmalarining xossalari hisoblanadi.

Eritmalardagi diffuziya, osmos hodisalari, eritma ustidagi bug' bosimining toza erituvchikiga qaraganda pastligi, eritmaning qaynash, muzlash temperaturalari erigan modda zarrachalari soniga bog'liq xossalari bo'lib, ular eritmaning kolligativ xossalari deb yuritiladi. Agar katta shisha silindrga qandning suyuq eritmasi solinib, ustiga ehtiyotlik bilan suv quyilsa, qand zarrachalari vaqt o'tishi bilan sekin—asta yuqoriga ko'tarila boshlaydi. Qand molekulalari garchi suv molekulalariga qaraganda og'ir bo'lsa ham yuqoriga ko'tarilaveradi. Bu o'zaro aralashish jarayoni butun hajmda qand konsentratsiyasi bir xil bo'lguncha davom etadi.

Bu jarayon ya'ni bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida o'z-o'zicha taqsimlanish *diffuziya* deb ataladi.

Agar erituvchi bilan eritma o'rtasiga yarim parda qo'ysak, bu parda orqali erituvchi eritmaga o'tib, uni suyultira boshlaydi. Erituvchining yarim parda orqali o'tish jarayoni **osmos** hodisasidir.

Osmos ikki xil sababga ko'ra kuzatiladi. Birinchidan, toza suvda suv molekulalarining konsentratsiyasi eritmadagiga qaraganda yuqori bo'ladi. Ikkinchidan, eritmada suv molekulalari eruvchi modda molekulalari bilan birikib, gidratlar hosil qiladi. Suyultirilgan eritmalarda osmos eruvchi va erituvchi moddalar xiliga emas, asosan eritmaning hajm birligida eruvchi modda zarrachalari soniga bog'liq bo'ladi. Eritma bug'i bosimining toza erituvchi bug' bosimiga qaraganda past bo'lishi bilan osmos hodisasi orasida yaqin bog'lanish bor. Osmosni miqdoriy xarakterlash uchun osmotik bosim tushunchasi bilan tanishamiz.

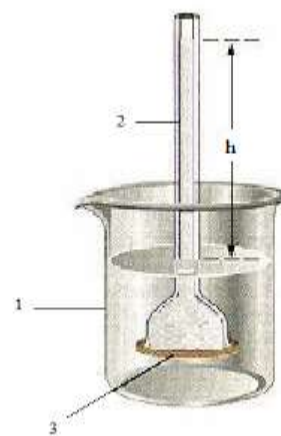
Faraz qilaylik 6.1–rasmda tasvirlanganidek ikkita idish olib, katta idishga toza suv, tubi yarim o'tkazgich parda bilan qoplangan naysimon kichik idishga qand eritmasi solinadi. Kichik idish katta idishga tushirilganligi uchun unga yarim o'tkazgich parda orqali suv o'tib, naycha ichida suyuqlik sirti ko'tarila boshlaydi.

Binobarin, eritma ustidagi gidrostatik bosim ortadi. Bu bosim ortgan sari suv molekulalarining yarim o'tkazgich parda orqali katta idishga o'tish tezligi orta boradi. Ma'lum vaqtdan keyin bu ikki qarama-qarshi jarayonlar tezligi tenglashib, muvozanat qaror topadi.

Shu paytdan boshlab naychada suyuqlik ko'tarilishdan to'xtaydi ana shunday muvozanat holatga mos kelgan gidrostatik bosim *osmotik bosim* deyiladi.

Yarim o'tkazgich pardalar jumlasiga mol pufagi, ichak devorlari, o'simlik pardalari kiradi.

Yarim o'tkazgich pardani sun'iy usul bilan pergament qog'oz, sellofan kabilardan ham tayyorlash mumkin. Sun'iy yarimo'tkazgich pardani dastlab, 1867 yilda fiziolog Traube tayyorlagan.

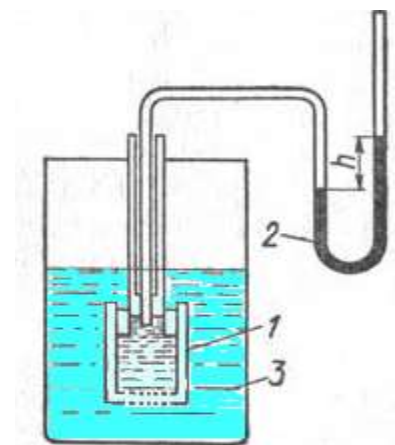


**6.1–rasm. Osmotik bosimning kattaligini aniqlash.** 1– stakan, 2– shisha trubka, 3– yarim o'tkazgich parda

1877 yilda Pfeffer osmotik bosimni o'lchashga imkon beradigan yarim o'tkazgich pardalar tayyorladi. Buning uchun sirlanmagan chinni (yoki sopol) silindrni  $\text{CuSO}_4$  eritmasi bilan to'ldirib, uni sariq kon tuzi  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  eritmasi solingan idishga tushirdi. Silindr devorlaridagi mayda teshiklarda  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  tuzi cho'kib, natijada juda yaxshi yarim o'tkazgich parda hosil bo'ladi. Bu silindr manometrga birlashtiriladi va tayyorlangan asbob osmometr deb ataladi.



Agar silindrga qandning quyuq eritmasi, stakanga toza suv solinsa, tubandagi hodisani kuzatish mumkin. Qand zarrachalari yarim o'tkazgich pardadan o'ta olmaydi, ammo suv zarrachalari silindrga kirib eritmani suyultiradi. Silindrda suyuqlik hajmi ortib, manometrning bir qismidagi simobni bosadi. Manometrning ikkinchi qismidagi simob ko'tarila boshlaydi va ma'lum vaqt o'tgandan keyin simob ko'tarilishi to'xtaydi, chunki silindrga suv kirgan sari nay ichidagi gidrostatik bosim ortib borib, nihoyat osmotik bosimga tenglashib qoladi (6.2–rasm).



**6.2–rasm. Osmometr sxemasi.**

1 – osmometr, 2 – manometr, 3–erituvchi to'ldirilgan idish.

Shunday qilib, manometr ichidagi simobning balandligi  $h$  ni o'lchab eritmaning osmotik bosimini aniqlash mumkin. Eritmalarning osmotik bosimi juda katta qiymatga ega bo'la oladi. Masalan, dengiz suvining osmotik bosimi 28 atmosferaga yaqin.

1886 yilda Vant–Goff Pfeffer natijalarini Boyle–Mariott va Gey–Lyussak qonunlariga o'xshashligini ko'rsatadi. Ana shu o'xshashlikka asoslanib, Vant–Goff eritmalarning osmotik, ya'ni fizikaviy nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq, erigan modda eritma ichida xuddi gaz holatiga o'xshagan holatda bo'ladi. Vant–Goff eritmalarning osmotik bosimi uchun Mendeleyev–Klaapeyron tenglamasiga o'xshash quyidagi tenglamani taklif qildi:

$$P = \frac{n}{V} RT$$

Bunda:  $P$ –eritmaning osmotik bosimi;

$V$ –eritmaning hajmi;  $n$ –erigan moddaning mol sonlari;

$R$ –gaz doimiysi;

$T$ –eritmaning absolyut temperaturasi.

Shu bilan Vant–Goff Avogadro qonuni ham eritmalar uchun tatbiq etilishi mumkinligini isbotladi. Masalan, bir litr eritmada bir mol eruvchi modda bo'lsa, bunday eritmaning osmotik bosimi 22,4 atm.ga teng bo'lishi kerak, chunki

$P = \frac{n}{V} RT = 0.082 \cdot 273 = 22.4 \text{ atm.}$ , bu tenglamada  $\frac{m}{V} = C$  molyar konsentratsiya ekanligini

e'tiborga olsak:

$$P = CRT$$

formula kelib chiqadi. Yuqoridagi formulada:

$R$  – eritmaning osmotik bosimi;

$C$  – eritmaning molyar konsentratsiyasi;

$R$  – universal gaz doimiysi;

$T$  – absolyut harorat.

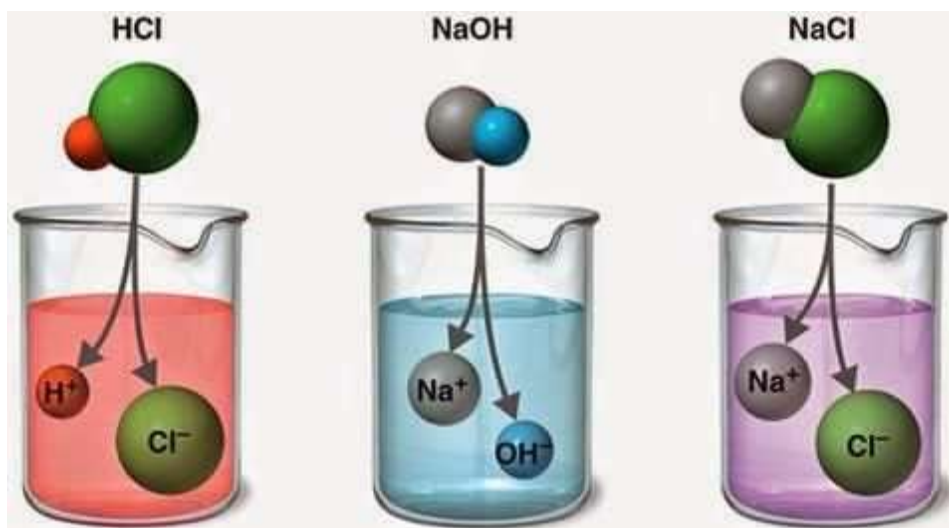
## 9-BOB. ELEKTROLIT ERITMALAR. TUZLARNING GIDROLIZI

### 9.1. Elektrolitik dissotsiyanlash nazariyasi

Elektr toki o'tkazilganda zarralari harakatlanuvchi (ion o'tkazuvchanlik) va kimyoviy o'zgarish (elektrokimyoviy reaksiya) sodir bo'ladigan, elektr tokini o'tkazuvchi moddalar *elektrolitlar* deb ataladi. Ular individual modda yoki eritma bo'lishi mumkin. Sodda ta'rifga ko'ra – eritilganda ionlarga ajraluvchi moddalar *elektrolit* deyiladi. Ammo bu jo'n ta'rif qattiq elektrolitlar va elektrolit suyuqlanmalarini qamray olmaydi. Elektrolitlarga yana quyidagicha ta'rif berish mumkin: *suvdagi eritmalar yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazuvchi moddalar elektrolitlar deyiladi*. Kislota, asos va tuzlar elektrolitlardir.

Elektrolitik dissotsiyanlash nazariyasini (1883–1887 yil) shved olimi Svante Arrenius (1859–1927 yil) ishlab chiqqan va ilmiy xizmatlari uchun 1902 yilda xalqaro Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan. Ana shu nazariyaga muvofiq elektrolit eritilganda, erituvchi molekularining ta'sirida, ionlarga ajraladi (dissotsiyanadi).

Elektrolitlar suvdagi eritmalarida yoki suyuqlanmalarida musbat va manfiy zaryadlangan ionlarga dissotsiyanadi. Musbat zaryadlangan ionlar kationlar, manfiy zaryadlangan ionlar anionlar deyiladi. Masalan HCl suvdagi eritmasida  $H^+$  va  $Cl^-$  ionlariga, NaOH  $Na^+$  va  $OH^-$  ionlariga, NaCl esa  $Na^+$   $Cl^-$  dissotsiyanlangan holda bo'ladi (9.1–rasm).

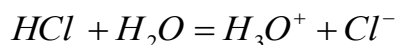


9.1–rasm. Elektrolit eritmalarini dissotsiyanlash

Ionlarning uzluksiz harakati elektr tokini o'tkazishga sabab bo'ladi. Elektrolit ionlarga ajralganda bitta molekuladan ikki va undan ortiq ion hosil bo'lishi natijasida eritmada zarrachalarning umumiy soni ortadi.

**Kislota, asos va tuzlarning dissotsiyanlashi.** Eritmada vodorod kationi  $H^+$  va kislota qoldig'i anioniga dissotsiyanlanuvchi birikmalar *kislotalar* deyiladi. Masalan:  $HNO_3 \leftrightarrow H^+ + NO_3^-$

Hosil bo'lgan  $H^+$  ionida elektron qavat bo'lmaydi. Shuning uchun u suvli muhitda  $H^+ + H_2O = H_3O^+$  hosil qiladi. Eritmada  $H^+$  ionining bo'lishi eritmalarining kislotali xususiyatiga sabab bo'ladi.

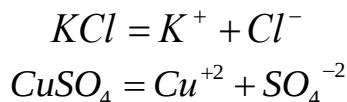


Biroq, dissotsiylanish tenglamalarining soddalashtirish maqsadida  $H_3O^+$  o'rniga  $H^+$  yoziladi.

Asoslar eritmalarida metall ionlari bilan gidroksid ionlariga dissotsiylanadi, masalan:  $NaOH \leftrightarrow Na^+ + OH^-$

Asoslar eritmalarida  $OH^-$  ionlarining borligi ishqoriy muhit hosil qiladi.

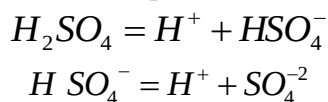
Tuzlar eritmalarida metall ionlari bilan kislota qoldig'i ionlariga dissotsiylanadi. Masalan:



Suvdagi eritmalarida ionlarga to'liq ajraladigan elektrolitlar kuchli elektrolitlar deyiladi. Ular jumlasiga  $HClO_4$ ,  $HCl$  va boshqa kislotalar,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  kabi asoslar va ko'pchilik tuzlar kiradi.

Suvdagi eritmalarida qisman dissotsiylanib juda oz miqdorda ionlar hosil qiluvchi elektrolitlar kuchsiz elektrolitlar deyiladi. Ular jumlasiga kuchsiz kislotalar ( $CH_3COOH$ ,  $H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ) qiyin eruvchi asoslar, shuningdek  $NH_4OH$  va ba'zi tuzlar kiradi.

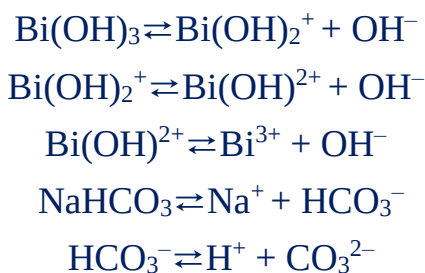
**Bosqichli dissotsiylanish.** Ko'p negizli kislotalar, ko'p ko'p negizli asoslar, nordon va asosli tuzlar bosqichli dissotsiylanadi. Kislotalarning dissotsiylanishi ularning tarkibidagi vodorodlar soniga bog'liq. Chunki kislotalar tarkibidagi vodorod soniga qarab bir negzli ( $HCl$ ,  $HF$ ,  $HNO_3$ ) kislotalar, ikki negizli ( $H_2SO_3$ ,  $H_2CO_3$ ) kislotalar, uch negzli ( $H_3PO_4$ ,  $H_3AsO_4$ ) bo'linadi. Ko'p negizli kislotalar bir negizli kislotalardan farqli ravishda bosqichli dissotsiylanadi. Masalan sulfat kislota ikki negizli kislota bo'lganligi uchun ikki bosqichda dissotsiylanadi:



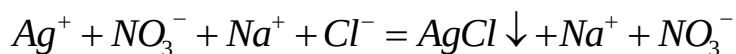
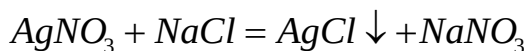
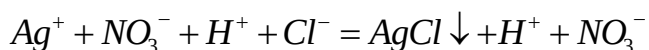
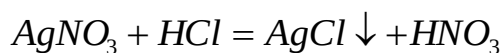
Dissotsiylanishning har bir bosqichini o'ziga xos muvozanat (dissotsiylanish) konstantasi mavjud.

$$k_1 = \frac{[H^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} = 1,7 \cdot 10^{-2} \quad k_2 = \frac{[H^+][SO_3^{2-}]}{[H SO_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

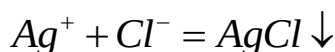
Ko'p negizli asoslar hamda nordon tuzlarning ham bosqichli dissotsiylanishini vismut (III) gidroksidi –  $Bi(OH)_3$  va natriy gidrokarbonat tuzi –  $NaHCO_3$  misolida ko'rishimiz mumkin:



Elektrolit eritmalarida boradigan jarayonlarda erigan modda ionlari orasida turli reaksiyalar boradi. Masalan:



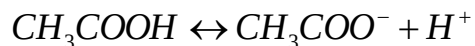
Bu reaksiyalarning mohiyati shundaki, eritmadagi,  $Ag^+$  va  $Cl^-$  ionlari o'zaro ta'sirlashib  $AgCl$  cho'kmasini hosil qiladi.  $H^+$  va  $Na^+$  va  $NO_3^-$  ionlari ushbu almashinish reaksiyalarida o'zgarmaydi, shuning uchun bu ionlarni reaksiya tenglamasini tuzishda yozish shart emas. Yuqoridagi jarayon bitta umumiy formula bilan ifodalanadi:



Elektrolit eritmalarida sodir bo'ladigan reaksiyalarning mohiyatini ko'rsatib beruvchi bunday qisqartirilgan tenglamalar ionli tenglamalar deyiladi.

Qiyin eruvchan moddalar, kam dissotsiyanuvchi elektrolitlar, oson uchuvchan moddalar ionli tenglamada hamma vaqt molekula holida yoziladi. Kimyoviy reaksiyalar elektrolitlar eritmalarida erkin ionlarning bog'lanishi tomonga yo'naladi.

**Dissotsiyanish darajasi.** Kuchsiz elektrolitning dissotsiyanishi natijasida hosil bo'lgan kation va anionlar bir biri bilan to'qnashib qayta erigan modda molekulasini hosil qila oladi, demak kuchsiz elektrolitning elektrolitik dissotsiyanishi qaytar jarayondir. Kuchsiz elektrolitning dissotsiyanish tenglamasida kuchli elektrolitning dissotsiyanish tenglamasidan farqli o'laroq tenglik belgisi o'rniga qaytar belgisi yoziladi.



Erigan moddalar yoki eritmadagi elektrolit miqdorining qancha qismi ionlarga ajralganligini ko'rsatuvchi kattalik elektrolitik *dissotsiyanish darajasi* deyiladi va  $\alpha$  harfi bilan belgilanadi.

$\alpha = \frac{n}{N}$  bu yerda  $n$  – moddaning ionlarga ajralgan molekular soni;  $N$  – erigan moddaning umumiy molekular soni.

Elektrolitning dissotsiyanish darajasini foizda ifodalash uchun  $\alpha$  ni 100% ko'paytiriladi.

Agar elektrolitning dissotsiyanish darajasi  $\alpha < 3\%$  bo'lsa kuchsiz elektrolit,  $\alpha = 3-30\%$  bo'lsa o'rta kuchli elektrolit,  $30\%$  dan ortiq bo'lsa, kuchli elektrolit hisoblanadi. Kuchli va kuchsiz elektrolitlarga quyida keltirilgan jadvaldagi moddalarni misol qilish mumkin.

#### Kuchli va kuchsiz elektrolitlarga ayrim misollar

| Kuchli elektrolitlar |            | Kuchsiz elektrolitlar |            |
|----------------------|------------|-----------------------|------------|
| nomi                 | formulasi  | Nomi                  | formulasi  |
| Xlorid kislota       | HCl        | Sirka kislota         | $CH_3COOH$ |
| Nitrat kislota       | $HNO_3$    | Borat kislota         | $H_3BO_3$  |
| Natriy sulfat        | $Na_2SO_4$ | Sianid kislota        | HCN        |
| Perxlorat kislota    | $HClO_4$   | Sulfid kislota        | $H_2S$     |

|                     |                                |                       |                                                 |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| Yodid kislota       | HJ                             | Ammoniy gidroksid     | NH <sub>4</sub> OH                              |
| Kaliy gidroksid     | KOH                            | Karbonat kislota      | H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                  |
| Natriy gidroksid    | NaOH                           | Nitrit kislota        | HNO <sub>2</sub>                                |
| Sulfat kislota      | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Suv                   | H <sub>2</sub> O                                |
| Bromid kislota      | HBr                            | Silikat kislota       | H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                 |
| Permanganat kislota | HMnO <sub>4</sub>              | Ftorid kislota        | HF                                              |
| Kaliy nitrat        | KNO <sub>3</sub>               | Chumoli kislota       | HCOOH                                           |
| Kumush nitrat       | AgNO <sub>3</sub>              | Sulfit kislota        | N <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                  |
| Boriy gidroksid     | Ba(OH) <sub>2</sub>            | Alyuminiy gidroksid   | Al(OH) <sub>3</sub>                             |
| Kaliy xlorid        | KCl                            | Temir (II) gidroksid  | Fe(OH) <sub>2</sub>                             |
| Ammoniy xlorid      | NH <sub>4</sub> Cl             | Temir (III) gidroksid | Fe(OH) <sub>3</sub>                             |
| Natriy xlorid       | NaCl                           | Mis gidroksid         | Cu(OH) <sub>2</sub>                             |
| Magniy xlorid       | MgCl <sub>2</sub>              | Rux gidroksid         | Zn(OH) <sub>2</sub>                             |
| Kaliy sulfat        | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Qo'rg'oshin gidroksid | Pb(OH) <sub>2</sub>                             |
| Kaliy permanganat   | KMnO <sub>4</sub>              | Kalay gidroksid       | Sn(OH) <sub>2</sub>                             |
| Litiy gidroksid     | LiOH                           | Shakar                | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> |

Dissotsiylanish darajasi elektrolit va erituvchining tabiatiga hamda eritmaning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Elektrolitning dissotsiylanish darajasi bir erituvchidan boshqa erituvchiga o'tish bilan o'zgaradi. Eritma suyultirilganda dissotsiylanish darajasi ortadi.

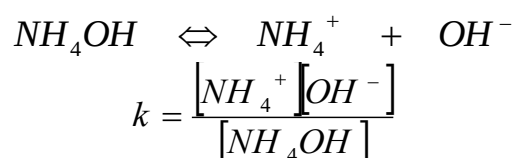
**Dissotsiylanish konstantasi. Suyultirish qonuni.** Elektrolitning dissotsiylanish jarayoni qaytar jarayon bo'lgani uchun, bu jarayon albatta muvozanatga keladi. Agar AB elektrolit  $A^+$  va  $B^-$  ionlarga dissotsiylansa  $AB = A^+ + B^-$  bo'ladi.

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq muvozanat konstantasi quyidagicha hisoblanadi.

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

Demak, muvozanat yuz berganda ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasining dissotsiylanmagan molekular konsentratsiyasiga nisbati o'zgarmaydi. Bu konstanta dissotsiylanish konstantasi  $k$  bilan belgilanadi.

Dissotsiylanish konstantasi  $k$  bilan dissotsiylanish darajasi  $\alpha$  orasida bog'lanish bor. Bu bog'lanishni  $NH_4OH$  misolida ko'rib chiqamiz.



$NH_4OH$  dan hosil bo'lgan kationlar  $NH_4^+$  va anionlar  $OH^-$  soni o'zaro teng.

Elektrolitning mol/litr hisobida olingan konsentratsiyasini  $C$  bilan, dissotsiyalangan molekular konsentratsiyasi  $C\alpha$  bilan, dissotsiya-lanmagan molekular konsentratsiyasini  $C - C\alpha$  bilan belgilasak, har bir molekuladan ikki ion (biri kation, biri anion) hosil bo'lgani uchun, kationlarning ham anionlarning ham



konsentratsiyalari  $C\alpha$  dan bo'ladi. Bu ifodalarni  $k = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$  tenglamasiga

qo'yilsa:  $\frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = k$  yoki  $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = k$  kelib chiqadi.

Bu qonunni Ostvald topgan bo'lib, u *suyultirish qonuni* deyiladi. U dissotsiyanish darajasi bilan konsentratsiya orasidagi bog'lanishni ifodalagani uchun, shu kattaliklarni ifodalashda ishlatiladi. Bu qonunni faqat ikki ionga dissotsiyanuvchi kuchsiz elektrolitlarga tatbiq etiladi.

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyanish darajasi juda kichik bo'lsa, bunday elektrolit uchun  $1-\alpha$  ni 1 deb qabul qilish mumkin, shunda  $k$  ning ifodasi quyidagicha

bo'ladi:  $k = c \cdot \alpha^2$  yoki  $\alpha = \sqrt{\frac{k}{c}}$  kelib chiqadi. Demak, konsentratsiya  $C$  ning kamayishi bilan dissotsiyanish darajasi ortadi.

## 9.2. Suvning dissotsiyanishi va ion ko'paytmasi. Vodorod ko'rsatkich (pH)

Toza suv kuchsiz elektrolit sifatida oz bo'lsada ionlarga dissotsiyanadi:



Bir molekula suvdan bitta  $H^+$  va bitta  $OH^-$  ionlari hosil bo'lsa, 1 litr suvda  $10^{-7}$  mol  $H_2O$  dissotsiyalanganda  $10^{-7}$  g-ion  $H^+$  va  $10^{-7}$  g-ion  $OH^-$  hosil bo'ladi.

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq suvning dissotsiyanish konstantasi:

$$k = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Suvda dissotsiyanmagan molekular soni  $H^+$  va  $OH^-$  ga nisbatan g'oyat ko'p bo'lgani uchun suvni o'zgaras miqdor deyish mumkin, 1 litr suvda  $1000/18 = 55,56$  mol suv bor.

$$[H^+][OH^-] = k \cdot [H_2O] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56$$

Shuning uchun bu konstanta suvning ion ko'paytmasi deyiladi va  $k_{H_2O}$  holida yoziladi.

$$[H^+][OH^-] = k_{H_2O} = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 10^{-7}$$

Shunday qilib, 1 litr suvda  $H^+$  ham  $OH^-$  ham  $10^{-7}$  ga teng bo'ladi. Demak  $22^\circ C$  da suvning ion ko'paytmasi  $10^{-14}$  ga teng bo'lib, shu haroratda o'zgaras miqdordir.

Toza suvda  $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$   $H^+$  va  $OH^-$  ionlarning konsentratsiyalari teng shuning uchun suv neytral moddadir. Suvdagi har qanday eritmalarida  $H^+$  va  $OH^-$  konsentratsiyasi o'zgarishi mumkin, shuning uchun suv neytral moddadir. Suvdagi har qanday eritmalarida  $H^+$  va  $OH^-$  konsentratsiyasi o'zgarishi mumkin, lekin ularning ko'paytmasi o'zgarmaydi.

Agar suvda biror modda eritilganda  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarning konsentratsiyasi teng bo'lsa eritma neytral bo'ladi. Suvga kislota qo'yilsa, unda  $H^+$  konsentratsiyasi oshib ketadi. Lekin  $H^+$  va  $OH^-$  konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgaras bo'lgani uchun  $H^+$  konsentratsiyasi ko'payganda  $OH^-$  konsentratsiyasi kamayadi. Bunda  $H^+$

ning konsentratsiyasi  $10^{-7}$  dan katta bo'ladi. Bunday eritmaning muhiti kislotali bo'ladi.

Har qanday eritmada  $[H^+]\cdot[OH^-]=10^{-14}$  bo'lganidan, uning muhitini aniqlash uchun  $H^+$  ning yoki  $OH^-$  konsentratsiyasini bilish kifoya. Eritma muhitini odatda  $H^+$  ning konsentratsiyasi bilan ifodalash qabul qilingan.

$[H^+]=10^{-7}$  – neytral muhit

$[H^+]>10^{-7}$  – ishqoriy muhit

$[H^+]<10^{-7}$  – kislotali muhit

Agar eritma  $H^+=10^{-5}$  bo'lsa,  $OH^-$  ni hisoblash mumkin:  $OH^-=10^{-9}$ , bunda muhit kislotali bo'ladi.

Agar eritmada  $H^+=10^{-9}$  bo'lsa  $OH^-=10^{-5}$  bo'ladi, bunda muhit ishqoriy bo'ladi.

**Vodorod ko'rsatkich (pH).** Yuqoridagi kichik sonlarni ishlatish noqulay bo'lganligi uchun,  $H^+$  ionlar konsentratsiyalari o'nlik logarifmining teskari manfiy qiymati ishlatiladi va pH bilan belgilanadi, pH ko'pincha vodorod ko'rsatkich deb ataladi.

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

Masalan:  $H^+=10^{-7}$  bo'lsa, u holda  $pH = -\lg 10^{-7} = -(-7) = 7$  bo'ladi, bu muhit neytral bo'ladi. Agarda  $H^+=10^{-3}$  bo'lsa  $pH = -\lg 10^{-3} = -(-3) = 3$  bo'ladi, bu eritmaning muhiti kislotalidir.  $H^+=10^{-9}$  bo'lsa  $pH = -\lg 10^{-9} = -(-9) = 9$  bo'ladi, bu muhit ishqoriy bo'ladi.

Biror eritmada  $pH = 5$  bo'lsa  $pOH = 9$  bo'ladi.

Eritmalarni, umuman kimyoviy reaksiyalarni o'rganishda reaksiya muhiti, ya'ni pH katta ahamiyatga ega.

Eritmalarning vodorod ko'rsatkichi pH odatda indikator yordami bilan aniqlanadi.

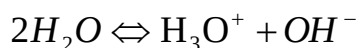
### 9.3. Tuzlar gidrolizi

Agar erituvchi suv bo'lsa, erigan moddalar bilan suv orasida almashinuv reaksiyalari sodir bo'ladi va moddalar parchalanadi. Bu jarayon *gidroliz* deb ataladi. Bunda erigan modda molekulasini parchalanib, suv ionlari bilan, ya'ni  $H^+$  yo  $OH^-$  bilan yoki ham  $H^+$  bilan, ham  $OH^-$  bilan reaksiyaga kirishadi, buning natijasida molekular bilan suv ionlari orasidagi muvozanat buzilib, suvning dissotsiylanishi ancha davom etadi.

Tuzning ionlari suvning  $H^+$  ionlari bilan biriksa, eritma suvning  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasidan oshib ketadi. Eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

Agar, aksincha bo'lsa, eritmaning muhiti kislotali bo'lib qoladi. Ba'zi tuzlar borki, umuman gidrolizlanmaydi va suv bilan reaksiyaga kirishmaydi.

Tuz ionlari bilan suv orasida bo'ladigan, odatda kuchsiz elektrolit (kuchsiz kislota, kuchsiz asos va asosli yoki kislotali tuz) hosil bo'lishiga olib keladigan o'zaro ta'sir *tuzlar gidrolizi* deb ataladi. Gidroliz natijasida suvning dissotsiylanish muvozanati o'ng tomonga siljiydi:

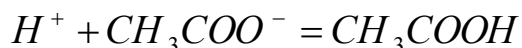


Tuzlarning qanday tipda gidrolizlanishi ularni hosil qilgan kislota bilan asosning kuchiga bog'liq bo'ladi.

1. Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz suvda gidrolizlanadi, eritma ishqoriy xossaga ega bo'ladi

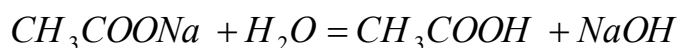


$H_2O = H^+ + OH^-$  bu yerda  $Na^+$  suvning  $OH^-$  ionlari bilan birikmaydi. NaOH kuchli elektrolit hosil bo'lishi kerak edi, lekin u eritmada hamisha ionlar holida bo'ladi. Ammo tuzning atsetat  $CH_3COO^-$  ionlari suvning  $H^+$  ionlari bilan birikadi.

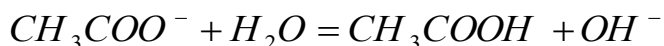
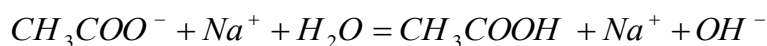


bu kuchsiz kislota u oz dissotsiyalanadi. Natijada eritmadagi  $OH^-$  ionlari  $H^+$  ionlaridan ortiq bo'lgani uchun eritma muhiti ishqoriy bo'ladi:

$CH_3COONa$  gidrolizining molekulyar tenglamasi :

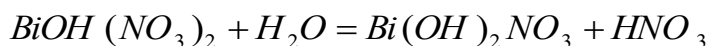


ionli tenglamasi

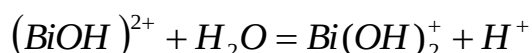
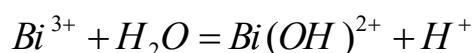


bu tenglamalardan ortiqcha  $OH^-$  borligi, muhitning esa ishqoriy bo'lishi ko'rinib turibdi.

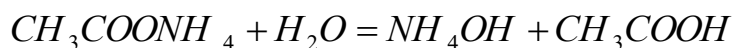
2. Kuchli kislota va kuchsiz asos dan hosil bo'lgan tuz gidrolizlanadi, eritma muhiti kislotali bo'ladi.



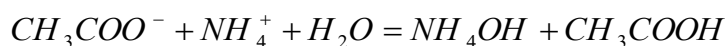
ionli tenglamasi



3. Kuchsiz kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizlanadi. Bunda eritma muhiti kislotali yoki asosning bir oz kuchliligiga qarab kuchsiz kislotali yoki kuchsiz ishqoriy bo'ladi. Agar kislota va asosli dissotsiyalanish darajasi teng bo'lsa eritma muhiti neytral bo'ladi.



ionli tenglamasi



4. Kuchli kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi.

**Gidrolizlanish darajasi.** Gidroliz qaytar jarayon bo'lganligi sababli uni massalar ta'siri qonuni asosida talqin qilish mumkin. Uni miqdoriy jixatdan harakterlash uchun gidrolizlanish darajasi degan tushuncha kiritilgan. Gidrolizlangan

tuz molekulari sonining eritilgan tuz molekular soniga bo'lgan nisbati, tuzning *gidrolizlanish darajasi* deb ataladi va  $h$  bilan belgilanadi.

$$h = \frac{\text{gidrolizlangan tuz molekulari soni}}{\text{olingan tuz molekular soni}}$$

Tuzlarning gidroliz darajasi tuzning tabiatiga, eritma konsentratsiyasiga va haroratga bog'liq. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizlanish darajasi ayniqsa katta bo'ladi. Harorat ko'tarilganda gidroliz darajasi ortadi, chunki suvning  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  muvozanati o'ngga siljiydi. Ba'zan tuzlarning odatdagi sharoitda bormaydigan gidroliz bosqichlari yuqori haroratda sodir bo'ladi. Shuningdek gidrolizga turli omillar ta'sir qiladi. Masalan eritmani suyultirish gidrolizni kuchaytirsa, haroratni pasaytirish, gidrolizda qatnashayotgan tuz konsentratsiyasini oshirish gidrolizni sekinlashtiradi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Elektrolitik dissotsiylanish nazariyasining mohiyatini tushuntiring.
2. Kislota, asos va tuzlarning dissotsiylanish tenglamalariga misollar keltiring.
3. Dissotsiylanish darajasi deb nimaga aytiladi?
4. Dissotsiylanish konstantasi nima?
5. Kuchli elekirolitlarga misollar keltiring.
6. Kuchsiz elektrlitlarga misollar keltiring.
7. Suvning ion ko'paytmasi deb nimaga aytiladi?
8. Vodorod ko'rsatgich–pH nimani anglatadi?
9. Qanday tuzlar gidrolizlanadi?
10. Gidroliz darajasi nima?

## 10-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

### 10.1. Kimyoviy elementlar valentligi va oksidlanish darajasi

Atomning (elementning) valentligi ham kimyoning asosiy tushunchalari qatoriga kiradi. U elementlar atomlarining kimyoviy bog‘lanishlar hosil qilish xususiyatini ko‘rsatadi.

Atom massa ekvivalentga teng bo‘ladi yoki ekvivalentdan bir necha marta ortiq bo‘ladi. Atom massaning ekvivalentdan necha marta ortiq ekanligini ko‘rsatuvchi son valentlikdir, valentlik  $V$  harfi bilan belgilanadi.  $V = \frac{A}{E}$  bu yerda:  $V$ – element valentligi,  $A$  – elementning atom massasi,  $E$  – elementning ekvivalent massasi.

Valentlik quyidagicha ta’riflanadi: *elementning bir atomiga necha atom vodorod birikishi yoki almashinishini ko‘rsatadigan son shu elementning valentligi deb ataladi.*

Bir atom kislorod ikki atom vodorod bilan birikadi, demak kislorod ikki valentlidir. Elementlarning valentliklarini faqat vodorod orqali emas, kislorod orqali ham aniqlash mumkin. Vodorod va ishqoriy metallar hamisha bir valentli, kislorod va ishqoriy yer metallar esa ikki valentli, alyuminiy hamisha uch valentli bo‘ladi. Bu elementlar o‘zgarmas valentli elementlar deyiladi.

Ammo ba’zi elementlar borki, ularning valentliklari birikuvchi elementlarning tabiatiga va reaksiya sharoitiga qarab o‘zgaradi.

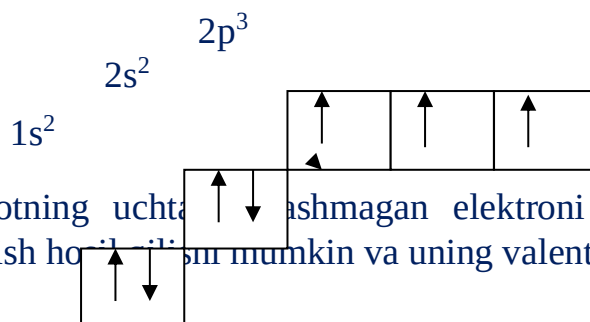
Masalan, mis qizdirilganda, sharoitga qarab ba’zan bir valentli bo‘lib,  $\text{Cu}_2\text{O}$  hosil qiladi, ba’zan esa ikki valentli bo‘lib  $\text{CuO}$  hosil qiladi. Demak, mis bir valentli ham, ikki valentli ham bo‘lishi mumkin, shuningdek, N, P, As va galogenlar va boshqa ko‘pgina metallar o‘zgaruvchan valentli elementlardir.

Xlor o‘z birikmalarida 1, 3, 5, 7 valentli bo‘la oladi. Davriy sistemaning VIII-guruhidagi inert gazlarning valentliklari nolga teng. Ya’ni ular bir-biri bilan va boshqa elementlar bilan birikmaydi.

Atom hosil qila oladigan bog‘lanishlar soni uning juftlashmagan elektronlari soniga teng. Eng oddiy hollarda element atomining valentligi ham unda umumiy elektronlar jufti hosil qilishga ketadigan juftlashmagan elektronlar soni bilan aniqlanadi. Bunda hosil bo‘lgan bog‘lanishlar qutbliligi e’tiborga olinmaydi, shu sababli valentlikning ishorasi bo‘lmaydi.

Bog‘lanishlar soni sifatida aniqlanadigan valentlik manfiy bo‘lishi ham, nolga teng bo‘lishi ham mumkin emas.

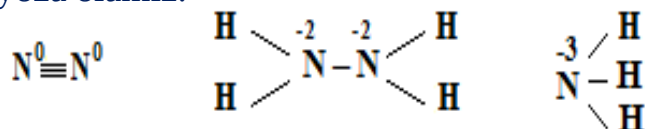
Buni azot –  $\text{N}_2$ , gidrazin –  $\text{N}_2\text{H}_2$ , nitrat kislota –  $\text{HNO}_3$ , ammiak –  $\text{NH}_3$  misolida ko‘rib chiqamiz. Azot atomi elektronlarning kvant katakchalarida joylashuvi quyidagicha:



Bundan azotning uchta juftlashmagan elektroni bo‘lgani sababli u uchta kimyoviy bog‘lanish hosil qilishga qodir bo‘ladi va uning valentligi 3 ga teng bo‘ladi.



Kovalent bog‘lanishning har qaysi elektron juftini chiziqcha bilan belgilab, struktura formulalarni yoza olamiz:



Bu birikmalarning hammasida azot uch valentli. Lekin azotning oksidlanish darajasi 0, –2, –3 ga teng.  $\text{NH}_4^+$  da azot 4 valentli, lekin azotning oksidlanish darajasi –3 ga teng.  $\text{HNO}_3$  molekulasida azotning valentligi 4 ga teng. Oksidlanish darajasi +5 ga teng bo‘ladi.

Ayni birikma batamom ionli tuzilishga ega deb faraz qilinganda uning tarkibidagi biror elementning shartli zaryadi uning *oksidlanish darajasi* deb ataladi.

Kimyoviy birikmalarda atomning oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qoidalaridan foydalanish mumkin:

1. Oddiy moddalarda atomning oksidlanish darajasi nolga teng bo‘ladi ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , Fe, S va boshqalar).

2. Metallar hamma vaqt musbat oksidlanish darajasiga ega bo‘ladi.

3. Vodorod gidridlardan tashqari hamma birikmalarda +1, gidridlarda esa –1 oksidlanish darajasini namoyon etadi.

4. Kislorod birikmalarda ( $\text{OF}_2$  dan tashqari) –2 oksidlanish darajasini namoyon etadi. Peroksidlarda ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) esa kislorodning oksidlanish darajasi –1 ga teng bo‘ladi.

5. Metalmaslar kimyoviy birikmalarida ham musbat, ham manfiy oksidlanish darajasiga ega 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 ionlarda esa ionning zaryadiga teng bo‘lishini e’tiborga olish kerak.

Kovalent bog‘lanish bo‘lmaydigan birikmalarda atomlarning valentligi haqida gap yuritib bo‘lmaydi, bunda oksidlanish darajasi to‘g‘risida gapirish kerak. Shuning uchun anorganik kimyoda oksidlanish darajasi tushunchasini, organik kimyoda esa valentlik tushunchasini qo‘llagan ma’qul.

Bunga sabab shuki, ko‘pchilik anorganik birikmalar nomolekulyar tuzilgan, organik birikmalarning ko‘pchiligi esa molekulyar tuzilgan.

Quyidagi keltirilgan jadvalda ayrim elementlarning birikmalaridagi valentliklari va oksidlanish darajalari haqida ma’lumotlar keltirilgan (10.1-jadval).

**10.1-jadval**

**Elementlarning valentligi va oksidlanish darajalari**

| T/r. | Element nomi va formulasi |    | Valentligi | Oksidlanish darajasi | Valent elektronlari |
|------|---------------------------|----|------------|----------------------|---------------------|
| 1    | 2                         |    | 3          | 4                    | 5                   |
| 41.  | Vodorod                   | H  | 1          | +1, –1               | $1s^1$              |
| 42.  | Litiy                     | Li | 1          | +1                   | $2s^1$              |

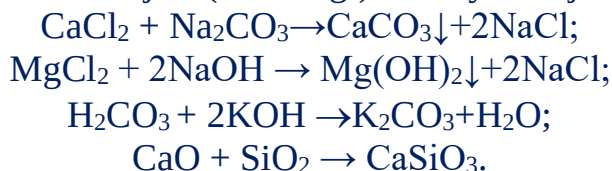
|          |             |          |          |                           |                |
|----------|-------------|----------|----------|---------------------------|----------------|
| 43.      | Berilliy    | Be       | 2        | +2                        | $2s^2$         |
| 44.      | Bor         | B        | 3        | -3,+3                     | $2s^2 2p^1$    |
| 45.      | Uglerod     | C        | 2,4      | +4,+3,+2,+1,0,-1,-2,-3,-4 | $2s^2 2p^2$    |
| 46.      | Azot        | N        | 1,2,3,4  | -3,-2,0,+1,+2,+3,+4,+5    | $2s^2 2p^3$    |
| 47.      | Kislorod    | O        | 2,3      | -1,-2,+2                  | $2s^2 2p^4$    |
| 48.      | Ftor        | F        | 1        | -1                        | $2s^2 2p^5$    |
| 49.      | Natriy      | Na       | 1        | +1                        | $3s^1$         |
| 50.      | Magniy      | Mg       | 2        | +2                        | $3s^2$         |
| <b>1</b> | <b>2</b>    | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b>                  |                |
| 51.      | Alyuminiy   | Al       | 2,3      | +3                        | $3s^2 3p^1$    |
| 52.      | Kremniy     | Si       | 2,4      | +4,+2,-4                  | $3s^2 3p^2$    |
| 53.      | Fosfor      | P        | 3,5      | -3,-2,+1,+3,+4,+5         | $3s^2 3p^3$    |
| 54.      | Oltingugurt | S        | 2,4,6    | -2,+2,+4,+6               | $3s^2 3p^4$    |
| 55.      | Xlor        | Cl       | 1,3,5,7  | -1,+1,+3,+5,+7            | $3s^2 3p^5$    |
| 56.      | Kaliy       | K        | 1        | +1                        | $4s^1$         |
| 57.      | Kalsiy      | Ca       | 2        | +2                        | $4s^2$         |
| 58.      | Titan       | Ti       | 2,3,4    | +3,+4                     | $3d^2 4s^2$    |
| 59.      | Vanadiy     | V        | 2,3,4,5  | +2,+3,+4,+5               | $3d^3 4s^2$    |
| 60.      | Xrom        | Cr       | 2,3,6    | +2,+3,+6                  | $3d^5 4s^1$    |
| 61.      | Marganes    | Mn       | 2,3,4,6  | +2,+4,+6,+7               | $3d^5 4s^2$    |
| 62.      | Temir       | Fe       | 2,3      | +2,+3                     | $3d^6 4s^2$    |
| 63.      | Kobalt      | Co       | 2,3,4    | +2,+3                     | $3d^7 4s^2$    |
| 64.      | Mis         | Cu       | 1,2,3    | +1,+2                     | $3d^{10} 4s^1$ |
| 65.      | Rux         | Zn       | 2,       | +2                        | $3d^{10} 4s^2$ |
| 66.      | Galliy      | Ga       | 3        | +3,                       | $4s^2 4p^1$    |
| 67.      | Germeniy    | Ge       | 2,4      | +4,-4                     | $4s^2 4p^2$    |
| 68.      | Mishyak     | As       | 3,5      | -3,+3,+5                  | $4s^2 4p^3$    |
| 69.      | Selen       | Se       | 4,6      | -2,+2,+4,+6               | $4s^2 4p^4$    |
| 70.      | Brom        | Br       | 1,3,5,7  | -1,+1,+3,+5,+7            | $4s^2 4p^5$    |
| 71.      | Rubidiy     | Rb       | 1        | +1                        | $5s^1$         |
| 72.      | Stronsiy    | Sr       | 2        | +2                        | $5s^2$         |
| 73.      | Sirkoniy    | Zr       | 4        | +4                        | $4d^2 5s^2$    |
| 74.      | Kumush      | Ag       | 1,2      | +1,+2,+3                  | $4d^{10} 5s^1$ |
| 75.      | Kadmiy      | Cd       | 2        | +2                        | $4d^{10} 5s^2$ |
| 76.      | Qalay       | Sn       | 2,4      | -4,+2,+4                  | $5s^2 5p^2$    |
| 77.      | Surma       | Sb       | 3,5      | -3,+3,+5                  | $5s^2 5p^3$    |
| 78.      | Tellur      | Te       | 2,4,6    | -2,+4,+6                  | $5s^2 5p^4$    |
| 79.      | Yod         | I        | 1,3,5,7  | -1,+1,+3,+5,+7            | $5s^2 5p^5$    |
| 80.      | Bariy       | Ba       | 2        | +2                        | $6s^2$         |

Ko'pchilik hollarda element atomining oksidlanish darajasi u hosil qiladigan bog'lanishlar soniga to'g'ri kelmaydi, ya'ni shu element valentligiga teng emas. Bu ayniqsa, organik birikmalar misolida yaqqol ko'rinadi. Ma'lumki, organik

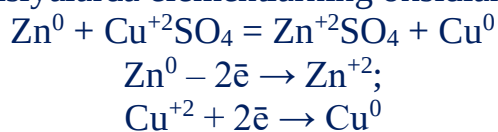
birikmalarda uglerodning valentligi 4 ga teng (4 ta bogʻlanish hosil qiladi), lekin uglerodning oksidlanish darajasi metan  $\text{CH}_4$  da  $-4$ , metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  da  $-2$ , formaldegid  $\text{CH}_2\text{O}$  da  $0$ , chumoli kislota  $\text{HCOOH}$  da  $+2$ , karbonat angidrid  $\text{CO}_2$  da  $+4$  ga teng boʻladi.

## 10.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Koʻpchilik kimyoviy reaksiyalarda reaksiyaga kirishuvchi moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi (valentligi) reaksiya natijasida oʻzgarmaydi.

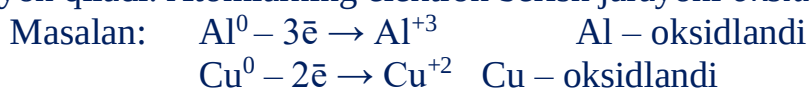


Boshqa turdagi reaksiyalarda elementlarning oksidlanish darajasi oʻzgaradi.



Elektronlarning bir atomdan ikkinchi atomga oʻtishi natijasida elementlarning oksidlanish darajasi (valentligi) oʻzgaradigan reaksiyalar *oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari* deyiladi. Oddiy moddalarda atomlar elektroneytral boʻladi. Shuning uchun ularning oksidlanish darajasi shartli ravishda nolga teng deb qabul qilingan.

Neytral atomlar elektron yoʻqotishi natijasida musbat zaryadlangan ionga aylanadi va nechta elektron bergan boʻlsa oʻshancha musbat oksidlanish darajasi namoyon qiladi. Atomlarning elektron berish jarayoni *oksidlanish* deyiladi.

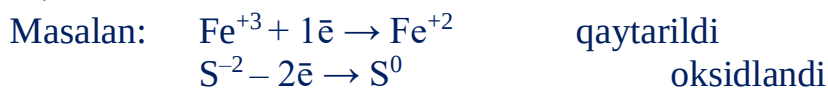


Atomlar elektron biriktirib olsa, manfiy zaryadlangan ionga aylanadi. Bunda atom nechta elektron qabul qilgan boʻlsa uning oksidlanish darajasi shuncha manfiy oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Atomning elektron biriktirib olish jarayoni *qaytarilish* deyiladi.

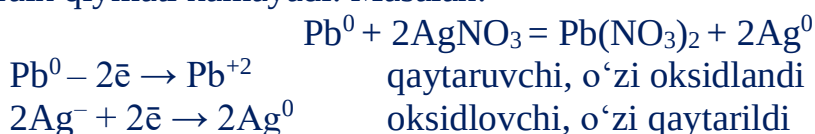


Oʻzidan elektron bergan atom *qaytaruvchi*, oʻziga elektron biriktirib olgan atom esa *oksidlovchi* hisoblanadi.

Faqat neytral atomlar emas, balki ionlar ham elektron biriktishi yoki berishi mumkin.



Qaytaruvchi elektron berganligi sababli, uning oksidlanish darajasi algebraik qiymati ortadi. Oksidlovchi elektron biriktirib olish tufayli uning oksidlanish darajasi algebraik qiymati kamayadi. Masalan:

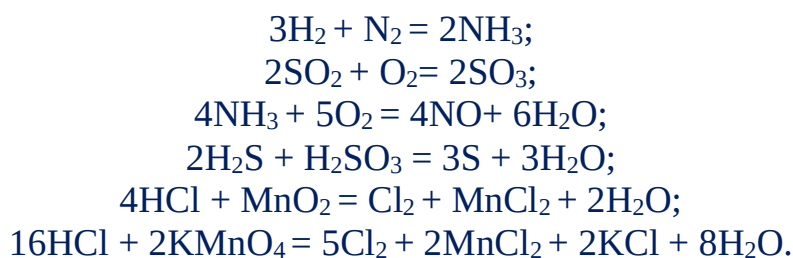


Demak, oksidlanish - qaytarilish reaksiyasi yagona jarayondir. Oksidlanish vaqtida qaytarilish sodir bo‘ladi, aksincha qaytarilish vaqtida oksidlanish jarayoni ham boradi.

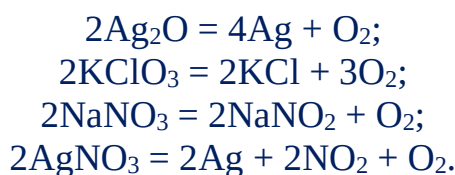
### 10.3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining quyidagi turlari ma’lum: molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, disproporsiyalanish reaksiyalari, sinproporsiyalanish reaksiyalari.

**Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.** Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanish darajasi o‘zgaradigan element atomlari turli moddalar molekulari tarkibiga kiradi, ya’ni bunda oksidlovchi va qaytaruvchi turli moddalar tarkibida bo‘ladi.



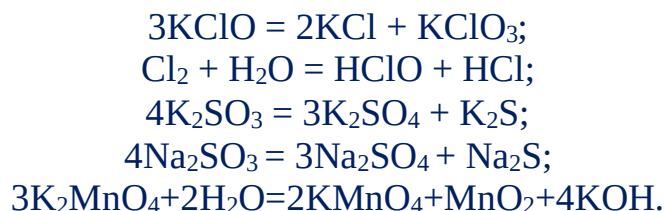
**Ichki molekulyar oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari** jumlasiga bitta molekuladagi turli atomlarning oksidlanish darajasi o‘zgarish bilan boradigan reaksiyalar kiradi.



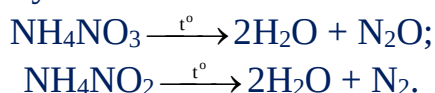
Ichki molekulyar oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida bitta molekula tarkibida ham oksidlovchi ham qaytaruvchi bo‘ladi.

**Disproporsiyalanish** reaksiyalarining sodir bo‘lishida bitta element atomlarining oksidlanish darajasi bir vaqtning o‘zida ham ortib va ham kamayadi. Bunda boshlang‘ich modda turli xil birikmalar hosil qiladi, ulardan birida atomlarning oksidlanish darajasi yuqori, ikkinchisida esa past holatga o‘tadi.

Ravshanki, bunday reaksiyalar molekulasida oraliq oksidlanish darajasiga ega bo‘lgan atomlar bo‘lishi kerak.



**Sinproporsiyalanish reaksiyalari** jarayonida molekula tarkibidagi har xil oksidlanish darajasiga ega bo‘lgan elementlar reaksiya natijasida bir xil oksidlanish darajasiga ega bo‘lgan birikmaga aylanadi.

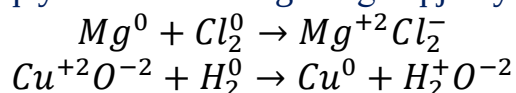


Bunday turdagi reaksiyalarda oksidlovchi va qaytaruvchi xossaga ega bo'lgan atomlar turli moddalar tarkibida ham bo'lishi mumkin.



#### 10.4. Oksidlovchi va qaytaruvchilar

Yuqorida ta'kidlanganidek, o'ziga elektron biriktirib olgan atom, ion, molekulalar *oksidlovchi* deb, elektron yo'qotadigan atom, ion, molekulalar *qaytaruvchi* deyiladi. Elektron biriktirib olish jarayoni - *qaytarilish* jarayoni deb, elektron berish jarayoni - *oksidlanish* jarayoni deyiladi. Demak, oksidlovchi qaytariladi va qaytaruvchi oksidlanadi. Oksidlanish-qaytarilish bir-biriga bog'liq jarayonlardir. Masalan:



Bu reaksiyada magniy o'zining elektronlarini xlorga berib qaytaruvchi, xlor bu elektronlarni qabul qilib oksidlovchi, ikkinchi reaksiyada esa vodorod qaytaruvchi, mis ionlari oksidlovchidir.

Element atomi oksidlanganda uning oksidlanish darajasi ortadi, qaytarilganda esa oksidlanish darajasi pasayadi. Masalan:  $\text{Sn}^{2+} - 2\text{e} = \text{Sn}^{4+}$  jarayonida qalayning oksidlanish darajasi +2 dan +4 gacha ortdi,  $\text{Cr}^{6+} + 3\text{e} = \text{Cr}^{3+}$  jarayonida xromning oksidlanish darajasi +6 dan +3 gacha kamayadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etayotgan moddalar faqat oksidlovchilar, faqat qaytaruvchilar va ham oksidlovchi ham qaytaruvchilik xossalarini namoyon qilishi mumkin. Birikmalarida eng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan moddalar *faqat oksidlovchilar* ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ), eng quyi oksidlanish darajasiga ega bo'lgan moddalar *faqat qaytaruvchilar* ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) hamda oraliq oksidlanish darajasiga ega bo'lgan moddalar *ham oksidlovchi ham qaytaruvchilar* ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) deb ataladi.

**Asosiy oksidlovchilar.** O'ziga elektron qabul qilib, davriy sistema qatoridagi inert gazning elektron konfiguratsiyasiga ega bo'ladigan yoki manfiy zaryadlangan ionlar hosil qiluvchi neytral atomlar oksidlovchi bo'ladi. Masalan, galogenlarning neytral molekulalari ( $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ) oksidlovchi funksiyasini bajarib manfiy zaryadlangan ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ) 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 oksidlovchi bo'lishi mumkin.

**Asosiy qaytaruvchilar.** Erkin holda barcha metallar, asosan ishqoriy ( $\text{Li}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}$ ) va ishqoriy-yer ( $\text{Ca}$ ,  $\text{Ba}$ ) metallari, kislorodsiz kislota qoldiqlarining ionlari ( $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ) hamda gidridlar ( $\text{KH}$ ,  $\text{CaH}_2$ ) qaytaruvchi bo'ladi.

Shuni nazarda tutish kerakki, oksidlovchi bilan qaytaruvchi o'rtasida keskin chegara yo'q, bitta modda bir sharoitda oksidlovchi, ikkinchi sharoitda qaytaruvchi bo'lishi mumkin.

Quyida keltirilgan jadvalda faqat oksidlovchi, faqat qaytaruvchi va ham oksidlovchi ham qaytaruvchi moddalar to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan (10.2-jadval).

10.2-jadval



**Faqat oksidlovchi, faqat qaytaruvchi va ham oksidlovchi ham qaytaruvchi moddalar**

| Faqat oksidlovchilar   |                                                | Faqat qaytaruvchilar |                                | Ham oksidlovchi ham qaytaruvchilar |                                 |
|------------------------|------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| nomi                   | formulasi                                      | nomi                 | formulasi                      | nomi                               | formulasi                       |
| Kaliy dixromat         | K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub>                | Vodorod sulfid       | H <sub>2</sub> S               | Xrom (II) oksid                    | CrO                             |
| Perxlorat kislota      | HClO <sub>4</sub>                              | Ammiak               | NH <sub>3</sub>                | Nitrat kislota                     | HNO <sub>3</sub>                |
| Sulfat kislota         | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | Natriy sulfid        | Na <sub>2</sub> S              | Fosfit kislota                     | H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>  |
| Natriy nitrat          | NaNO <sub>3</sub>                              | Vodorod selenid      | H <sub>2</sub> Se              | Kaliy manganat                     | K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> |
| Nitrat kislota         | HNO <sub>3</sub>                               | Vodorod tellurid     | H <sub>2</sub> Te              | Sulfit kislota                     | H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  |
| Natriy bixromat        | Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Yodid kislota        | HJ                             | Yod                                | J <sub>2</sub>                  |
| Xrom (VI) oksid        | CrO <sub>3</sub>                               | Bromid kislota       | HBr                            | Uglerod (II) oksid                 | CO                              |
| Uglerod (IV) oksid     | CO <sub>2</sub>                                | Xlorid kislota       | HCl                            | Vodorod peroksid                   | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>   |
| Kaliy permanganat      | KMnO <sub>4</sub>                              | Kalsiy gidrid        | CaH <sub>2</sub>               | Marganes (IV) oksid                | MnO <sub>2</sub>                |
| Ftor                   | F <sub>2</sub>                                 | Fosfin               | PH <sub>3</sub>                | Vodorod                            | H <sub>2</sub>                  |
| Natriy sulfat          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | Metan                | CH <sub>4</sub>                | Kaliy sulfit                       | K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  |
| Fosfat kislota         | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                 | Kaliy sulfid         | K <sub>2</sub> S               | Xlor                               | Cl <sub>2</sub>                 |
| Oltingugurt (VI) oksid | SO <sub>3</sub>                                | Kaliy yodid          | KJ                             | Oltingugurt (IV) oksid             | SO <sub>2</sub>                 |
| Xlor (VII) oksid       | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                 | Xrom (III) sulfid    | Cr <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | Azot (IV) oksid                    | NO <sub>2</sub>                 |
| Pirofosfat kislota     | H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | Alyuminiy sulfid     | Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | Natriy nitrit                      | NaNO <sub>2</sub>               |
| Fosfor (V) oksid       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                  | Natriy xlorid        | NaCl                           | Bertoliy tuzi                      | KClO <sub>3</sub>               |

### 10.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish

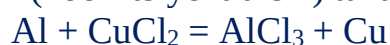
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar qaytaruvchidan oksidlovchiga o'tadi. Bunda qaytaruvchi bergan elektronlarning umumiy soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlarning umumiy soniga hamma vaqt teng bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tenglamalarini ikki usulda tuzish mumkin.

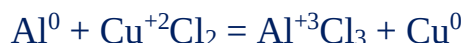
1. Elektron balans usuli.
2. Yarim reaksiyalar (ion elektron) usuli.

**Elektron balans usuli.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzishning elektron balans usulini Al bilan CuCl<sub>2</sub> orasidagi reaksiyani tenglashtirish misolida ko'rib chiqamiz.

1. Reaksiya tenglamasini (koeffitsiyentlarsiz) tuzamiz.

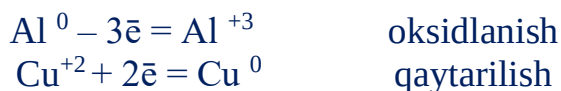


2. Har qaysi modda formulasida elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarganini aniqlaymiz, shu yo'l bilan qaysi modda oksidlovchi va qaysi modda qaytaruvchi ekanligini aniqlab olamiz.



Reaksiya tenglamasidan ko‘rinib turibdiki, Al ning oksidlanish darajasi 0 dan +3 gacha ortdi. Cu ning oksidlanish darajasi esa +2 dan 0 gacha kamaydi. Demak, Al qaytaruvchi, chunki Al atomni elektron berdi.  $\text{CuCl}_2$  esa oksidlovchidir, chunki  $\text{Cu}^{+2}$  ioni elektron biriktirib oldi.

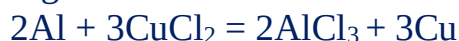
3. Oksidlanish va qaytarish jarayonlarini ifodalaydigan elektron tenglamalar tuzamiz.



4. Eng kichik ko‘paytuvchi qoidasiga ko‘ra oksidlovchi hamda qaytaruvchi shu bilan birga reaksiya natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlar uchun koeffitsiyent tanlaymiz, bunda qaytaruvchi yo‘qotgan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng bo‘lishi lozimligini nazarda tutamiz. Masalan:



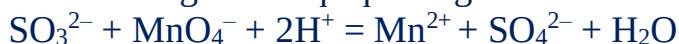
Topilgan koeffitsiyentlarini tegishli moddalar formulalari oldiga qo‘yib, sxemadan reaksiya tenglamasiga o‘tamiz:



**Yarim reaksiyalar (ion elektron) usuli.** Bu usulni faqat elektrolitlar eritmalarida sodir bo‘ladigan reaksiyalariga tatbiq etish mumkin. Masalan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  va  $\text{KMnO}_4$  tuzlarining kislotali muhitda boradigan oksidlanish - qaytarilish reaksiyasining ionli tenglamasini tuzish uchun dastlab reaksiyaning molekulyar sxemasi tuziladi:



So‘ngra oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etmaydigan ionlarni kamaytirgan holda tenglamani qisqartirilgan ion shaklida yoziladi:



Qisqartirilgan ionli tenglamadan foydalanib, reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlaymiz va shu asosida oksidlanish qaytarilish jarayonining yarim reaksiyasini tuzamiz.

Reaksiyada *oksidlovchi* vazifasini  $\text{MnO}_4^-$  ioni bajarib, o‘ziga kislotali muhitda 5 ta elektron qabul qilib  $\text{Mn}^{2+}$  ioniga aylanadi. Uning tarkibidagi kislorod esa eritma tarkibidagi vodorod ioni bilan reaksiyaga kirishib  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasini hosil qiladi.



Reaksiyada *qaytaruvchi* vazifasini esa  $\text{SO}_3^{2-}$  ioni bajarib, 2 ta elektron bergan holda  $\text{SO}_4^{2-}$  ionigacha oksidlanadi. Ko‘rinib turibdiki  $\text{SO}_4^{2-}$  ionida  $\text{SO}_3^{2-}$  ioniga nisbatan kislorod soni ko‘p. Kislorod yetishmovchiligi eritmada suv molekullari hisobiga qoplanadi va natijada  $2\text{H}^+$  vodorod ioni hosil bo‘ladi:

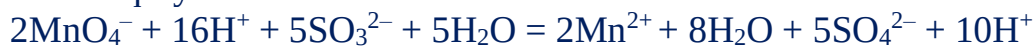


Shundan so‘ng oksidlovchi ( $\text{MnO}_4^-$ ) va qaytaruvchi ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) moddalar uchun koeffitsient topiladi. So‘ngra oksidlanish qaytarilish jarayonida oksidlovchi nechta elektron olganligi va qaytaruvchi nechta elektron berganligini hisoblaymiz. Oksidlovchi ( $\text{MnO}_4^-$ ) 5 ta elektron olgani va qaytaruvchi ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) 2 ta elektron bergani

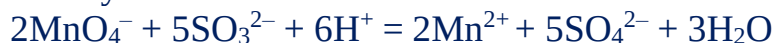
uchun, oksidlovchining oldiga 2 koefitsienti, qaytaruvchining oldiga esa 5 koefitsienti qo'yiladi:



Keyin ionli tenglamalarni umumlashtirilgan holda yozamiz va tegishli koefitsientlarni qo'yamiz:



Tenglamadagi bir xil ion va molekulalarni qisqartirgan holda tenglamani soddalashtirilgan holda yozamiz.

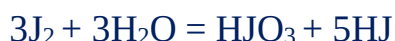


Topilgan ionli tenglama asosida to'liq molekulyar tenglamani yozish mumkin.



Ko'pchilik hollarda, oksidlovchi yoki qaytaruvchi modda faqat muayyan muhitda reaksiyaga kirishadi; agar zaruriy muhit yaratilmasa, reaksiya istalgan yo'nalishda bormasligi mumkin. Ba'zan muhitning pH qiymati o'zgarganda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi o'z yo'nalishini o'zgartirib teskari yo'nalishda sodir bo'ladi.

Masalan:



reaksiyasi ishqoriy muhitda tez boradi; agar bu reaksiya muhiti pH 1 ga tenglashtirilsa, reaksiya teskari yo'nalishda boradi:



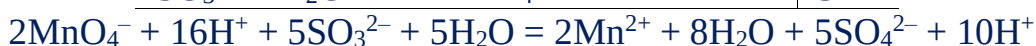
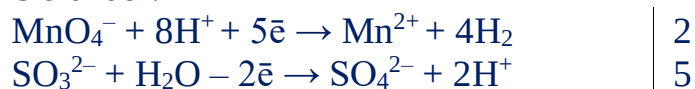
Laboratoriyada ishlayotganda kislotali muhit hosil qilish uchun, asosan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan, ishqoriy muhit hosil qilishda  $\text{NaOH}$  yoki  $\text{KOH}$  dan foydalaniladi.

Kaliy permanganatning  $\text{K}_2\text{SO}_3$  bilan qaytarilishiga muhit tasirini ko'rib chiqamiz:

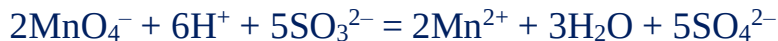
a) kislotali muhitda reaksiya quyidagi sxemaga muvofiq boradi;



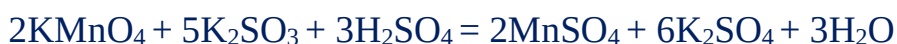
Ya'ni kislotali muhitda  $\text{MnO}_4^-$  ionni  $\text{Mn}^{2+}$  holigacha qaytariladi,  $\text{SO}_3^{2-}$  anioni esa  $\text{SO}_4^{2-}$  holigacha oksidlanadi:



Tenglamaning ikki tomonidagi bir xil zarrachalarni qisqartirsak qisqa ionli tenglamaga ega bo'lamiz:



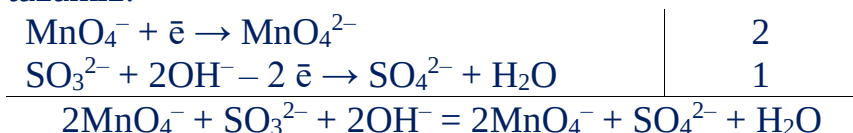
Ikki tomondagi zarrachalar zaryadlarining yig'indisi o'zaro tengligi koefitsientlar to'g'ri tanlanganligini bildiradi. Natijada molekulyar tenglamaga ega bo'lamiz:



b) ishqoriy muhitda  $\text{MnO}_4^-$  ionni  $\text{MnO}_4^{2-}$  holigacha qaytariladi:



oksidlanish darajasi o'zgargan zarrachalarning elektron sxemalar asosida yarim reaksiyalarini tuzamiz:



bu tenglamadagi koeffitsientlar to'g'ri tanlanganligini ikkala tomondagi zaryadlarning qiymati –6 ga tengligidan ko'rish mumkin. Ishqoriy sharoitda  $\text{SO}_3^{2-}$  ning  $\text{SO}_4^{2-}$  ga o'tish uchun kerak bo'lgan bitta kislorod atomini mazkur eritmada mo'l miqdorda bo'lgan  $\text{OH}^-$  ionidan quyidagi sxemada keltirilgan jarayon natijasida olinadi:



Shunday jarayonni yuqorida keltirilgan a) holatda  $\text{O}^{2-}$  zarracha erituvchi suv molekulasidan olingan edi. Oxirgi molekulyar tenglama:

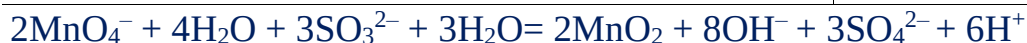


ko'rinishga ega bo'ladi.

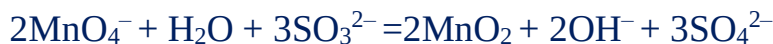
v) neytral muhitda  $\text{MnO}_4^-$  ioni  $\text{MnO}_2$  gacha qaytariladi:



Bu jarayonning yarim reaksiya tenglamalari:



Tenglamaning chap tomonida 7 molekula  $\text{H}_2\text{O}$  bor, o'ng tomonida esa 8 ta  $\text{OH}^-$  ioni bilan 6 ta  $\text{H}_2\text{O}$  va 2 ta  $\text{OH}^-$  ioniga aylanishini hisobga olib, quyidagi qisqartirilgan ionli tenglamani olamiz:



To'la molekulyar tenglama:



## 10.6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari potentsiallari

Reaksiya uchun olingan oksidlovchi va qaytaruvchi orasida reaksiya ketishi yoki ketmasligini bilish uchun ularning normal oksidlanish- qaytarilish potentsiallarini bilish kerak. Ularning qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

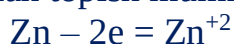
### 13.3-jadval

#### Ayrim molekula va ionlarning 298 K da standart oksidlanish-qaytarilish (elektrod) potentsiallari

| Elektroddagi yarim reaksiya         | oks/red., V | Elektroddagi yarim reaksiya                                                                | oks/red., V |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| $\text{Li}^+ + e = \text{Li}^0$     | -3,05       | $\text{F}_2 + 2e = 2\text{F}^-$                                                            | +2,87       |
| $\text{K}^+ + e = \text{K}^0$       | -2,92       | $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = 2\text{H}_2\text{O}$                            | +1,78       |
| $\text{Ba}^{+2} + 2e = \text{Ba}^0$ | -2,90       | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ | +1,69       |
| $\text{Ca}^{+2} + 2e = \text{Ca}^0$ | -2,86       | $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                   | +1,68       |
| $\text{Na}^+ + e = \text{Na}$       | -2,71       | $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$                 | +1,51       |
| $\text{La}^{+3} + 3e = \text{La}^0$ | -2,37       | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Pb}^{+2} + 2\text{H}_2\text{O}$                   | +1,46       |
| $\text{Mg}^{+2} + 2e = \text{Mg}^0$ | -2,37       | $\text{Ge}^{+4} + e = \text{Ge}^{+3}$                                                      | +1,44       |
| $\text{N}_2 + 2e = 2\text{N}^-$     | -2,25       | $\text{Cl}^{+2} + 2e = \text{Cl}^0$                                                        | +1,36       |

|                                                                                           |             |                                                                                                 |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $\text{Al}^{+3} + 3\text{e} = \text{Al}^0$                                                | -1,71       | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$ | +1,33 |
| $\text{Mn}^{+2} + 2\text{e} = \text{Mn}^0$                                                | -1,18       | $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$                                    | +1,23 |
| $\text{Zn}^{+2} + 2\text{e} = \text{Zn}^0$                                                | -0,76       | $\text{Br}_{2(\text{s})} + 2\text{e} = 2\text{Br}^-$                                            | +1,21 |
| $\text{Fe}^{+2} + 2\text{e} = \text{Fe}^0$                                                | -0,44       | $[\text{AuCl}_4] + 3\text{e} = \text{Au} + 4\text{Cl}^-$                                        | +1,09 |
| $\text{Cr}^{+3} + \text{ye} = \text{Cr}^{+2}$                                             | -0,41       | $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$                     | +0,99 |
| $\text{Co}^{+2} + 2\text{e} = \text{Co}^0$                                                | -0,41       | $\text{Hg}^{+2} + 2\text{e} = \text{Hg}^0$                                                      | +0,96 |
| $\text{PbSO}_4 + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{SO}_4^{-2}$                                | -0,40       | $\text{Ag}^+ + \text{e} = \text{Ag}^0$                                                          | +0,91 |
| $\text{Ni}^{+2} + 2\text{e} = \text{Ni}^0$                                                | -0,25       | $\text{Hg}_2^{+2} + 2\text{e} = 2\text{Hg}$                                                     | +0,80 |
| $\text{Sn}^{+2} + 2\text{e} = \text{Sn}^0$                                                | -0,14       | $\text{Fe}^{+3} + \text{e} = \text{Fe}^{+2}$                                                    | +0,80 |
| $\text{Pb}^{+2} + 2\text{e} = \text{Pb}^0$                                                | -0,13       | $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{O}_2$                                   | +0,77 |
| $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$                                                    | <b>0,00</b> | $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$                | +0,68 |
| $\text{SO}_4^{-2} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | +0,20       | $\text{MnO}_4^- + \text{e} = \text{MnO}_4^{-2}$                                                 | +0,59 |
| $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e} = \text{Cu}^0$                                                | +0,337      | $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = 4\text{OH}^-$                                   | +0,40 |
| $\text{I}_2 + 2\text{e} = 2\text{I}^-$                                                    | +0,56       |                                                                                                 |       |

Normal elektrod potentsiali qancha kichik bo'lsa, metall shuncha faol bo'lib, osonlik bilan oksidlanadi, tuzlaridan qiyinlik bilan qaytariladi. Har bir metall normal elektrod potentsiali o'zinikidan yuqori bo'lgan barcha metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqaradi. Galvanik elementlarda ham oksidlanish-qaytarilish jarayonlari ketganligi sababli ularning elektr yurituvchi kuchini normal elektrod potentsiallarining farqidan topish mumkin. Masalan:



$$E_{\text{Zn}/\text{Zn}^{+2}} = -0,76 \text{ v}$$



$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{+2}} = +0,337 \text{ v}$$

Unda shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi uchun:

$$E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{+2}} - E_{\text{Zn}/\text{Zn}^{+2}} = +0,337 - (-0,76) = 1,1 \text{ v}$$

Agar  $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$  reaksiyasi olinsa,

$$E_{\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}} = +0,77 \text{ v}$$

$$E_{\text{Sn}^{+4}/\text{Sn}^{+2}} = +0,15 \text{ v}$$

Bu qiymatlarga ko'ra  $\text{Sn}^{+4}/\text{Sn}^{+2}$  jufti qaytaruvchi,  $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$  jufti esa oksidlovchi bo'la oladi. Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchinikidan katta, shuning uchun bu reaksiya chapdan o'ngga bora oladi.

Agar  $2\text{NaCl} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{FeSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$  reaksiyani olsak, Reaksiyaning ion tenglamasi:  $2\text{Cl}^- + \text{Fe}^{+3} = \text{Cl}_2 + \text{Fe}^{+2}$

$2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti uchun  $E = +1,36 \text{ v}$ ;  $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$  jufti uchun  $E = +0,77 \text{ v}$  ga teng.

Oksidlovchining standart elektrod potentsiali qaytaruvchinikidan kichik, shuning uchun bu reaksiya to'g'ri yo'nalish bo'yicha bormaydi.  $2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2$  jufti oksidlovchi,  $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$  jufti esa qaytaruvchi bo'la oladi. Demak, reaksiya bu yerda teskari tarafga boradi. Elektronlar elektrod potentsiali kichik metallardan potentsiali katta metalga o'tadi.

## 10.7. Tabiatda va texnikada oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining ahamiyati

Tabiatda va texnikada katta ahamiyatga ega bo'lgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari eng ko'p tarqalgan reaksiyalardan biridir. Chunki tirik organizmlardagi nafas olish va moddalar almashinuvi, chirish va bijg'ish, o'simliklardagi fotosintez



jarayonlari ana shu reaksiyalar orqali boradi. Nafas olish va yonish jarayonida organik moddalar oksidlanadi, ya'ni kislorodni biriktirib karbonat angidrid va suv ajralib chiqadi. Tabiatda bundan tashqari ham ko'p oksidlanish jarayonlari bo'lib turadi. Shu jarayonlar uzluksiz davom etib turishi natijasida atmosferada kislorod miqdori kamayib tamom bo'lishi kerak edi. Vaholanki, bunday bo'lmaydi. Bunga sabab tabiatda kislorodning qayta hosil bo'lishi yashil o'simliklar tufayli uzluksiz davom etib turadi. Ana shu muhim jarayonning asosini suv va karbonat angidrid tashkil etadi. Karbonat angidrid o'simlik barglariga kirib, ularning to'qimalari tarkibida bo'lgan suvda eriydi va quyosh energiyasi hamda xlorofill ishtirokida tabiatda uchraydigan eng ajoyib hodisalardan biri *fotosintez* jarayoni sodir bo'ladi. Fotosintez natijasida suvdan kislorod ajralib chiqadi va havoni kislorodga boyitadi. Lekin kislorodning ajralishi bu fotosintez jarayonining bir tomoni xolos, ikkinchi tomoni, bu biologik jarayon natijasida qandlar, kraxmal, uglevodlar, nuklein kislotalari hosil bo'ladi. Nuklein kislotalar esa oqsillarni hosil qiladi. Nafas olishni quyidagi umumiy formula bilan belgilash mumkin.



Bu formuladan ko'rinib turibdiki, nafas olishda organik moddalar molekulari anaerob sharoitda oksidlanib organik moddalarni hosil qiladi va energiya ajralib chiqadi. Bu jarayon *dissimilyatsiya* deb ham ataladi

Bundan tashqari, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini kundalik turmushimizda, sanoat miqyosida doim uchratishimiz mumkin. Bunga yoqilg'i yonganini, metallarning korroziyalanishini va elektroliz jarayonlarini misol qilib keltirishimiz mumkin. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yordamida xalq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega bo'lgan birikmalar ammiak, ishqorlar, nitrat, xlorid va sulfat kislotalar hamda boshqa ko'pgina qimmatli mahsulotlar olinadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tufayli galvanik elementlar va akkumulyatorlarda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi

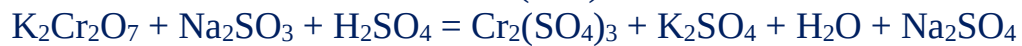
### Nazorat uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb nimaga aytiladi?
2. Oksidlovchi nima?
3. Qaytaruvchi nima?
4. Faqat oksidlovchilarga misollar keltiring.
5. Faqat qaytaruvchilarga misollar keltiring.
6. Ham oksidlovchi ham qaytaruvchilarga misollar keltiring.
7. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiylarining qanday turlari bor?
8. Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini tushuntiring.
9. Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini tushuntiring.
10. Disproporsiyalanish reaksiyalari deb qanday reaksiyalarga aytiladi.
11. Quyidagi oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarini elektron balans usulida tenglang:





12. Quyidagi oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarini yarim reaksiyalar usulida tenglang:



## **11–BOB. METALLAR, ULARNING TABIATDA UCHRASHI, OLINISH USULLARI, KIMYOVIIY XOSSALARI**

### **11.1. Metallarning D. I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasida joylashgan o‘rini va tabiatda uchrashi**

Bizga ma‘lum elementlarning asosiy qismini metallar tashkil etadi. D.I.Mendeleyev davriy sistemasida hozirgi vaqtda 118 ta element mavjud bo‘lib, ularning 96 tasi metallardir. Agar davriy sistemada berilliydan astatga tomon diagonal o‘tkazilsa, diagonalning o‘ng tomoni yuqorisida metallmas elementlar (yonaki guruhcha elementlari bundan mustasno), chap tomon pastida esa metall elementlar (yonaki guruhcha elementlari ham shularga taalluqli) joylashganligini ko‘rish mumkin.

Davriy sistemada elemenglarning oilalarga bo‘linishi nuqtai nazaridan tahlil etilsa, metall elementlarga I va II guruhlarining S – elementlari (ishqoriy va ishqoriy – yer metallari), barcha d – va f–elementlar, shuningdek p – elementlardan III guruhdagi Al, Ga, In, Tl, IV guruhdagi Ge, Sn, Pb, V guruhdagi Sb, Bi va VI guruhdagi Po metallar jumlasiga kiradi.

Metallar tabiatda erkin holda (yombi metallar) va asosan kimyoviy birikmalar holida uchraydi. Yombi holda uchraydigan metallar kimyoviy jixatdan faolligi o‘ta past bo‘lgan metallardir. Ularning asosiy vakillari oltin bilan platinadir. Kumush, mis, simob, qalay tabiatda yombi holda ham, birikmalar holida ham, qolgan barcha metallar (standart elektrod potentsiallar qatorida qalaygacha bo‘lgan metallar) faqat boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmalari holida uchraydi.

### **11.2. Metallar olishning asosiy usullari**

Sof metallarning sanoat miqyosida hosil qilish uchun yaroqli tabiiy xom ashyo metall rudasi nomi bilan yuritiladi. Rudalar ko‘pincha toza bo‘lmaydi, ularga bekorchi jinslar qum, loy, oxaktosh va boshqalar aralashgan bo‘ladi. Har qanday ruda foydalanishdan avval bekorchi jinslardan tozalanishi, boshqacha aytganda “boyitilishi” lozim. Boyitish deb xom ashyo tarkibidagi foydali birikmalar konsentratsiyasini sun‘iy ravishda oshirishga aytiladi. Ba‘zan rudalarning boyitilgan shakli “konsentrat” deb ham ataladi. Rudalarni boyitishning mexanik, gravitatsion, elektromagnit, termik, kimyoviy, flotatsiyali ajratish kabi usullari mavjud bo‘lib, sanoatda ko‘p hollarda rudalar flotasion usulda boyitiladi.

Metall rudalarining birinchi turkumi oksidli rudalardir. Bunga temir rudalaridan – qizil temirtosh  $\text{Fe}_3\text{O}_2$ , qo‘ng‘ir temirtosh  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  va mangitli temirtosh  $\text{Fe}_3\text{O}_2$ , alyuminiy rudasi–boksit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , marganes rudasi–pirolyuzit  $\text{MnO}_2$ , qalay rudasi  $\text{SnO}_2$ , va boshqalar misol bo‘la oladi.

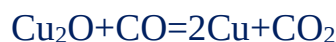
Juda ko‘p metallar tabiatda sulfidlar holida uchraydi. Bunday rudalar Yer po‘stlog‘ining chuqurroq qismiga joylashgan bo‘lib, ularga suv, karbonat angidrid, havo kislorodi ta‘sir etmagan (shuning uchun ular birlamchi tog‘ jinslari deb yuritiladi). Misol uchun mis kolchedani  $\text{CuS} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ , mis yaltirog‘i  $\text{Cu}_2\text{S}$ , kinovar  $\text{HgS}$ , qo‘rg‘oshin yaltirog‘i  $\text{PbS}$ , rux aldhamasi  $\text{ZnS}$  va boshqalarni misol qilib ko‘rsatish mumkin. Ba‘zan bir necha metallarning sulfidlari aralash holda uchrab, polimetall rudani tashkil qiladi.

Rudalardan metallar ajratib olish – megallurgiyaning vazifasidir.

*Metallurgiya* – bu tabiiy xom ashyolardan sanoatda metallar olish usuli haqidagi fan.

Metallar ajratib olishning pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiya singari usullari mavjud.

*Pirometallurgiya* – metallurgiyada yetakchi o‘rinni egallaydi. U rudalardan metallarni yuqori temperaturalarda qaytarish reaksiyalari yordamida olish usullarini o‘z ichiga oladi. Qaytaruvchilar sifatida ko‘mir, aktiv metallar, uglerod (II) oksid, vodorod, metan kabi moddalardan foydalaniladi. Masalan, ko‘mir bilan uglerod (II) oksid qizil mis rudasi  $\text{Cu}_2\text{O}$  dan misni qaytaradi:



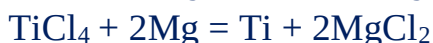
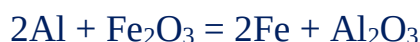
Agar ruda tarkibida metall sulfidi bo‘lsa, u oldin kuydirib oksidlash yo‘li bilan metall oksidiga aylantiriladi:



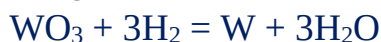
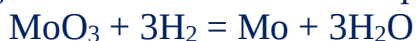
So‘ngra metall oksidi ko‘mir yordamida qaytariladi:



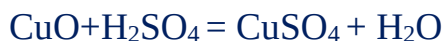
Metallarni ularning birikmalaridan kimyoviy jixatdan faolroq bo‘lgan boshqa metallar bilan qaytarish usulida ham olinadi. Bu usul *metallotermiya* usuli deb ataladi. Bu jarayonlar ham yuqori haroratlarda sodir bo‘ladi. Qaytaruvchilar sifatida alyuminiy, magniy, kalsiy, natriy shuningdek, kremniy ishlatiladi. Agar qaytaruvchi alyuminiy bo‘lsa, u holda jarayon *alyuminotermiya*, agar magniy bo‘lsa *magniytermiya* deyiladi. Masalan:



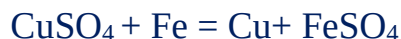
Ba‘zan metallar ularning oksidlaridan vodorod bilan qaytariladi (*vodorodotermiya*). Bu usul juda toza metallar olishda qo‘llaniladi. Masalan:



*Gidrometallurgiya* – metallarni ularning tuzlari eritmalaridan olish usullaridir. Bunda ruda tarkibiga kiradigan metall dastlab mos reagentlar yordamida eritmaga o‘tkaziladi, so‘ngra shu eritmadan ajratib olinadi. Masalan, tarkibida mis (II) oksid  $\text{CuO}$  bor mis rudasiga suyultirilgan sulfat kislota bilan ishlov berilganda mis sulfat holida eritmaga o‘tadi.



So‘ngra mis eritmadan elektroliz yo‘li bilan yoki temir kukuni yordamida siqib chiqarish orqali ajratib olinadi.



Bu usul bilan oltin, kumush, rux, kadmiy, molibden, uran va boshqa metallar olinadi.

*Elektrometallurgiya* – metallarni elektr toki yordamida elektroliz qilib olish usuli. Bu usul bilan asosan yengil metallar alyuminiy, natriy, kaliy, kalsiy kabi metallar olinadi.

Elektrolizdan ba‘zi metallarni tozalash uchun ham foydalaniladi. Tozalanadigan metallardan anod tayyorlanadi. Elektroliz vaqtida anod eriydi, metall ionlari eritmaga

o‘tadi, katodda esa ular cho‘kadi. Elektrolitik toza metallar mis, kumush, temir, nikel qo‘rg‘oshin va boshqalar ana shunday olinadi.

Metallarni birikmalaridan ajratib olishning barcha usullari oksidlanish – qaytarilish jarayonlariga asoslangan.

### **11.3. Metallarning fizik va kimyoviy xossalari. Metallarning aktivlik qatori**

**Fizikaviy xossalari.** D.I.Mendeleyev davriy sistemasidagi simobdan tashqari barcha metallar oddiy haroratda qattiq moddalardir. Metallarning o‘ziga xos xossalari quyidagilardan iborat:

- har qanday metall o‘ziga xos yaltiroqlikka ega, buning sababi shuki, ular yorug‘lik nurini spektrning ko‘zga ko‘rinuvchan sohasida qaytarish hususiyatiga ega;
- metallar issiqlik va elektr energiyasini yaxshi o‘tkazadi. Metallarning elektr o‘tkazuvchanligi harorat ortishi bilan pasayadi va aksincha, qarshiligi harorat ortishi bilan ortadi;

- ko‘pchilik metallar odatdagi sharoitda kristall holatda bo‘ladi;
- metallar cho‘ziluvchan va bolg‘alanuvchan bo‘ladi;
- metallar elektr musbat elementlardir, ya‘ni ularning oksidlari ko‘pincha suv bilan birikib asoslar hosil qiladi. Metallarda bu besh hususiyatning borligiga asoslanib, metallarning ichki tuzilishi haqida ma‘lum tasavvur yaratish mumkin. Masalan, metall yorug‘likni qaytarish hususiyatiga ega bo‘lgani uchun juda yupqa metall plastinka ham shaffof (tiniq) bo‘lmaydi. Bunga asoslanib, metall juda zich tuzilgan (ya‘ni metallarning hajm birligida juda ko‘p atomlar bor) deyish mumkin.

Metallarning issiqlik va elektr tokini yaxshi o‘tkazishi – zaryadlangan zarrachalar metallning kristallari orasida oson harakatlanishi haqida ma‘lumot beradi. Nihoyat, metallarning elektromusbat elementlar jumlasiga kirishi–valent elektronlarning metall atomidan osongina chiqib keta olishini ko‘rsatadi.

Kimyoviy bog‘lanishlar tipiga ko‘ra oddiy moddalarni metall va metallmaslarga ajratish yarim o‘tkazgichlarning xossalarini to‘g‘ri izohlashga imkon beradi. Masalan, odatdagi sharoitda bor, kremniy, uglerod, selen, tellur kabi metallmaslarda atomlar bir–biri bilan kovalent bog‘langan, lekin bu moddalar qizdirilganda (yoki elektr tasirida) atomlararo kovalent bog‘lanishlar yemirilib, orada erkin elektronlar paydo bo‘la boshlaydi. Shuning uchun bu elementlar yarim o‘tkazuvchilar jumlasiga kiradi.

1900 yilda Drude taklif etgan “elektron gaz” nazariyasiga muvofiq, metall musbat zaryadli ionlar va ular orasidagi tartibsiz harakat qiluvchi erkin elektronlardan iborat, bu elektronlar gaz molekulalari bo‘ysungan qonunlarga bo‘ysunadi. Odatdagi haroratda elektronlar metallar sirtidan chiqib keta olmaydi, chunki metallda erkin elektronlarni musbat zaryadli ionlar katta kuch bilan tortib turadi. Metallga tashqaridan elektr maydoni berilganda, elektronlar tartibsiz holatini yo‘qotib ma‘lum yo‘nalishda harakatlana boshlaydi. Elektronlarning bu harakatiga musbat ionlar to‘sqinlik qiladi. Harorat ko‘tarilishi bilan ionlarning tebranish harakati kuchayib tebranish amplitudalari kattalashadi. Shunda ionlarning elektronlar bilan to‘qnashish ehtimolligi ortadi. Binobarin, elektronlarning ma‘lum yo‘nalish sari harakati qiyinlashadi. Boshqacha aytganda, metallning elektr o‘tkazuvchanligi harorat ortganda kamayadi.



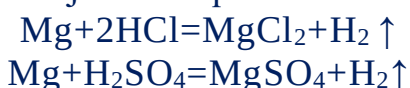
Metallarning tuzilishi haqida zonalar nazariyasi ham metallarda erkin elektronlar borligini etirof etadi. Bu nazariya asosida quyidagi mulohazalar bor: Metallning kristall panjarasidagi musbat ionlar bir–biridan bir xil uzoqlikda va ma’lum tartib bilan joylashgani uchun bu ionlar bir xil elektr maydon hosil qiladi. Doimo harakatda bo‘lgan erkin elektronlar musbat zaryadli ionlarga yaqinlashganida elektronlarning potensial energiyasi minimal qiymatga ega bo‘ladi.

Metallarning zichligi turlicha bo‘ladi. Metall elementning atom massasi qancha kichik va atomining radiusi qancha katta bo‘lsa, uning zichligi shuncha kam bo‘ladi. Metallar orasida eng yengili – litiy (zichligi 0,53 g/sm<sup>3</sup>) eng og‘iri – osmiy (zichligi 22,6 g/sm<sup>3</sup>). Zichligi 5 g/sm<sup>3</sup> dan kichik bo‘lgan metallar yengil, qolganlari – og‘ir metallar deyiladi.

Metallarning suyuqlanish va qaynash temperaturasi turlicha bo‘ladi. Eng oson suyuqlanadigan metall – simob, uning suqlanish temperaturasi –38,9°C, seziy va galliy tegishlicha 29 va 29,8°C da suyuqlanadi. Volfram– eng qiyin suyuqlanadigan metall, uning suyuqlanish temperaturasi 3390°C. U elektr lampalarning tolalarini tayyorlash uchun ishlatiladi. 1000°C dan yuqori temperaturalarda suyuqlanadigan metallar qiyin suyuqlanadigan, bundan past temperaturalarda suyuqlanadiganlari – oson suyuqlanadigan metallar deyiladi.

Metallar qattiqligi jixatdan bir–biridan farq qiladi. Eng qattiq metall – xrom (shishani qirqadi), eng yumshoqlari – kaliy, rubidiy va seziy. Ularni pichoq bilan oson kesish mumkin.

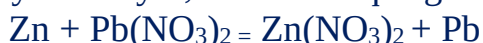
**Kimyoviy xossalari.** Metallarning atomlari elektronlarini osonlik bilan berib, musbat zaryadlangan ionga aylanadi. Tipik metallar kimyoviy reaksiyalarda elektronlarni oson berganligi uchun aktiv qaytaruvchilardir. Masalan, rux, temir, magniy, nikel kabi metallar kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda qaytaruvchi vizifasini bajaradi. Bu metallar xlorid va suyultirilgan sulfat kislota eritmalari bilan reaksiyaga kirishganda vodorod ajralib chiqadi:



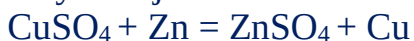
Bu reaksiyada Mg metali qaytaruvchi vazifasini bajaradi, o‘zi oksidlanadi. Vodorod ioni H<sup>+</sup> esa oksidlovchi rolini bajaradi va qaytariladi. Shu sababli bu reaksiya oksidlanish–qaytarilish reaksiyasidir. Metallar bilan konsentrlangan kislotalar, masalan, nitrat va sulfat kislotalar reaksiyaga kirishganda, oksidlovchi rolini kislota qoldig‘i bajaradi:

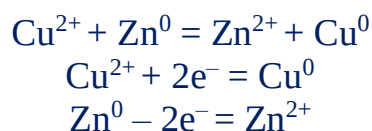


Metallarning tuzlaridan shu metallarni boshqa metallar siqib chiqarishi mumkin. Bu metallarning aktivligiga bog‘liq, masalan, qo‘rg‘oshinning biror tuzi eritmasiga bir bo‘lak rux tashlansa rux eriy boshlaydi, eritmadan qo‘rg‘oshin ajralib chiqadi:



Ushbu reaksiyada rux o‘zining valent elektronlarini qo‘rg‘oshin ioniga beradi. Bunda, rux oksidlanadi, qo‘rg‘oshin esa qaytariladi. Yuqoridagi reaksiyalarda ta’sirlashuv jarayoni metallarning sirtida sodir bo‘ladi. Rux metali bilan mis (II) sulfat eritmasi orasida boradigan reaksiya natijasida ham rux eritmadan misni siqib chiqaradi.





Oksidlanish–qaytarilish reaksiyasini bunday amalga oshirish natijasida kimyoviy reaksiya energiyasi elektr energiyasiga aylanadi.

**Metallarning aktivlik qatori.** Metallarni ularning birikmalaridan boshqa metallar siqib chiqarishini N. N. Beketov mukammal o‘rgangan. Beketov metallarni kimyoviy aktivligini pasayib borishi tartibida (siqib chiqarish qatori) deb atalgan qatorga joylashtirdi. Hozirgi vaqtda Beketovning siqib chiqarish qatori metallarning elektrokimyoviy kuchlanashlar qatori deb ataladi. Metallar bu qatorga ularning standart elektrod potentsiallari qiymatlarining ortib borishi tartibida joylashgirilgan:

Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Cr, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

Bu qator standart (normal) elektrod potentsiallari qatori deb ham ataladi.

#### Metallarning standart elektrod potentsiallari qatori

| Elektrod             | Standartd elektrod potentsiali, (25°C, V) | Elektrod                            | Standartd elektrod potentsiali, (25°C, V) |
|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| Li <sup>+</sup> /Li  | –3,045                                    | Co <sup>+</sup> /Co                 | –0,277                                    |
| Rb <sup>+</sup> /Rb  | –2,925                                    | Ni <sup>+</sup> /Ni                 | –0,250                                    |
| K <sup>+</sup> /K    | –2,925                                    | Sn <sup>+</sup> /Sn                 | –0,136                                    |
| Cs <sup>+</sup> /Cs  | –2,923                                    | Pb <sup>+</sup> /Pb                 | –0,126                                    |
| Ba/Ba+2              | –2.906                                    | Fe <sup>+</sup> /Fe                 | –0,036                                    |
| Ca <sup>+</sup> / Ca | –2,866                                    | <b>2H<sup>+</sup>/H<sub>2</sub></b> | <b>0.00</b>                               |
| Na <sup>+</sup> /Na  | –2,714                                    | Sb <sup>+</sup> /Sb                 | +0,200                                    |
| Mg <sup>+</sup> /Mg  | –2,363                                    | Bi <sup>+</sup> /Bi                 | +0,215                                    |
| Al <sup>+</sup> /Al  | –1,662                                    | Cu <sup>+</sup> /Cu                 | +0,337                                    |
| Ti <sup>+</sup> /Ti  | –1,628                                    | Cu <sup>+</sup> /Cu                 | +0,521                                    |
| Mn <sup>+</sup> /Mn  | –1,180                                    | Hg <sub>2</sub> <sup>+</sup> /2Hg   | +0,788                                    |
| Cr <sup>+</sup> /Cr  | –0,913                                    | Ag <sup>+</sup> /Ag                 | +0,799                                    |
| Zn <sup>+</sup> /Zn  | –0,763                                    | Hg <sup>+</sup> /Hg                 | +0,854                                    |
| Cr <sup>+</sup> /Cr  | –0,744                                    | Pt <sup>+</sup> /Pt                 | +1,2                                      |
| Fe <sup>+</sup> /Fe  | –0,440                                    | Au <sup>+</sup> /Au                 | +1,498                                    |
| Cd <sup>+</sup> /Cd  | –0,403                                    | Au <sup>+</sup> /Au                 | +1,691                                    |

#### 11.4. Qotishmalar. Metallarning qurilishda ishlatilishi

Zamonaviy qurilishni metall materiallarsiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Metallar bino va inshootlarning konstruktiv qismlarida – poydevor, devor, tom, karkas va boshqalarni kuchaytirishda, yuk ko‘taradigan konstruksiyalar, temirbeton tayyorlashda, qoplama materiallar, binolarni ichki va tashqi tomondan bezashda ishlatiladi. Metallar boshqa materiallarga nisbatan yuqori mustahkamligi, plastikligi, termik va kimyoviy ishlov berish imkoniyati bilan ajralib turadi. Metallar yuqori

plastiklik, yetarli bo'lmagan mustahkamlik va qattiqlikka ega bo'lmagani uchun toza holda ishlatilmaydi. Metallar asosan boshqa metallar va nometallar bilan qotishma holda ishlatiladi.

Ikki va undan ortiq elementlarni suyuqlantirish (yoki suyuqlantirmay qizdirib qovushtirish) yo'li olingan murakkab jism *qotishma* deb ataladi. Qotishma ishlab chiqarish texnologiyasi sof metallar texnologiyasiga qaraganda oddiy, arzon tushadi va texnologik xossalari yuqori bo'lgani sababli qotishma mashina detallarining asosiy materiali hisoblanadi. Qotishma tarkibidagi elektronlarning atomlari deametrllari farqiga, kristall panjaralarning turiga, suyuqlanish harorati va atomlarining o'zaro munosabatiga qarab mexanik aralashmalar, qattiq eritmalar va kimyoviy birikmalar kabi turlarga bo'linadi.

Metallar qora va rangli metallarga bo'linadi. Qora metallar – po'lat va cho'yan temir va uglerodning qotishmasidir. Agar temir tarkibiga uglerod 2,14% gacha kiritilsa po'lat, 2,14% dan ko'p kiritilsa cho'yan hosil bo'ladi. Cho'yan temir oksidlaridan temirni domna jarayonlari natijasida qaytarib olinadi. Uning tarkibida 93% temir, uglerod 5% gacha va oz miqdorda qo'shimchalar bo'ladi.

Po'lat cho'yan tarkibidan ortiqcha uglerod va qo'shimchalarni mahsus texnologik usullar vositasida chiqarib yuborib hosil qilinadi. Po'lat asosan konvertor, marten va elektr toki bilan eritish usullarida olinadi. Po'lat tarkibida uglerod 2,14% gacha bo'ladi. Po'latlar kimyoviy tarkibiga ko'ra uglerodli va legirlangan turlarga bo'linadi. Uglerodli po'latlar temir va uglerod hamda marganes, kremniy, oltingugurt va fosfor aralashmalari asosidagi qotishmadir.

Qurilishda rangli metall va qotishmalardan yengil va kimyoviy muhitlarga chidamli konstruksion elementlar, bezak buyumlari va boshqa materiallar va qismlar tayyorlanadi. Qurilishda arxitektura qismlari asosan alyuminiy metalli va uning qotishmalaridan tayyorlanadi.

#### **Nazorat uchun savollar**

1. Metallarning davriy sistemadagi o'rni qanday?
2. Tabiatda qaysi metallar sof holda uchraydi va nima uchun?
3. Metallni qanday usullarda olish mumkin?
4. Metallarning fizik xossalarini izohlang.
5. Metallar nima uchun elektronlarini berishga moyil?
6. Qotishmalar deb nimaga aytiladi?
7. Metallarning elektrokimyoviy kuchlanashlar qatorini tushuntiring.

## 12–BOB. ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR.

### 12.1. Elektrokimyoviy jarayonlar haqida tushuncha

Elektr toki taʼsirida yoki oʻzi elektr toki hosil qilib boradigan kimyoviy jarayonlar *elektrokimyoviy jarayonlar* deyiladi. Bunday jarayonlarni kimyoning elektrokimyo boʻlimida oʻrganiladi. Elektrokimyo kimyoviy va elektr energiyalarining bir biriga aylanish qonuniyatlarini oʻrganadi. Agar oddiy kimyoviy reaksiya paytida elektronlar bir zarrachadan ikkinchisiga koʻchib oʻtishi ular toʻqnashgan paytda sodir boʻlsa, elektrokimyoviy jarayon paytida elektronlar maʼlum bir yoʻnalish orqali, yaʼni biror – bir elektr oʻtkazgich yordamida biridan ikkinchisiga oʻtadi. Bu xil reaksiyalar odatda oʻzidan tok oʻtkazadigan, biror – bir qattiq yuza (elektodda)da borib, koʻpchilik holatlarda reaksiya tezligi va uning borish va bormasligi ana shu elektrod xossasiga ham bogʻliq boʻladi. Elektrokimyoning vujudga kelishi natijasida endilikda koʻpgina kimyoviy jarayonlarni elektr energiyasi yordamida amalga oshirish imkoniyati paydo boʻldi. Dastlab bu xildagi jarayonlar galvanik elementlardan ish prinsipi asosida amalga oshirilgan boʻlsa, 1870 yildan boshlab, dinmomashinaning paydo boʻlishi elektrokimyoviy jarayonlarni sanoat miqyosida amalga oshirish imkoniyatini yaratdi.

Shu yoʻsinda XX asr boshlariga kelib, elektrokimyo sanoati vujudga keldikim, u sanoat ishlab chiqarishning juda koʻp tarmoqlarini oʻz ichiga oldi. Jumladan, elektrometallurgiyada elektr toki ishtrokida deyarli barcha rangli metallar elektroliz orqali maʼdanlardan ajratib olinib boshlandi. Mis, nikel, alyuminiy, kumush, oltin kabi koʻpgina metallar elektrokimyoviy yoʻl bilan olinadi va tozalanadi. Galvanotexnika usuli bilan koʻpgina metall buyumlarning tozasi, xrom, mis, latun, nikel, kumush, oltin kabi metallar bilan qoplangan boshlandi.

Elektrokimyo ishlab chiqarish texnologiyasining usulari boʻyicha koʻpgina organik va noorganik mahsulotlar ishlab chiqariladi. Endilikda xlor, natriy ishqori alyuminiy koʻpgina oksidlovchilar (persulfat, perxlorat va boshqalar) faqat elektrokimyoviy yoʻl bilan ishlab chiqariladi. Ayniqsa, elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi boʻyicha, xlor, alyuminiy ishlab chiqarish, galvonatexnika usullari alohida ahamiyatga ega.

### 12.2. Galvanik element. Akkumulyatorlar

Galvanik elementlar deb – oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari natijasida kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektrokimyoviy sistemalarga aytiladi. Galvanik elementlar boshqacha nom bilan kimyoviy tok manbalari ham deb aytiladi. Birinchi yasalgan galvanik element Daniel–Yakobi elementi deyilib, u mis va rux elektrodlarining shu metallar tuzlari eritmalariga tushirilib yasalgan edi.

Mis va rux elektrodlar galvanometr orqali metall oʻtkazgich bilan ulangan. Elementda faol metall rux oʻzining ionlarini eritmaga yuborib, elektrodda elektronlar ortiqchaligi vujudga keladi va rux anod vazifasini oʻtaydi.



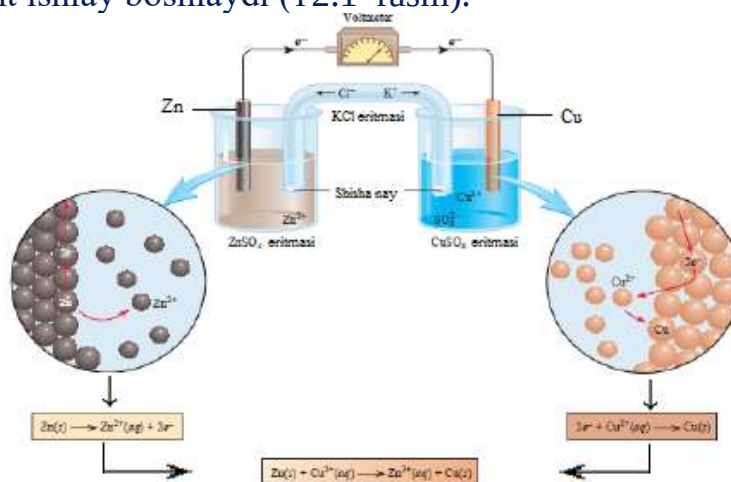
Mis nisbatan kam faol boʻlganligi tufayli ruxdagi elektronlar metall oʻtkazgich orqali misga oʻtib uning yuzasida eritmadagi mis ionlari qaytarilib, mis katod vazifasini bajaradi:



Shunday qilib, tashqi oʻtkazgich orqali elektronlar harakati vujudga keladi, yaʼni tok oʻta boshlaydi va quyidagi reaksiya ketadi:



Rux oksidlanadi, mis ionlari qaytariladi. Shu bilan bir qatorda rux sulfat eritmasida rux ionlari miqdori ortib, mis sulfat eritmasida sulfat ionlari ortiqchaligi vujudga keladi. Ortiqcha sulfat ionlari elektrolit oʻtkazgich (KCl solingan shisha nay) orqali rux sulfat eritmasiga oʻtib, ortiqcha rux ionlarini elektroneytrallaydi. Shunday qilib, galvanik element ishlay boshlaydi (12.1–rasm).



**12.1–rasm. Galvanik element**

Yuqorida taʼkidlanganidek galvanik elementda kimyoviy reaksiyani amalga oshirish jarayonida kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K.) berilgan qaytaruvchi elektronlarining oksidlovchiga oʻta olish qobiliyatini xarakterlaydi. Elektr yurituvchi kuch ikkita elektrod potentsiallari orasidagi farqni bildiradi va quyidagi tenglama asosida ifodalanadi:

$$E_{\text{Yu.K.}} = E_1 - E_2$$

$E_1$  – oksidlovchi elektrod potentsiali

$E_2$  – qaytaruvchi elektrod potentsiali

Har bir yarim element berilgan moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllari sistemasini ifoda etadi. Bu sistemani redoks–sistema yoki oksidlanish–qaytarilish jufti, redoks jufti ham deyiladi. Bunday juftlarga misol sifatida:  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$  va xokazolarni keltirishimiz mumkin. Redoks soʻzi lotinchadan olingan boʻlib, reductio (qaytarilish) va oxydatio (oksidlanish) maʼnolarini anglatadi. Har bir alohida olingan juftning potensialini oʻlchash mumkin emas. Ammo har bir yarim elementni shartli standart qilib qabul qilingan bitta elektrodga nisbatan potensialini oʻlchash mumkin. Bunday elektrod sifatida standart vodorod elektроди qabul qilingan. Vodorod elektроди gʻovak Pt kukunidan yasalgan plastinka 1 atm. bosimda vodorod gazi atmosferasida  $\text{H}^+$  ionlari aktivligi 1 ga teng boʻlgan kislota eritmasiga botirilgan sistemadir. Bunda Pt elektrod gazsimon vodorodni yutadi va xuddi gazsimon vodorod kabi taʼsir koʻrsatadi va eritmada vodorod ionlari  $\text{H}^+$  bilan gazsimon vodorod muvozanatda boʻladi.





Standart vodorod elektrodning potentsiali hamma haroratlarda nolga teng bo'linadi. U holda elektrod potentsiallari orasidagi farqni ifodalovchi tenglamadagi  $E_2=0$  bo'lsa elektr yurituvchi kuch  $=E_1$  bo'ladi. Shunday qilib berilgan elektrod potentsiali – shu berilgan elektrod va standart vodorod elektroddan tuzilgan elementning elektr yurituvchi kuchidir.

Oksidlanish–qaytarilish potentsiali (E) ning konsentratsiya va haroratga bog'liqligi Nernst tenglamasi orqali ifodalanadi ya'ni:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{ok}}{a_{red}}$$

$E^0$  – standart oksidlanish–qaytarilish potentsiali,

R– universal gaz doimiysi (8,312 j/k-mol),

T–absolyut harorat,

F–Faradey soni (96500 Kl),

n–elektrod jarayonida ishtirok etadigan elektronlar soni:

$a_{ok}$  –moddaning oksidlangan shakli aktivligi:

$a_{red}$ – moddaning qaytarilgan shakli aktivligi:

Galvanik elementlarning bir qanchasi ketma–ket ulansa batareya hosil bo'ladi. Elektr tokining kimyoviy manba'lari 3 xil birlamchi, ikkilamchi va yonilg'ich elementlarga bo'linadi.

Birlamchi elektr manba'larida reaksiya faol modda (reaksiyada ishtirok etadigan modda) tugaganidan so'ng element o'z faoliyatini to'xtatadi. Ikkilamchi elementlarda reaksiyaga kirishib tugagan faol modda tashqi elektr manba ta'sirida yana o'z holiga, faol holatiga qaytarilishi mumkin. Bu hol bir necha marta qaytarilishi va element uzoq vaqt ishlashi mumkin. Ularni akkumulyatorlar deb ham yuritiladi.

Ikkilamchi element–akkumulyatorlarga qo'rg'oshinli (kislotali) akkumulyator misol bo'lishi mumkin. Birinchi qo'rg'oshinli akkumulyator o'tgan asrning sakkizinchi yillarida yaratilgan. Qo'rg'oshinli akkumulyatorda quyidagi umumiy reaksiya boradi:



Katodda (+)  $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;

Anodda (–)  $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}$ ;

Elektrolit sifatida sulfat kislotaning 28–41% eritmasi (zichligi 1,20–1,31 g/sm<sup>3</sup>) ishlatiladi. Razryad natijasida kislota konsentratsiyasi 12–24% gacha (zichligi 1,08–1,17 g/sm<sup>3</sup>) pasayadi. Akkumulyatorlarning elektr yurituvchi kuchi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = 2.046 + \frac{2.3RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{a_{\text{H}_2\text{O}}}$$

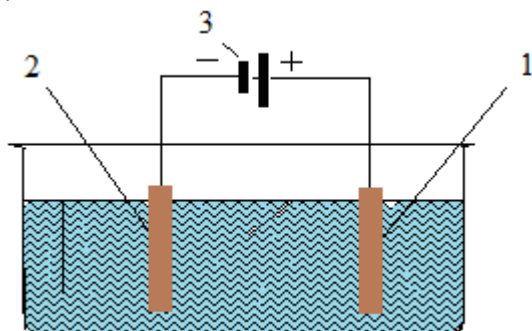
Qo'rg'oshinli akkumulyatorlar minus 30°C dan plus 40–50°C gacha bo'lgan haroratda ishlatilishi mumkin. Ularning razryad paytida elektr kuchlanishi 2V ga teng. Transport vositalari uchun qo'llaniladigan akkumulyatorlar sig'imi 45 dan 215 A/soatgacha yetadi. Masalan, 6 ST–90 akkumulyator batareyasi 6 ta elementdan tashkil topib, kuchlanishi 6·2V=12 V, sig'imi 90 A/soat.

1900 yilda Shved olimi Yunger tomonidan nikel–kadmiyli, 1901 yilda Edison tomonidan nikel–temirli ishqoriy akkumulyator ishlab chiqildi. Agar kislotali akkumulyatorlar uchun faol modda solishtirma sarfi  $12\text{g}/(\text{A}\cdot\text{soat})$  bo'lsa, ishqoriy akkumulyatorlarda bu kattalik  $6,2\text{--}5,1\text{g}/(\text{A}\cdot\text{soat})$  ga teng. Bu xil akkumulyatorlarda lamel plastinkalar ishlatilib, ular bir qancha yassi teshiklari bo'lib, plastinkalar yig'indisi holida bo'lib, unga faol modda preslangan bo'ladi. Ishqoriy akkumulyatorlar 8–10 yil muddatida xizmat qilib, 1500 marotabagacha zaryad–razryad qilinishi mumkin.

Elektrokimyo sanoatida elektr tokining kimyoviy manbalarini (akkumulyator va batareyalar) ishlab chiqarish alohida o'rin egallaydi. Hozirgi kunda akkumulyator va batareyalarning og'irligi bir necha mg dan bir necha kg gacha bo'lgan turlari ishlab chiqariladiki, ular juda aniq o'lchov asboblari boshlab, samolyot, kosmik va suv kemalari, transport vositalari kabi zamonaviy mashinalarda ularning ajralmas qismi sifatida ishlatilmoqda.

### 12.3. Elektroliz. Elektroliz qonunlari

Elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'zgarmas elektr toki o'tkazilganda elektrodlarda boradigan oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari *elektroliz* deb ataladi. Elektroliz jarayoni mahsus qurilmalar – elektrolizyorlar yoki elektrolitik vannalarda olib boriladi (10.2–rasm).



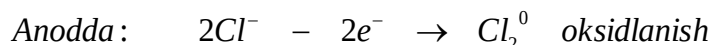
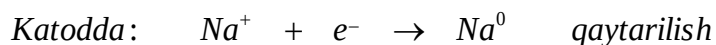
12.1–rasm. Elektrolizyor tuzilishi

1–anod, 2–katod, 3–o'zgarmas tok manbai

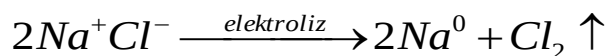
Agar elektrolitning suvdagi eritmasiga o'zgarmas tok manbaiga ulangan elektrod tushirilsa, eritmada tartibsiz harakatda bo'lgan ionlar bir tomonga yo'naladi: kationlar katodga, anionlar esa anodga tomon yo'naladi. Elektr toki manbaining ishlashi natijasida elektronlar anoddan katodga uzatiladi, shu sababli anodda elektronlar yetishmay qoladi, katodda esa ko'payib ketadi. Elektronlar katoddan musbat zaryadlangan ionlarga o'tadi va ularni neytral atomlarga aylantiriladi. Manfiy zaryadlangan ionlar anodga kelib unga o'z elektronlarini beradi va o'zi zaryadsizlanadi. Shunday qilib, elektrolizning mohiyati shundaki, katodda qaytarilish anodda esa oksidlanish jarayoni boradi.

Suyuqlantirilgan elektrolitlarning elektrolizi bilan elektrolit eritmalarining elektrolizi bir–biridan farq qiladi. Bunga misol tariqasida suyuqlantirilgan NaCl ning elektrolizi jarayonini ko'rib chiqamiz.

Agar NaCl suyuqlanmasi orqali elektr toki o'tkazilsa, suyuqlanmadagi  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlari tegishli elektrodlar tomon harakatlanadi va ularda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:



Suyuqlantirilgan NaCl ning elektrolizi umumiy tarzda quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Tuzlarning suvdagi eritmalarining elektrolizida eritmada tuz ionlaridan tashqari suvning dissotsiyanlashidan hosil bo'lgan  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarining hosil bo'lishi ham hisobga olinadi. Katod atrofida elektrolit va vodorod kationlari hamda anod atrofida elektrolit va gidroksid ionlari to'planadi. Katod va anodda boradigan oksidlanish–qaytarilish jarayoni ionlarning oksidlanish–qaytarilish potentsiallari qiymatiga bog'liq.

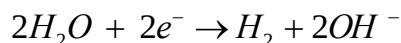
$$E = E_0 + \frac{2,3 \cdot R \cdot T}{n \cdot F} \lg [H^+] = E_0 + \frac{2,3 \cdot 8,31 \cdot 298}{1 \cdot 96500} \lg [H^+] = E_0 + 0,059 \lg [H^+]$$

Vodorod elektrodning potentsiali  $E_0 = 0$  ga tengligini va  $\lg[H^+] = -pH$  ekanligini hisobga olsak,  $E_0 = -0,059 \cdot pH$  bo'ladi.

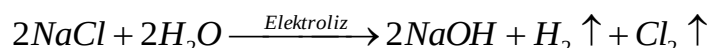
Tuzlarning neytral eritmaları uchun  $pH = 7$  ga tengligi uchun,  $E_0 = -0,059 \cdot 7 = -0,41V$  bo'ladi.

Agar elektrolit kationini hosil qiluvchi metallning elektrod potentsiali  $-0,41V$  dan katta bo'lsa, katodda metall emas, balki vodorod ajraladi. Agar metallning elektrod potentsiali  $-0,41V$  ga yaqin bo'lsa, katodda metall ham, vodorod ham birgalikda qaytariladi.

Kislotali eritmalaridan vodorodni ajralib chiqishi vodorod ionlarining zaryadsizlanishi hisobiga boradi. Neytral va ishqoriy eritmalarda suv molekullari qaytariladi:



Masalan: NaCl suvdagi eritmasini elektroliz qilinganda, suv molekullari elektrolizga uchrashi hisobiga katodda Na o'rniga  $H_2$  qaytariladi. Umumiy tarzda quyidagicha:



Elektroliz vaqtidagi anodda boradigan oksidlanish jarayonida anod materiali ikki guruhga: erimaydigan va eriydigan anodlarga bo'linadi.

Oksidlanmaydigan materialdan (grafit, platina) yasalgan anod erimaydigan (inert) anod, oksidlanadigan materialdan yasalgan anod eriydigan (aktiv) anod deyiladi.

Elektr energiyasining ta'sirida vujudga keladigan kimyoviy jarayonlar unumi bilan elektr toki o'rtasida miqdoriy bog'lanish borligini dastlab 1836 yilda ingliz olimi M.Faradey aniqladi. Faradey fanga elektrod, anod, katod, anion, kation, 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 manbai sifatida foydalandi. U o'zining ilmiy kuzatishlari asosida quyidagi elektroliz qonunlarini kashf etdi:

**Faradeyning I qonuni.** Elektroliz vaqtida elektrodda ajralib chiqadigan moddaning miqdori eritmadan o'tgan elektr toki miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

**Faradeyning II qonuni.** Agar bir necha elektrolit eritmasi orqali bir xil miqdorda ketma-ket ulangan holda, elektr toki o'tkazilsa elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdorlari o'sha moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional bo'ladi.

Elektroliz vaqtida elektrodlarda 1 g – ekvivalent modda ajralib chiqishi uchun elektrolit eritmasidan 96500 kulon elektr toki o'tishi kerak. Bu son Faradey soni  $F$  deyiladi.

Faradey qonunlaridan ifoda kelib chiqadi:

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} \quad \text{yoki} \quad m = \frac{E \cdot Q}{F}$$

Bunda,  $m$ –moddaning massasi,  $E$ –moddaning gramm ekvivalenti (g–ekv);  $I$ –tok kuchi;  $t$ –vaqt;  $Q$ –elektr miqdori;  $F$ –Faradey soni;  $F=96500$ .

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Metallarni ularning birikmalaridan ajratib olish, metall buyumlarni korroziyadan saqlashda, metall sirtiga korroziyabardosh metall qoplash kabi ishlarda elektrolizdan foydalaniladi.

#### **Nazorat uchun savollar**

1. Elektrokimyoviy jarayonlar haqida qanday tushunchaga egasiz?
2. Galvanik element nima?
3. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini tavsiflang
4. Akkumlyatorlarning ishlash mexanizimini tushintiring?
5. Elektroliz jarayonini tushuntiring.
6. Faradey qonunlarining mohiyati nimadan iborat?

## 13-BOB. ELEKTROLIZ. ELEKTROLIZ QONUNLARI

### 13.1. Faradey qonunlari

Yuqoridagi bobda ta'kidlanganidek, elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'zgarmas elektr toki o'tkazilganda elektrodalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari *elektroliz* deb ataladi. Elektroliz elektr toki ta'sirida parchalanish demakdir.

Elektroliz jarayonida elektrod - elektrolit chegarasida elektrokimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib, bunda elektrod bilan eritmadagi ionlar (molekulalar) o'zaro elektron almashadi. Katodda elektronlar elektrodan ionga (yoki molekulaga), anodda esa iondan (molekuladan) elektrodga o'tadi, bunda ionlar yoki molekulalar o'zining elektr zaryadini yoo'qotadi yoki o'zgartiradi.

Elektr energiyasining ta'sirida vujudga keladigan kimyoviy jarayonlar unumi bilan elektr toki o'rtasida miqdoriy bog'lanish borligini dastlab 1836 yilda ingliz olimi M.Faradey aniqladi. Faradey fanga elektrod, anod, katod, anion, kation, 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 manbai sifatida foydalandi. U o'zining ilmiy kuzatishlari asosida quyidagi elektroliz qonunlarini kashf etdi:

**Faradeyning I qonuni.** Elektroliz vaqtida elektrodga ajralib chiqadigan moddaning miqdori eritmadan o'tgan elektr toki miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

**Faradeyning II qonuni.** Agar bir necha elektrolit eritmasi orqali bir xil miqdorda ketma-ket ulangan holda, elektr toki o'tkazilsa elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdorlari o'sha moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional bo'ladi.

Elektroliz vaqtida elektrodlarda 1 g – ekvivalent modda ajralib chiqishi uchun elektrolit eritmasidan 96500 kulon elektr toki o'tishi kerak. Bu son Faradey soni  $F$  deyiladi.

Faradey qonunlaridan quyidagi matematik ifoda kelib chiqadi:

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} \quad \text{yoki} \quad m = \frac{E \cdot Q}{F}$$

Bunda,  $m$ –moddaning massasi,  $E$ –moddaning gramm ekvivalenti (g–ekv);  $I$ –tok kuchi;  $t$ –vaqt;  $Q$ –elektr miqdori;  $F$ –Faradey soni;  $F=96500$ .

### 13.2. Elektrolizning amalda qo'llanilishi

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Metallarni ularning birikmalaridan ajratib olish, metall buyumlarni korroziyadan saqlashda, metall sirtiga korroziyabardosh metall qoplash kabi ishlarda elektrolizdan foydalaniladi.

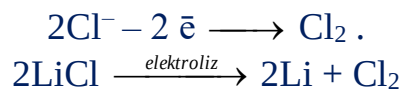
Elektroliz jarayoni sanoatda katta ahamiyatga ega. Masalan, xlor va o'yuvchi ishqorlar osh tuzi eritmasini elektroliz qilib olinadi. Ammiak sintezi uchun zarur bo'lgan toza vodorod suvni elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Suyuqlantirilgan kriolit  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  dan alyuminiy olish, suyuqlantirilgan  $\text{MgCl}_2$  ni elektroliz qilib magniy olish,



misni qo‘shimchalardan tozalash va boshqa turli moddalar ishlab chiqarishda ham elektrolizdan foydalaniladi.

Masalan, natriy, litiy va kaliy asosan elektroliz usuli yordamida olinadi. Elektroliz uchun asosan ularning tuzlari yoki gidroksidlaridan foydalaniladi.

Litiy olish uchun LiCl – KCl tarkibli evtetik aralashmani elektroliz qilinadi. Natijada katodda Li metali qaytariladi:  $\text{Li}^+ + \bar{e} \longrightarrow \text{Li}^0$ . Anodda esa xlor ioni oksidlanadi:



Natriy asosan NaCl tuzini suyuqlantirib, elektroliz qilish asosida olinadi.  $2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{elektroliz}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

Sanoatda alyuminiy, ishlab chiqarishda,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ning suyuqlantirilgan eritmalarini elektroliz qilish orqali olinadi. Buning uchun gilyuproq kriolit ( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ )da eritilib, elektroliz qilinadi. Suyuq aralashmada 6-8 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 92-94%  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  bo‘ladi. Suyuqlangan kriolitdan foydalanishning sababi shundaki,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bilan  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  962°C da suyuqlanadigan evtetik qotishma hosil qiladi. Bu evtetik qotishma tarkibida 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bo‘ladi. Shu sababli elektrolizni nisbatan past temperaturada olib borish mumkin. Elektrolitning suyuqlanish temperaturasi yanada pasaytirish maqsadida unga turli fluoridlar ( $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  va  $\text{AlF}_3$ ) qo‘shiladi. Elektroliz jarayoni 900°C atrofida olib boriladi.

Anod sifatida grafit tayoqchalar va katod sifatida presslangan ko‘mir yoki grafit ishlatiladi. Suyuq aralashmadagi alyuminiy oksid  $\text{Al}^{3+}$  va  $\text{O}^{2-}$  ionlariga parchalanadi:



Eritma orqali elektr toki o‘tkazilganda  $\text{Al}^{3+}$  ionlari katodda qaytariladi va metall holdagi alyuminiy hosil bo‘ladi:



Kislorod ionlari esa anodda oksidlanadi:



Anodda ajralgan kislorod ko‘mir bilan reaksiyaga kirishib CO va  $\text{CO}_2$  hosil qiladi. Elektrolizyor tubiga suyuq xomaki alyuminiy yig‘iladi. So‘ngra u elektrolitik usulda tozalanadi. Xomaki alyuminiydan anod o‘rnida, toza alyuminiydan esa katod sifatida foydalanib, tarkibida 99,99% Al bo‘lgan toza mahsulot olinadi.

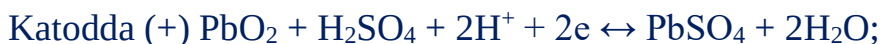
### 13.3. Akkumulyatorlar, ularning turlari va ishlatilishi

Elektr tokining kimyoviy manba‘lari 3 xil birlamchi, ikkilamchi va yonilg‘i elementlarga bo‘linadi.

Birlamchi elektr manbalarida reaksiya faol modda (reaksiyada ishtirok etadigan modda) tugaganidan so‘ng element o‘z faoliyatini to‘xtatadi. Ikkilamchi elementlarda reaksiyaga kirishib tugagan faol modda tashqi elektr manba ta’sirida yana o‘z holiga, faol holatiga qaytarilishi mumkin. Bu hol bir necha marta qaytarilishi va element uzoq vaqt ishlashi mumkin. Ularni *akkumulyatorlar* deb ham yuritiladi.

Ikkilamchi element–akkumulyatorlarga qo‘rg‘oshinli (kislotali) akkumulyator misol bo‘lishi mumkin. Birinchi qo‘rg‘oshinli akkumulyator o‘tgan asrning

saksoninchi yillarida yaratilgan. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarda quyidagi umumiy reaksiya boradi:



Elektrolit sifatida sulfat kislotaning 28-41% eritmasi (zichligi 1,20-1,31 g/sm<sup>3</sup>) ishlatiladi. Razryad natijasida kislota konsentratsiyasi 12-24% gacha (zichligi 1,08-1,17 g/sm<sup>3</sup>) pasayadi. Akkumulyatorlarning elektr yurituvchi kuchi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = 2,046 + \frac{2,3RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{a_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar –30°C dan +50°C gacha bo‘lgan haroratda ishlatilishi mumkin. Ularning razryad paytida elektr kuchlanishi 2V ga teng. Transport vositalari uchun qo‘llaniladigan akkumulyatorlar sig‘imi 45 dan 215 A/soatgacha yetadi. Masalan, 6 ST-90 akkumulyator batareyasi 6 ta elementdan tashkil topib, kuchlanishi 6·2V=12 V, sig‘imi 90 A/soat.

1900 yilda Shved olimi Yunger tomonidan nikel-kadmiyli, 1901 yilda Edison tomonidan nikel-temirli ishqoriy akkumulyator ishlab chiqildi. Agar kislotali akkumulyatorlar uchun faol modda solishtirma sarfi 12g/(A·soat) bo‘lsa, ishqoriy akkumulyatorlarda bu kattalik 6,2-5,1g/(A·soat) ga teng. Bu xil akkumulyatorlarda lamel plastinkalar ishlatilib, ular bir qancha yassi teshiklari bo‘lib, plastinkalar yig‘indisi hoida bo‘lib, unga faol modda zichlangan bo‘ladi. Ishqoriy akkumulyatorlar 8-10 yil muddatida xizmat qilib, 1500 marotabagacha zaryad-razryad qilinishi mumkin.

Elektrokimyo sanoatida elektr tokining kimyoviy manbalarini (akkumulyator va batareyalar) ishlab chiqarish alohida o‘rin egallaydi. Hozirgi kunda akkumulyator va batareyalarning og‘irligi bir necha mg dan bir necha kg gacha bo‘lgan turlari ishlab chiqariladiki, ular juda aniq o‘lchov asboblaridan boshlab, samolyot, kosmik va suv kemalari, transport vositalari kabi zamonaviy mashinalarda ularning ajralmas qismi sifatida ishlatilmoqda.

### Nazorat uchun savollar

1. Elektroliz jarayonini tushuntiring.
2. Elektrokimyoviy jarayonlar haqida qanday tushunchaga egasiz?
3. Faradeyning birinchi qonunini tushuntiring.
4. Faradeyning ikkinchi qonunini izohlang.
5. Elektrolizning sanoatdagi ahamiyati qanday?
6. Elektroliz usulida qanday metallar olinadi ?
7. Akkumulyatorlarning qanday turlari bor?
8. Akkumulyatorlarning ishlash mexanizimini tushuntiring?

## 14-BOB. METALLAR KORROZIYASI

### 14.1. Metallar korroziyasi va uning turlari

Metallar va ularning birikmalari xalq xo'jaligi va sanoatning deyarli hamma sohalarida qo'llaniladi. Ular xizmat qiladigan atrof-muhitda shunday moddalar borki, ular metallarni yemira boshlaydi. Yemirilish nafaqat metallarda, balki barcha materiallarda sodir bo'ladi. Misol uchun polimer moddalar, beton, yog'och, rezina, xattoki kog'ozlar ham muhit ta'sirida yemiriladi. Bu hodisa *korroziya* deyiladi. Korroziya suzi lotincha "corrode" - yemirilish degan ma'noni anglatadi.

Korroziya o'zining fizik-kimyoviy tavsifi jihatdan 2 xil bo'ladi: *kimyoviy* va *elektrokimyoviy* korroziya. Metallda korroziyaning qanday turi sodir bo'lishi metalni kurshab turgan muhitga bogliq bo'ladi. Korroziya tabiati jio'atidan oksidlanish jarayoni hamdir.

**Kimyoviy korroziya.** Korroziyaning ushbu turi elektr toki o'tkazmaydigan muhit (gazlar, noelektrolit suyuqliklar, neft, kerosin, benzin va boshqalar) larda uchraydi. Kimyoviy korroziya o'z navbatida *gazdagi* va *suyuqlikdagi* korroziyalarga bo'linadi.

Metalga quruq gazlar (kislorod, sulfid angidrid, vodorod sulfid, galogenlar, karbonat angidrid va hokazo), elektrolit bo'lmagan suyuqliklar ta'sir etganda kimyoviy korroziya sodir bo'ladi. Bu ayniqsa yuqori haroratli sharoitda ko'p uchraydi, shuning uchun bunday yemirilish metalning *gaz korroziyasi* deb ham ataladi.

Past haroratda gazlar metall sirtiga yutilishi - xemosorbsiya deyiladi. Bunda ko'pgina metallarda (Ni, Cr, Cu, Al) yupqa oksid parda hosil bo'ladi. Bu parda metalni davomli oksidlanishdan saqlaydi. Oksid pardalarning qalinligi  $10-15 \cdot 10^{-6}$  m atrofida bo'lganda metalning tashqi ko'rinishi o'zgarmaydi. Oksid pardalarning qalinligi  $50-100 \cdot 10^{-6}$  m dan ortiq bo'lsa, metalning tashqi ko'rinishi o'zgaradi va metall o'ziga xos yaltiroqlikni yo'qotadi. Magniy, alyuminiy, qo'rg'oshin kabi metallarda hosil bo'lgan oksid pardaning qalinligi  $200-400 \cdot 10^{-6}$  m ga boradi, shuning uchun bu metallar o'z oksidlarining rangiga ega. Oksid pardaning qalinligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi.

Gaz korroziyasi ayniqsa metallurgiyaga katta zarar keltiradi. Temir va po'lat buyumlarni gaz korroziyasidan saqlash uchun ularning sirti alyuminiy bilan qoplanadi.

Suyuq yoqilg'ilar ta'sirida vujudga keladigan korroziya ham kimyoviy korroziyaga misol bo'ladi. Bunda yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$  kabilar quruq sharoitda metallarni korroziyalantiradi.

Metalning *suyuqlik ishtirokidagi korroziyasi* elektr toki o'tkazmaydigan suyuq muhitda sodir bo'ladi. Neft, benzin, kerosin, moylovchi yog'lar ishtirokida kimyoviy korroziya kuchayadi.

**Elektrokimyoviy korroziya.** Elektrolitlar ta'sirida bo'ladigan korroziya *elektrokimyoviy korroziya* deyiladi. Ko'pgina metallar asosan elektrokimyoviy korroziya tufayli yemiriladi.

Elektrokimyoviy korroziya o'zining xususiyatlariga ko'ra ikki turga bo'linadi: *galvanokorroziya* va *elektrokorroziya*.

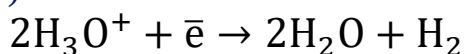
Galvanokorroziya o'z-o'zidan mikrogalvanik zanjir hosil qilib boradi.

Elektrokorroziya esa tashqi elektr manbai ta'sirida boradi. Tabiiy sharoitida va texnikada metallar asosan galvanokorroziyaga uchraydi.

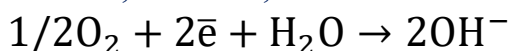
Elektrokimyoviy korroziya nazariyasi rus olimlarining bir qancha ishlari asosida rivojlandi. XX asr boshlarida akademik V.A.Kistiyakovskiy metallarning passivligini ifodalovchi parda nazariyasini, 1913 yilda Ya.V.Pisarjevskiy elektrod potensialining gidrat nazariyasini va shu yili N.A.Izgarishev elektrolit eritmalaridan metallar sirtida elektrokimyoviy jarayonlar borishi haqida nazariyalar yaratadi. Hozirgi zamon korroziya nazariyasi R.V.Akimov tomonidan yaratilgan.

Elektrokimyoviy korroziya metalda kichik galvanik elementlar hosil bo'lishi natijasida sodir bo'ladi. ko'p metallar tarkibida qo'shimcha sifatida boshqa metallarning bo'lishi hamda metall hamma vaqt suv, havo namligi va elektrolitlar qurshovida turishi sababli galvanik elementlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Shunday qilib, metallarning elektrokimyoviy korroziyaga uchrashi ularda elektr galvanik elementlar hosil bo'lishi bilan bog'liq. Metall buyumlar esa ko'pincha, metallarning qotishmalaridan tayyorlanadi. Shuning uchun metall yoki metall buyum elektrolit eritmasiga tushirilsa, yoki nam havoda qoldirilsa, galvanik elementlar hosil bo'ladi. Metalning o'zi bir qutb bo'lsa, undagi aralashma ikkinchi qutb bo'ladi va shu metalning o'zi qutblarni tutashtiruvchi o'tkazgich vazifasini bajaradi. Natijada galvanik elementlar ishlay boshlaydi. Bu vaqtda, yuqorida ko'rib o'tilganidek, elektrmanfiyroq metall manfiy qutb bo'lib, gidratlangan ion ( $M + nH_2O$ ) holida eritmaga o'tadi. Katodda esa eritmada  $H_3O^+$  ioni metallardan elektronini olib zaryadsizlanadi (qaytariladi)



Natijada katodda vodorod ajralib chiqadi. Shunday qilib, korroziya metall yuzasidan elektron ajralishi bilan sodir bo'ladi. Elektron metallardan faqat  $H_3O^+$  ta'siridagina emas, oksidlovchilar, masalan, kislorod ta'sirida ham chiqishi mumkin:

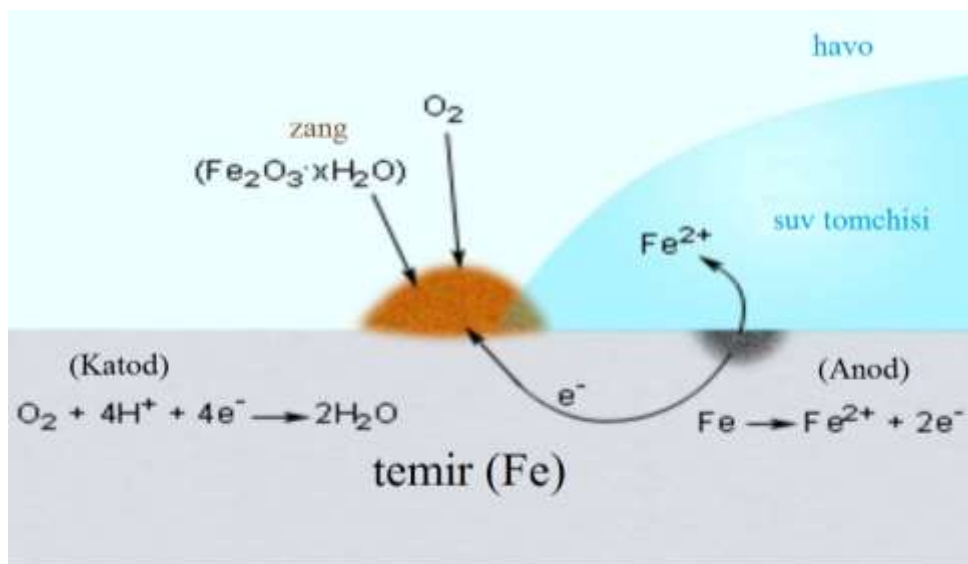


Metall toza bo'lganda ham, uning turli joylari turli fizik - kimyoviy xossaga egaligi natijasida galvanik element hosil bo'lishi mumkin. Masalan, toza alyuminiy yoki temir tayoqchasi bukilsa, bukilgan joyi anod, bukilmagan joyi katod bo'ladi. Temir tayoqchalarning bukilgan joyi ko'proq korroziyalanganligini ko'rgan bo'lsangiz kerak. Kristallarning yuzasi anod ichi esa katod bo'ladi.

Katod jarayonini ionlashtiruvchi moddalarning mavjudligi korroziyani tezlatadi. Masalan, katod qismida vodorod ioni qaytarilayotgan bo'lsa, eritmada mavjud bo'lgan oksidlovchilar (masalan, suvda erigan kislorod) ajralib chiqayotgan vodorod atomi bilan birikib  $H^+$  ionining qaytarilishini osonlashtiradi (kislorod qutbsizlanishi).

Elektrokimyoviy korroziyaning elektr toki vujudga kelishi bilan bog'liqligini ko'rib chiqdik. Shunday ekan, korroziya tezligi elektr tokining miqdoriga, bu esa element qutblaridagi potensiallar ayirmasiga mutanosib bo'ladi. Shuning uchun qutblanish (qutblovchi moddalar) elektrokimyoviy korroziyani susaytiradi, aksincha yuqorida kislorod misolida ko'rib o'tilganidek, qutbsizlantiruvchi moddalar korroziyani tezlashtiradi.

Elektrokimyoviy korroziya mehanizmini temirni nam havo muhitida korroziyaga uchrashi misolida ham kuzatishimiz mumkin (14.1-rasm)



#### 14.1-rasm. Elektrokimyoviy korroziya mexanizmi

Shuningdek, korroziyani borishiga pH qiymati katta ta'sir ko'rsatadi.  $\text{H}^+$  ionlar konsentratsiyasining ko'payishi ularning katodda zaryadsizlanishini osonlashtiradi, va demak, korroziyani kuchaytiradi.

#### 14.2. Metallarni korroziyadan saqlash

Metallarni korroziyadan saqlashning quyidagi usullardan foydalaniladi:

- metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash;
- metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash;
- metallarga turli qo'shimchalar kiritish;
- metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash.

**Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash.** Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash usullaridan biri anod qoplash hisoblanadi. Bu maqsadda ishlatiladigan metalning standart elektrod potentsiali metallarning aktivlik qatorida korroziyadan saqlanishi kerak bo'lgan metalnikiga qaraganda manfiy qiymatga ega bo'lishi lozim. Masalan, temirni rux bilan qoplash (anod qoplash) nihoyatda katta foyda keltiradi, chunki temir buyum uning sirtini qoplagan ruxning hammasi tugamaguncha yemirilmaydi.

Temirni qalay bilan qoplanganda katod qoplama olinadi, chunki qoplovchi metall qoplanuvchi metalga nisbatan aslroq. Katod qoplamaning biror joyi ko'chsa, himoya qilinuvchi metall, ya'ni temir juda tez yemiriladi.

**Metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash.** Metallarning sirtini lak, bo'yoq, rezina, surkov moylari (solidol, texnik vazelin) bilan qoplash, emallash va hokazolar metallarni korroziyadan saqlaydi.

**Metallarga turli qo'shimchalar kiritish.** Odatdagi po'latga 0,2-0,5% mis qo'shish bilan po'latning korroziyaga bardoshlilikini 1,5-2 marta oshirish mumkin. Zanglamaydigan po'lat tarkibida 12%ga qadar xrom bo'ladi, bu xrom passiv holatda bo'lib, po'latga mustahkamlik beradi. Po'latga nikel va molibden qo'shilganida uning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Bunday po'latlar legirlangan po'latlar deyiladi.

**Metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash.** Maxsus kimyoviy operatsiyalar o'tkazib, metall sirtini korroziyaga chidamli birikmalar pardasi bilan



qoplash mumkin. Bunday pardalar – oksidli, fosfatli, xromatli va hokazo pardalar nomi bilan yuritiladi. Metall sirtida korroziyaga chidamli oksid parda hosil qilish jarayoni oksidirlash deyiladi. Metall buyumni oksidirlashning uch usuli mavjud:

1) metall buyum sirti yuqori haroratda organik moddalar bilan oksidlantiriladi (qoraytiriladi, ko‘kartiriladi va hokazo);

2) metall buyum ( $MnO_2$ ;  $NaNO_3$ ;  $K_2Cr_2O_7$  kabi) oksidlovchi moddalar ishtirokida konsentrlangan ishqor eritmasi suyuqlikning qaynash haroratigacha qizdiriladi;

3) metall buyumni biror elektrolit eritmasi ichida anod qutbga joylab elektroliz o‘tkaziladi, bu jarayon anodirlash deyiladi.

### **14.3. Korrozion aktivator va ingibitorlar**

Korroziya jarayonining tezligiga eritmalarda bo‘lgan ionlar, ya’ni  $H^+$  va  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasi, eritmaning – pH i katta ta’sir ko‘rsatadi.  $H^+$  ionlari konsentratsiyasi ortsa, korroziya kuchayadi,  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasining ortishi temirning korroziyalanishini susaytiradi. Lekin gidroksidlari amfoter xossaga ega bo‘lgan metallar (Zn, Al, Pb)ning korroziyasi  $OH^-$  ionlari konsentratsiyasi ortganda tezlashadi.

Korroziyani tezlatuvchi moddalar korrozion aktivatorlar deyiladi. Bularga ftoridlar, xloridlar, sulfatlar, nitratlar va hokazolar kiradi. Korrozion muhitga qo‘shilganida metallar korroziyasini susaytiradigan moddalar korrozion ingibitorlar deb ataladi. Masalan, aminlar, mochevina, aldegidlar, sulfidlar, xromatlar, fosfatlar, nitritlar, silikatlar va hokazolar korrozion ingibitorlardir.

#### **Nazorat uchun savollar**

1. Metallar korroziyasi va uning turlari
2. Korroziyadan saqlanish usullari
3. Metallarning elektrokimyoviy korroziyasi
4. Metallarni elektrokimyoviy korroziyadan saqlash usullari
5. Anod va katod qoplamalar
6. Metallarning atrof-muhit ta’sirida yemirilishiga asosiy sabab nima?
7. Nima uchun korroziyadan saqlashda asosan rux, nikel va xrom metallaridan foydalaniladi?

## **15–BOB. POLIMERLAR KIMYOSI**

### **15.1 Polimerlar haqida tushuncha**

Yuqori molekulyar birikmalar deb molekulalari bir necha minglab atomlardan tashkil topgan katta molekulyar massali birikmalarga aytiladi. Ko‘p mamlakatlarda yuqori molekulyar birikmalar kimyosi, fizikasi va fizikaviy–kimyo sohasidagi

tadqiqotlar keyingi o'n yillikda ancha rivojlandi. Yuqori molekulyar birikmalar haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarining kengayishida G.Shtaudinger, V.A.Kargin, G.Mark, P.P.Shorgin, V.V.Korshak, V.Karozers, A.P.Aleksandrov, P.Flori, S.S.Medvedev, E.Gut, V.Kun, P.P.Kobeko, o'zbek olimlaridan X.U.Usmonov, M.A.Asqarov va ularning shogirdlari hamda boshqa ko'pgina fiziklar, kimyogarlarning ishlari muhim ahamiyatga ega bo'ldi.

Tirik tabiatda paxta, jun, ipak, yog'och, charm, kauchuk kabi ko'plab yuqori molekulyar birikmalar uchraydi. Insonlar qadim zamonlardan beri tabiiy yuqori molekulyar birikmalardan kiyim-kechaklar, oyoq kiyimlari, mehnat qurollari tayyorlashda foydalanib kelganlar. Ammo yuqori molekulyar birikmalar ishlab chiqarishning qimmatligi, assortimenti, mexanik xossalari, resurslari, ularga bo'lgan sanoatning hamda kishilarning xo'jalik faoliyati talablarini qondira olmadi.

XIX asrning oxirlarida sanoatda tabiiy yuqori molekulyar birikmalarni kimyoviy modifikatsiyalab ishlab chiqarishni o'zlashtirildi. Hozirgi vaqtda sintetik yuqori molekulyar birikmalar (SYuMB) plastmassa, kauchuk, tola, plyonka, lak va boshqalar shu qadar muhim ahamiyatga ega bo'lib qoldiqi, ularsiz xo'jalikning biror tarmog'i ham rivojlana olmaydi. Dunyoda yuqori molekulyar birikmalar rangli metallarga nisbatan miqdor jihatdan ham, sifat jihatdan ham ko'p ishlab chiqarilmoqda va o'sish sur'ati davom etmoqda. Yuqori molekulyar birikmalar ishlab chiqarishning bunday tez sur'atlarda o'sishiga sabab, ularda elastiklik, qattqlik, mustahkamlik, tiniqlik yoki tiniqmaslik, yengillik, kimyoviy mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va boshqa ajoyib xossalarning mujassam ekanligidadir. Ularning ayrimlari ko'pgina xossalari bilan xatto tabiiy materiallardan ham afzallikka ega. Ko'p hollarda yuqori molekulyar birikmalarni polimerlar deb ham yuritiladi. Polimer so'zi grekchadan olingan bo'lib, poli – ko'p, mer – qism degan ma'noni bildiradi. Masalan: butadien gazsimon modda bo'lib, uning molekulyar og'irligi 54 ga teng, u 4000 marta bog'lanib polimer hosil qiladi. Hosil bo'lgan polimer polibutadien (sun'iy kauchuk) deb ataladi.

Kimyoviy bog'lar vositasida uzun, chiziqli, tarmoqlangan yoki to'rsimon zanjirlarga tartibli yoki tartibsiz ketma-ket birikkan bir xil yoki har xil atomlar guruhlaridan tashkil topgan birikmalar *polimerlar* deb ataladi.

Polimerlarni hosil qiladigan quyi molekulali moddalarni *monomerlar* (mono–bir demakdir) deb ataladi. Agar polimer hosil bo'lishida monomer molekulasi o'zgarmagan holda makromolekula tarkibida takrorlanuvchi bo'g'in monomer bo'g'in deb ataladi.

Polimerlar makromolekulalari zanjirlari nafaqat kimyoviy tarkibi, balki tuzilish tartibi (zanjirlarni fazoda joylashishi va zanjir tarmoqlari), strukturasi bilan farq qiladi.

Ko'pgina tabiiy va sintetik polimerlar o'z tarkibida uglerod va vodorod tutgan bo'ladi. Bunday birikmalar organik polimerlarga kiradi. Noorganik birikmalar ichida ham yuqori molekulali birikmalar – polimerlar mavjud. Shuningdek, elementorganik yuqori molekulali birikmalar ham sintez qilingan.

Odatdagi organik birikmalarda molekulaga biror zvenoning yoki guruhning kiritilishi yoki chiqarilishi ularning fizik kimyoviy xossalarini keskin o'zgartirib yuboradi.

Polimerlarning molekulyar massasi monomerlarga nisbatan shu qadar kattaki molekulada bitta yoki bir nechta atomlar guruhining kirishi yoki chiqishi amalda xossalarning o'zgarishiga olib kelmaydi. Polimer makromolekulasida bir xil atomlar guruhi – zvenolar ko'p marta takrorlanadi. Makromolekuladagi zvenolar (qismlar) soni polimerlanish darajasi deyiladi va u “n” bilan belgilanadi. Masalan, etilenning polimerlanishida takrorlanuvchi zveno bu  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  vinilxloridning polimerlanishida  $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$  va hokazo. Polimerning molekulyar massasi M, elementar zveno mol massasining, polimerlanish darajasiga n, ko'paytmasiga teng:  $M=m \cdot n$

Polimerlar odatdagi birikmalardan farq qilib har xil molekulyar massaga ega bo'lgan molekulalardan tashkil topgan. Shuning uchun ularning faqat o'rtacha molekulyar massasini hamda o'rtacha polimerlanish darajasini aniqlash mumkin.

Polimerlar uchun ko'pgina umumiy xossalar xosdir. Bu xossalar molekulyar massalarning kattaligi, fizikaviy holati, fazoviy tuzilishi, makromolekulaning joylashuvi kabilar bilan aniqlanadi. Polimerlar ko'pincha qiyin eriydi. Molekulyar massasining ortishi bilan eruvchanligi kamayib boradi. Ularning eritmalari hatto past konsentratsiyada ham yopishqoq bo'ladi. Ular uchuvchan emas, aniq suyuqlanish temperaturasi yo'q, qizdirilganda sekinlik bilan yumshab qovushqoq oquvchan holatga o'tadi. Ularning ko'pchiligi qizdirilganda yumshamay parchalanadi. Mexanik xossalari ham yumshash temperaturasiga o'xshash, ularning molekulyar massalariga bog'liq. Qanchalik molekulyar massasi va makromolekulasi uzunligi katta bo'lsa molekulalari orasida o'zaro ta'sir kuchlari ham shunchalik katta bo'ladi, shuning hisobiga uzilishga chidamliligi ham ortadi.

Polimer makromolekulalarining bir-biriga nisbatan fazoviy joylashish tartibiga qarab tartibli tuzilishi kristalli holatda yoki tartibsiz (xaotik) tuzilishli amorf holatda bo'lishi mumkin. Kristallik holatli tuzilish o'sib borgan sayin polimerning mustahkamligi va qattiqligi ortib boradi. Amorf tuzilmali qismlar esa plastiklik xossasi namoyon qiladi. Masalan, politetroftoretlen (teflon) 80–85% i kristalik fazadan va 15–20% amorf qismdan iborat, bu fazalar bir-biriga o'tmaydilar. Shu sababli, polimer katta temperatura oralig'ida  $-269^{\circ}\text{C}$  dan to parchalanish temperaturasigacha o'z elastikligini yo'qotmaydi. Qattiqligini esa polimer suyuqlana boshlanguncha yo'qotmaydi. Kristallilik darajasi polimer makromolekulasida o'rinbosarlarning fazoviy joylashish tartibiga bog'liq.

## **15.2. Polimerlarning olinishi va xossalari**

Yuqori molekulyar birikmalarning kelib chiqishiga ko'ra quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

- tabiiy tolali materiallar–jun, tabiiy ipak, paxta, lub tolalar (zig'ir, kanop, jun va boshqalar)

- sun'iy tolali materiallar – tabiiy xom ashyo (o'simlik va hayvonlardan olinadigan)ni kimyoviy qayta ishlab tegishli polimerlarni ajratib va tozalab hosil qilinadi (sellyuloza, oqsillar)

- sintetik tolali materiallar turli quyi molekulyar birikmalardan (monomerlardan) polimerlarni sintez qilish yo'li bilan hosil qilinadi.

Bundan tashqari polimerlar kimyoviy tuzilishiga ko'ra: organik, anorganik va elementorganik polimerlarga ajratiladi.

Organik polimerlarda makromolekulaning asosiy zanjirida uglerod atomlari (shuningdek, kislorod, azot va oltingugurt atomlari ham) bo'lishi mumkin.

Anorganik polimerlar asosiy zanjiri ugleroddan boshqa elementlarning atomlaridan tuzilgan bo'ladi.

Element organik polimerlarda esa makromolekula tuzilishini uglerod atomlari bilan birgalikda anorganik element atomlarining guruhlarini tashkil qiladi.

Tabiiy polimerlarga sellyuloza, kraxmal, tabiiy ipak, tabiiy kauchuk va boshqalar hamda kimyoviy yo'llar bilan boshqa shaklga aylantirilgan (modifikatsiyalangan) tabiiy polimerlar, masalan, nitrosellyuloza, atsetilsellyuloza kiradi.

Sintetik polimerlarga monomerlardan olingan: polipropilen, polistirol, polietilen, butadien kauchuk, fenol va aminoformaldegidli, epoksidli, poliefirli, poliamidli va boshqa smolalar kiradi.

Yuqori molekulyar birikmalar (polimerlar) polimerlash va polikondensatslash reaksiyalari orqali sintez qilinadi. Bunda tegishli polimerlash sintetik polimerlari va polikondensatslash sintetik polimerlari olinadi. Polimerlash sintetik polimerlari quyi molekulyar moddalarning (monomerlarning) o'zaro ta'siri natijasida olinadi, bunda qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lmaydi. Bunday polimerlarga misol tariqasida polietilen, polipropilen, polivinilxlorid, polistirol va politetraftoretleni ko'rsatish mumkin.

Polikondensatslash polimerlari ham quyi molekulyar organik moddalardan olinadi, lekin ularning hosil bo'lish jarayonida qo'shimcha mahsulotlar, jumladan, suv ajralib chiqadi. Bunday sintetik materiallarga fenolformaldegid, mochevina–formaldegid smolalar, murakkab poliefirlar yaqqol misol bo'la oladi.

*Polikondensatsiya reaksiyasi* deb ko'p sonli monomerlarni birikishi natijasida Yuqori molekulyar sintetik birikma hosil bo'lishi va past molekulyar birikma (suv, spirt, ammiak, HCl va boshqalar) ajralib chiqishi bilan boradigan jarayonga atiladi. Polikondensatsiya reaksiyasiga kirishish xususiyatiga ega bo'lgan funksional guruhlar: Gidroksil –OH, karboksil –COOH, amin –NH<sub>2</sub>, guruhlar bo'lgan moddalar kirisha oladi. Agar reaksiyaga kirishuvchi moddalarda bittadan funksional guruhi bo'lsa, polikondensatsiya reaksiyasi natijasida past molekulyar birikma hosil bo'ladi.



*Polimerlanish reaksiyasi* – bu ko'p sonli monomerlar molekulasini o'zaro birikish jarayoniga aytiladi. Jarayonda yonaki mahsulotlar hosil bo'lmaydi. Monomerlarni polimerlanish jarayonining umumiy ko'rinishini quyidagicha ifodalash mumkin.  $[A]_m \rightarrow nA$  Bu reaksiya to'yinmagan uglevodorodlar va siklik moddalarga xos bo'lib, ular monomerlar deyiladi. Masalan etilen birikmalarining polimerlanish  $(-CH_2-CH_2-)_n \rightarrow nCH_2=CH-CH=CH_2$  Ikki yoki undan ortiq qo'shbog'li uglevodorodlar Polimerlanish reaksiyasiga kirishadi:  $[-CH_2-CH=CH-CH_2-]_n \rightarrow nCH_2=CH-CH=CH_2$ .

Yuqori haroratdagi holatiga qarab sintetik polimerlar termoplastik va termoreaktiv polimerlarga bo'linadi. Termoplastik polimerlar qizdirilganda yumshaydi va qovushoq–oquvchan bo'lib qoladi, sovutilganda esa dastlabki

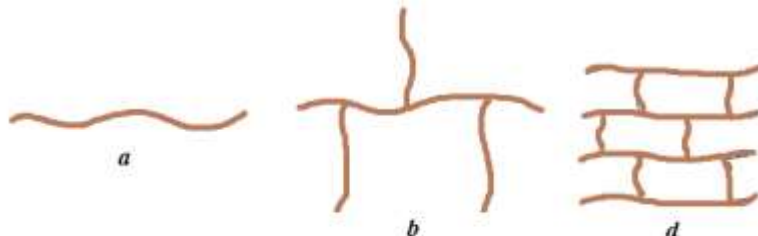
xossalarini o'zgartirmay turib qattiq holatga o'tadi. Termoreaktiv polimerlar (smolalar) sovuqda yoki qizdirilganda (agar qattiq bo'lsa avval yumshaydi) suyuqlanmaydigan va erimaydigan qattiq materiallarga aylanadi.

Makromolekula asosiy zanjirning kimyoviy tarkibiga qarab barcha polimerlar uch guruhga bo'linadi. Agar makromolekula asosiy zanjirining tarkibi uglerod atomlaridan tashkil topgan bo'lsa, ular organik polimerlar deyiladi (kauchuklar, polilefinlar, poliamidlar, poliefirlar, poliuretanlar va boshqalar). Asosiy zanjir kremniy, bor, titan, fosfor, alyuminiydan tuzilgan (ko'pincha ular kislorod orqali bog'langan bo'ladi) va ularga organik radikallar birikkan bo'ladi. Bunday polimerlar element organik polimerlar deyiladi (polisiloksanlar, titanoksanlar, alyumoksanlar). Agar asosiy zanjirda va yon zanjirlarda ham uglerod atomi bo'lmasa anorganik polimerlar deyiladi. Har qaysi sinflar yana gomozanjirli va geterozanjirli polimerlarga bo'linadi. Gomozanjirli polimerlarda asosiy zanjir bir xil element atomlaridan tashkil topgan bo'ladi. Geterozanjirida esa asosiy zanjir turli element atomlaridan tashkil topadi.

Organik gomozanjirli polimerlarga karbozanjirli polimerlar deyiladi. Ularda asosiy zanjir uglerod atomidan iborat bo'ladi. Masalan, polietilen, polinilxlorid, polivinil spirti ko'pgina sintetik kauchuklar va boshqalar.

Geterozanjirli polimerlar asosiy zanjirda uglerod va boshqa elementlar (azot, kislorod, oltingugurt, fosfor va hokazolar) saqlaydi. Masalan, polisaxaridlar, poliamidlar, poliefirlar, poliuretanlar va boshqalar.

Makromolekulalarning tuzilishiga (geometrik shakliga) qarab chiziqsimon, tarmoqlangan va to'rsimon polimerlarga bo'linadi (15.1–rasm).



### 15.1–rasm. a–chiziqli, b–tarmoqlangan, d–to'rsimon polimerlar

Yuqoridagi rasmdan ko'rinadiki chiziqsimon yuqori molekulyar sintetik birikmalarning makromolekulalari yuqori assimetriya darajasiga ega uzun zanjirlardan, tarmoqlangan yuqori molekulyar sintetik birikmalarlar yon tarmoqlari bor uzun zanjirlardan, fazoviy (to'rsimon) yuqori molekulyar sintetik birikmalar esa uzun zanjirlar o'zaro kimyoviy bog'lanishlar bilan birikkan holda bo'ladi.

### 15.3. Polimerlarni qurilishda ishlatilishi va ahamiyati

Mexanik xossalariga qarab, polimerlar plastomerlarga (mustahkam va cho'ziluvchan) va elastomerlarga (elastik, cho'ziluvchan), temperatura ta'siriga bo'lgan munosabatga qarab termoplastik va termoreaktiv polimerlarga bo'linadi. Termoplastik polimerlar qizdirilganda yumshab plastik holatga o'tadi, sovutilganda esa o'zining avvalgi xossalarini saqlab qolgan holda qotadi. Termoreaktiv polimerlar



qizdirilganda yumshaydi (shakl berish mumkin bo'lgan holatga o'tadi), so'ngra issiqlik yoki qotirgichlar ta'sirida hamda molekulasida aktiv guruhlar bo'lganligidan makromolekulalar o'zaro bog'lanib uch o'lchamli tuzilishga o'tadi va suyuqlanmaydigan, erimaydigan bo'lib qoladi. Qurilishda polimerlarni ko'pincha plastmassalar deb ham yuritiladi. Plastmassalar amalda sanoatning barcha tarmoqlarida qo'llaniladi. Qurilishda ishlatiladigan plastmassalar murakkab kompozitsion material bo'lib, odatda tarkibida polimer bog'lovchi material, mayda–tuyilgan to'ldirgich, stabilizator, plastifikator, qotiruvchi va boshqalar bo'ladi. Ularga yonishga qarshiligini oshirish uchun antipirenlar qo'shiladi. Zichligi kichik bo'lishiga qaramay mustahkamligi yuqori bo'lganligi uchun plastmassalardan effektiv konstruksiya va buyumlar ham olish mumkin. Shuningdek ular mashinalar uchun ajoyib konstruksion materiallar sifatida, agressiv reagentlarga chidamliligidan kimyo sanoatida, elektroizolyator xossasi borligidan elektrotexnikada, radiotexnikada, mikroelektronikada, transport va aviatsiyada, tibbiyotda keng ko'lamda ishlatiladi.

Ma'lumki, dunyoda individual uglevodorodlar ichida ishlatilishi hajmi bo'yicha etilen birinchi o'rinda turadi. Buning sababi etilen asosida katta hajmda va keng ishlatiladigan polimerlar va oddiy organik birikmalar sintez qilinadi. Bular qatoriga polietilen, polivinilxlorid, polistirol va boshqalar kiradi.

Quyida qurilish sohasida ishlatiladigan ayrim polimer moddalar haqida ma'lumotlar keltiramiz:

*Polietilen* — jahonda eng keng tarqalgan polimer. U universal material. Turli struktura va zichlikdagi plyonka ko'rinishidagi polietilen qishloq xo'jaligi, qurilish, oziq–ovqat sanoatida qo'llaniladi. Polietilen quvurlar esa texnik tarmoqlar (kanalizatsiya va vodoprovod quvurlari, gazoprovodlar) va kommunikatsiyalarni (kabel qobiqlari) o'tkazishda keng foydalaniladi

*Polipropilen* – polietilenga o'xshash bo'lib, mexanik mustahkamligi va issiqqa chidamliligi yuqori. Undan quvur, plyonka, list, penoplast, sanitar–texnik buyumlar, olinadi. Ayniqsa oxirgi paytlarda murakkab bo'lmagan texnologiya asosida ishlab chiqariladigan polipropilen quvurlarga ehtiyoj ortmoqda. Mazkur mahsulotga bo'lgan talabning muntazam ortib borishi natijasida plastik quvurlarni ishlab chiqarish sohasi mamlakatimizda so'nggi yillar mobaynida sezilarli darajada rivojlandi. Plastikdan yasalgan quvurlardan kanalizatsiya va isitish tizimlarida, gaz va suv, shuningdek, “issiq pol” tizimlarida samarali foydalanilmoqda. Bunga materialning mustahkamligi, ularda zanglash va chirish kabi salbiy holatlarning yo'qligi, noodatiy haroratga chidamlililigi kabi bir qator ijobiy xususiyatlarga egaligidir.

*Polistirol* – o'ta shaffof, 90% nurni o'tkazadi. Polistirol va uning asosida tayyorlanadigan materiallar konstruksion polimer hisoblanadi. Ular sezilarli darajada yuqori mustahkamlik, qattqlik, yuqori o'lcham barqarorligi va a'lo dekorativ xususiyatlar bilan farqlanib turadi. Polistirol – mustahkamligi bilan ajralib turadigan (yorug'lik o'tkazish 90%) amorf polimer, u stirol, aromatli uglevodorod, ketonlarda eriydi. Polistirol suv, spirt, kuchsiz kislota qorishmalari va ishqorlarda erimaslik xususiyatiga ega. U maishiy foydalanishga mo'ljallangan, qurilish va reklama mahsulotlarini tayyorlashda qo'llanadi. Uni osonlik bilan bo'yash va plyonkali applikatsiya, trafaretli va ofset bosmani tushirish mumkin.

*Polivinilxlorid*–atsetilen va xlorli vodoroddan har xil usulda olinadi. Tarkibida ko‘p xlor bo‘lgani uchun u yonmaydi, 130–170°C tarkibida xlorli vodorod ajralib chiqa boshlaydi va polivinilxlorid parchalanadi. Polivinilxloriddan (PVX) yasalgan mahsulotlarsiz bugungi binolarni deyarli tasavvur qilib bo‘lmaydi. PVX kabel va o‘tkazgichlarni elektrdan izolyatsiya qilish, quvur va qoplamlarni tayyorlash, turli plyonkalar, jumladan, tarang shiftlar uchun qo‘llanadi. Tezda eskirmaslik, mexanik mustahkamlik, qattqlik, yengil vazn, zanglamaslik, kimyoviy, ob–havo va harorat ta’sirlariga chidamlilik ushbu mahsulotning eng muhim xususiyati hisoblanadi. PVX, shu bilan birga, yong‘indan ham xavfsiz. U o‘zidan elektr tokini o‘tkazmaydi, shu bois izolyatsion material sifatida undan bimalol foydalansa bo‘ladi.

*Poliakrilatlar* (PA) – akril va metakril kislotalar va ularni birikmalardan olinadigan polimer. Qurilishda metakrilat kislotadan olingan poliakrilat ko‘proq ishlatiladi, polimetilmetakrilat–organik shisha–deyiladi (99% quyosh nurini o‘tkazadi). Organik shisha–binolarni, issiqxona va basseynlarga oyna sifatida, emulsiya, lak, bo‘yoq olishda ishlatiladi.

*Polizobutilen*–yumshoq elastik polimer. Undan qurilish buyumlarini gidroizolyatsiya qilish, buyum choklarini zichlash, yelim va mastika olishda ishlatiladi.

#### **Nazorat uchun savollar**

1. Yuqori molekulyar birikmalar deb qanday birikmalarga aytiladi?
2. Sintetik yuqori molekulyar birikmalar (SYuMB) qanday birikmalar?
3. Polimerlar qanday tuzilishlarga ega?
4. Polimerlanish darajasi nima va qanday hisoblanadi?
5. Polimerlar qanday usullarda olinadi?
6. Polimerlarning qurilishdagi ahamiyatini izohlang.

## IV. AMALIY MASHULOT MATERIALLARI

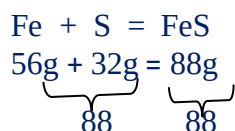
### AMALIY MASHULOT № 1

### KIMYO FANINING ASOSIY QONUNLARI VA ULAR ASOSIDA MASALALAR YECHISH

Kimyoning asosiy qonunlari quyidagilar: moddalar massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, karrali nisbatlar qonuni, hajmiy nisbatlar qonuni, Avagadro qonuni va ekvivalentlar qonuni.

**Moddalar massasining saqlanish qonuni.** Moddalar massasining saqlanish qonunini dastlab, rus olimi M. V. Lomonosov kashf etdi va uni keyinchalik Lavuaze rivojlantirdi.

Bu qonun shunday ta'riflanadi: *kimyoviy reaksiyalarda qatnashuvchi dastlabki moddalar massalarining yig'indisi reaksiya mahsulotlari massalari yig'indisiga tengdir.*



Lavuaze, Antuan Loran  
1743–1794

Katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlar moddalar massasining saqlanish qonuniga emas, balki materiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Masalan, radiaktiv moddalarning yemirilishi, atom hamda vodorod bombalarining portlashi ana shunday jarayonlardan hisoblanadi. Agar jarayonning issiqlik effektini  $Q$  bilan belgilasak, jarayon davomida massaning

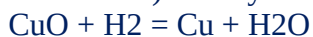
o'zgarishi Eynshteyn tenglamasi asosida quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta m = Q / C^2$$

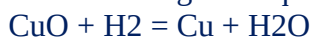
Bunda,  $C^2$ –nihoyatda katta son ( $9 \cdot 10^{16} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ) bo'lganligidan odatdagi reaksiyalarda massa o'zgarishi nihoyatda kichik bo'ladi va uni tarozi yordamida ham aniqlash qiyin.

**1-masala.** Sanoatda mis oksidiga ( $\text{CuO}$ ) vodorod ta'sir ettirib 1,28 kg mis olindi. Shu reaksiyada necha mol mis oksidi ishtirok etgan?

Yechish. a) reaksiya tenglamasi yoziladi:



b) moddalar massasining saqlanish qonuniga asosan qancha mol mis oksiddan necha kg Cu olish mumkinligini aniqlanadi:



1 mol                  64 g (0,064kg)

d) 1 mol CuO dan -----0,064 kg Cu olinsa,

X mol CuO dan -----1,28 kg Cu olinadi.

$X = 1,28 \text{ kg} / 0,064 \text{ kg} = 20 \text{ mol}$  yoki  $v = m/M = 1,28 \text{ kg} / 0,064 \text{ kg} = 20 \text{ mol}$ . Demak, 1,28 kg Cu olinishi uchun 20 mol CuO reaksiyada ishtirok etishi zarur bo'ladi.

**2-masala.** Don saqlanadigan omborxonani zararkunanda hasharotlardan tozalash uchun oltingugurt oksidi ( $\text{SO}_2$ )dan foydalanish mumkin.  $\text{SO}_2$  (sulfit angidrid), odatda, oltingugurt yondirib olinadi. 8 mol oltingugurt yonganda qancha massa yoki mol sulfit angidrid hosil boladi?

Yechish: a) reaksiya tenglamasi yoziladi:



b) tenglama bo'yicha SO<sub>2</sub> massasi aniqlanadi.



1 mol                      64 g yoki 1 mol

8 mol                      X g

$$X = 8 \cdot 64 = 512 \quad v = m/M = 512/64 = 8 \text{ mol } SO_2$$

Demak, 8 mol oltingugurt yonganda 512 g yoki 8 mol sulfit angidrid (SO<sub>2</sub>) hosil bo'ladi.

**Tarkibning doimiylik qonuni.** Fransuz olimi Prust turli moddalarning tarkibini tajribalar yordamida o'rganib, 1809 yilda moddalar tarkibining doimiylik qonunini yaratdi. Qonunning mohiyati quyidagicha: *har qanday toza modda qayerda va qanday usulda olinishidan qat'iy nazar, uning tarkibi hamma vaqt bir xil bo'ladi.* Karbonat angidridni quyidagi usullar yordamida olish mumkin:



Bunda har uch usul bilan olingan karbonat angidridning ham tarkibi bir xil, ya'ni CO<sub>2</sub>.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko'rsatdiki, o'zgaras tarkibli birikmalar bilan bir qatorda o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo'lar ekan. N.S.Kurnakovning taklifiga ko'ra o'zgaras tarkibli birikmalar *daltonidlar*, o'zgaruvchan tarkiblilari esa *bertollidlar* deb ataladi.



**Jozef Lui Prust**  
(1754–1826)

Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan H<sub>2</sub>O, HJ, CCl<sub>4</sub> SO<sub>2</sub>. Bertollidlarning tarkibi o'zgarib turadi va stexiometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi, masalan, uran (VI) oksidning tarkibi odatda UO<sub>3</sub> formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi UO<sub>2,5</sub> dan UO<sub>3</sub> gacha bo'ladi

**1-masala.** Reaksiya uchun 8 g oltingugurt va 20 g temir olib aralashma qizdirildi. Reaksiya oxirida aralashmada qaysi moddadan qancha qoladi?

**Yechish.** Dastlab reaksiya tenglamasini ifodalaymiz: Fe + S = FeS. Reaksiya tenglamasiga asosan moddalar miqdorlarini hisoblaymiz: v(Fe)=8/56=0,14 mol; v(S)=28/32=0,875 mol.

Reaksiyadan ko'rinib turibdiki temir kam olingan ekan.

Demak, 8 g Fe

To'liq sarflanib qancha massa FeS hosil bo'lishini aniqlaymiz:

56 g Fe sarflansa-----88 g FeS hosil boladi.

8 g Fe sarflansa-----x g FeS hosil bo'Madi  $x = 8 \cdot 88 / 56 = 12,57 \text{ g}$

Endi 8 g temir bilan qancha S reaksiyaga kirishishini topamiz:

56 g Fe bilan-----32 g S sarflanadi.

8 g Fe bilan -----x g S sarflanadi  $x = 8 \cdot 32 / 56 = 4,57 \text{ g S sarflanadi.}$

Qolgan S miqdori esa 23,43 g (28-4,57) g ga teng.

**2-masala.** Tarkibiga quyidagi elementlar atomlari kiradigan moddalarning molekula formulalarini yozing: a) alyuminiynig ikkita atomi bilan kislorodning uchta atomi; b) kalsiyning bir atomi bilan uglerodning bir atomi va kislorodning uch atomi; d) misning bir atomi bilan xiorning ikki atomi; e) misning ikki atomi bilan oltingugurtning bir atomi. Shu moddalar tarkibidagi elementlarning eng kichik massa nisbatlarini toping.

**Yechish.** a) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - undagi eng kichik massa nisbat 9:8 ga teng; b) CaCO<sub>3</sub>

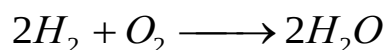
undagi eng kichik massa nisbat 10:3; 12 ga teng; d) CuCl<sub>2</sub> undagi massa nisbat

64:71 ga teng; e) Cu<sub>2</sub>S undagi eng kichik massa nisbat 4:1.



**Jozef Lui Gey-Lyussak**  
(1778–1850)

**Hajmiy nisbatlar qonuni.** Fransuz olimi Gey – Lyussak 1804 yilda gaz moddalar orasida sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalarni o‘rganib chiqib, quyidagi xulosani chiqardi: *o‘zgarmas sharoitda (bir xil bosim va bir xil haroratda) kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gaz moddalarning hajmlari o‘zaro bir-biri bilan va reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan gaz moddalarning hajmlari bilan o‘zaro oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo‘ladi.* Masalan, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishganda 2 hajm suv bug‘i hosil bo‘ladi.



**Avogadro qonuni.** Italiyalik olim A.Avogadro hajmiy nisbatlar qonunini tushuntirish uchun 1811 yilda quyidagi gipotezani ishlab chiqdi: *bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) teng hajmda olingan 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 (kimyogarlarning xalqaro sezdidan keyin) bu gipoteza Avogadro qonuni deb tan olindi.



**Amedeo Avogadro**  
(1776–1856)

Turli moddalarning bir gramm–molekulasidagi molekular soni, shuningdek turli elementlarning bir gramm–atomlaridagi atomlar soni ham teng bo‘ladi. Har qanday moddaning bir gram–molekulasida  $6,02 \cdot 10^{23}$  ga teng molekula bo‘ladi. Bu *Avogadro sonidir*. 1 litr gazning normal sharoitdagi massasi aniq bo‘lsa, ayni gazning bir mol miqdori xuddi shu sharoitda qancha hajmni egallashini aniqlash mumkin, masalan:

$$V(O_2) = \frac{32}{1,43} = 22,4 \text{ l}$$

$$V(CO_2) = \frac{44}{1,93} = 22,4 \text{ l}$$

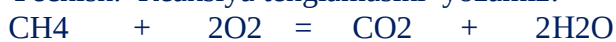
Har qanday gazning 1 mol miqdori normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi Avogadro qonunidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

- oddiy gazlarning (kislorod, vodorod, azot, xlor) molekulari ikki atomdan iborat;
- normal sharoitda bir gramm–molekula gaz 22,4 l hajmni egallaydi;
- bir xil sharoitda barobar hajmda olingan ikki gaz og‘irliklari orasidagi nisbat shu gazlarning molekulyar og‘irliklari orasidagi nisbatga teng.

Qattiq va suyuq moddalarning molekulari bir–biriga juda yaqin joylashgan. Shu sababli suyuq va qattiq moddalarning hajmi, asosan, molekularining o‘lchamlariga bog‘liq bo‘ladi. Gazlarda esa kichik bosimlarda molekulari orasidagi masofalar molekularining o‘lchamlariga qaraganda g‘oyat katta bo‘ladi, molekularining o‘zlari egallagan hajm esa nisbatan kichik. Gazning umumiy hajmi, asosan, molekular orasidagi masofalarga bog‘liq, bu masofalar esa bir xil temperatura va bir xil bosimda barcha gazlarda taxminan bir xildir.

**1-masala.** 3,2 kg metanni to‘liq yoqish uchun qancha hajm kislorod kerak bo‘ladi?

Yechish. Reaksiya tenglamasini yozamiz:



$$16g \quad 2 \times 22,4 = 44,8 \text{ litr}$$

$$1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

**2-masala.** 1,6 kg uchun 44800 litr (44,8 mO yoki 3,2kg uchun 89600 litr (89,6 m3). Demak, 3,2 kg metan to‘liq yonishi uchun 89600 litr (89,6 m3) kislorod zarur bo‘ladi. Hajmiy nisbatlari 1:2.



### Gaz va bug‘ holatidagi moddalarning molekulyar massasini topish

Gaz yoki bug‘ moddalarning molekulyar massasini topish uchun gaz(bug‘)ning massasi, hajmi, bosimi va temperaturasi ma’lum bo‘lishi kerak. Bir xil hajmli gazlar uchun qo‘yidagilar o‘rinli:

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

$m_1$  va  $m_2$  birinchi va ikkinchi gazlarning nisbiy atom massasi,

$M_1$  va  $M_2$  gazlarning nisbiy molekulyar massasi.

1-misol. Metanning havoga nisbatan zichligi 0,553 ga teng. Uning nisbiy molekulyar massasini toping.

Echish: Masalani  $M=29D$  formuladan foydalanib yechamiz:

$$M_{CH_4} = 9 \cdot 0,553 = 16,04 \text{ a.m.b.}$$

2-misol. Vodorodga nisbatan zichligi 22 ga teng bo‘lgan karbonat angidridning nisbiy molekulyar massasini toping.

Echish:

$$M = 2 \cdot 22 = 44$$

3-misol. Sulfit angidrid havodan necha marta og‘ir.

Echish:

$$M_{SO_2} = 64 \quad M_{xavo} = 29;$$

$$d = \frac{M_{SO_2}}{M_{xavo}} = \frac{64}{29} = 2,2$$

4-misol. 0,445 g azot 0,365 litr hajmni egallaydi. Azotning nisbiy molekulyar massasini toping.

Echish:

0,365 l azot 0,445 g bo‘lsa,

22,4 l azot x g bo‘ladi.

$$X = \frac{22,4 \cdot 0,445}{0,365} = 28$$

Har qanday gazning g-moli son jihatdan uning nisbiy molekulyar massasiga teng bo‘lgani uchun azotning nisbiy molekulyar massasi ham 28 ga teng.

### Mendelev - Klayperon tenglamasiga asoslanib, gazning nisbiy molekulyar massasini topish

Gazning hajmi, bosimi va temperaturasi orasidagi bog‘lanish, odatda Boyle-Mariott va Gey-Lyussakning gazlariga oid qonunlarni birlashtiruvchi Klayperon(gazlarning holat) tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$PV = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} \cdot T$$

Bunda,  $R$ - tajriba sharoitidagi bosim.

$V$  - tajriba sharoitidagi hajm.

$T_0$  - 0 gradusdagi absolyut temperatura. (273°K)

$T$  - t gradusdagi absolyut temperatura. (273+t)

$R_0$ - normal sharoitdagi bosim.

$V_0$  - normal sharoitdagi hajm.

Yuqoridagi tenglamadagi  $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$  ning o‘rniga gaz doimiysi  $R$  ni qo‘ysak, yangi tenglama hosil

bo‘ladi:  $PV = RT$ . Bu tenglama Mendelev - Kleyperon tenglamasideb ataladi.

n-mol gaz uchun

Gazning g-mol soni  $n$  o'rniga  $\frac{m}{M}$  qo'yilsa, quyidagi tenglama hosil bo'ladi:  $PV = \frac{m}{M}RT$ .

**1-misol.** 380 ml gazning massasi 27°C va 106657,84 Pa bosimda 0,455 gramga teng. 1 litr havoning massasi 1,293 g. Gazning molekulyar massasini toping?

$$V_o = \frac{106657,84 \cdot 380 \cdot 273}{101325(273+27)} = 364 \text{ ml}$$

|             |         |
|-------------|---------|
| 0,455 _____ | 364m l  |
| x g _____   | 1000 ml |

$$d_{xao} = \frac{1,25}{1,293} = 0,97$$

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad \text{dan} \quad M = \frac{m}{PV} RT$$
$$M = \frac{1,34 \cdot 8313845 \cdot 364}{97045,5 \cdot 350} = 119,5$$
$$M = \frac{0,873 \cdot 8313845 \cdot 312}{83593,1 \cdot 800} = 34 \text{ a.m.b}$$
$$d_{H_2} = \frac{M}{M_{H_2}} = \frac{34}{2,016} = 16,8$$

3. 5 l azot n.sh.da 6,225 g keladi. Azotning vodorodga nisbatan zichligini toping.

4. Biror gazning havoga nisbatan zichligi 1,562 ga teng. 2 l shu gazning n.sh.dagi massasini hisoblang.
5. 400 ml gazning massasi n.sh.da 1,147 gramga teng. Gazning vodorodga nisbatan zichligini toping.
6. 0,5 l azot n.sh.da 0,6225 g keladi. Azotning vodorodga va havoga nisbatan zichliklarini toping.
7. Biror gazning vodorodga nisbatan zichligi 17 ga teng. SHu gazning 1 litri massasini toping.
8. Normal sharoitda o'lgan 500 ml gazning massasi 0,561 g ga teng. SHu gazning azotga nisbatan zichligini va nisbiy molekulyar massasini toping.
9. 0,1744 g atsetilen n.sh.da 150 sm<sup>3</sup> hajmi egallaydi. SHu gazning nisbiy molekulyar massasini toping.
10. 400 ml gaz 83326,5 Pa va 30°C da 0,436 g keladi. Tekshiralayotgan gazning vodorodga nisbatan zichligini toping.



**Djon Dalton**  
(1776–1856)

**Karrali nisbatlar qonuni.** Ingliz olimi Djon Dalton 1804 yilda moddaning tuzilishi haqidagi atomistik tassavurlarga 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 miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro butun kichik sonlar nisbati kabi nisbatda bo'ladi.* Bu qonun tez orada tajribada isbot etildi. Dalton, metan va etilen gazlarining tarkibiga e'tibor berdi: masalan, metan va etilen gazlarini tarkibini kuzatilsa, metan tarkibida 75% uglerod va 25% vodorod bo'lib, unda 1 massa qism vodorodga 3 massa qism uglerod to'g'ri keladi, ya'ni o'zaro nisbat 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 nisbat 6:1. Demak, bu birikmalarda 1 massa qism vodorodga to'g'ri keladigan uglerod miqdorlari o'zaro 3:6 yoki 1:2 nisbatda bo'ladi.

**1-mashq.** Vodorod bilan kislorod elementlari o'zaro ikki xil birikma - suv va vodorod peroksidini hosil qiladi. Bularda 1,008 massa qism vodorodga to'g'ri keladigan kislorod massa nisbatini aniqlang.

**Yechish.** H<sub>2</sub>O - suvda 1,008 g vodorodga 8,00 g kislorod to'g'ri keladi. Vodorod peroksidda esa (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 1,008 g vodorodga 16,00 g kislorod to'g'ri keladi. Demak, bu birikmalarda 1,008 g vodorodga to'g'ri keladigan kislorod massa nisbati 8,00:16,00 yoki 1:2 ga teng.

**Ekvivalentlar qonuni.** Moddalar o'zaro ma'lum massa miqdorida birikadi. Masalan, 49g sulfat kislota 32,5g rux bilan reaksiyaga kirishganda 1 g vodorod ajralib chiqadi. Sulfat kislotaning o'rniga 36,5 g xlorid kislota olinsa ham, o'shancha vodorod ajralib chiqadi. Demak, kimyoviy jahatdan qaraganda 49 g sulfat kislotaning qiymati 36,5 g xlorid kislotaning qiymatiga tengdir. Vodorodning ekvivalenti 1 ga teng deb qabul qilindi.

*Elementning bir og'irlik qism vodorod, sakkiz og'irlik qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdori uning kimyoviy ekvivalenti deyiladi.* Elementning kimyoviy ekvivalentini quyidagi formula bilan topamiz:

$$E_{\text{ekvivalent}} = \frac{Ar}{V}$$

bu yerda Ar – element atom massasi, V – element valentligi.

Murakkab moddaning bir ekvivalent (1 og'irlik qism) vodorod yoki bir ekvivalent (8 og'irlik qism) kislorod bilan, yohud, umuman boshqa har qanday elementning bir ekvivalenti bilan reaksiyaga kirishadigan og'irlik miqdori shu murakkab moddaning ekvivalenti deyiladi.

Ekvivalentlar qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *elementlar bir-biri bilan o'zlariining ekvivalentlariga proporsional miqdorlarda birikadi*. Masalan, 8 g kislorod bilan 20 g kalsiy birikadi; 16 g kislorod bilan 40 g kalsiy birikadi.

Elementlarning ekvivalenti tajribada tahlil, sintez va umuman kimyoviy reaksiya natijalari asosida hisoblab topiladi.

Elementning atom massasini valentligiga bo'lish bilan ham shu elementning ekvivalentini hisoblay olamiz, atom massa ekvivalentning valentlikka ko'paytmasiga tengdir.

$$Ar = E \cdot V$$

Valentligi o'zgaruvchan elementlarning ekvivalentlari ham o'zgaruvchan bo'ladi.

Murakkab moddalar ekvivalentlarini topishda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$E_{oksid} = \frac{M_{oksid}}{V_{element} \cdot n_{element}} \qquad E_{asos} = \frac{M_{asos}}{V_{(OH\ soni)}}$$

$$E_{tuz} = \frac{M_{tuz}}{V_{metall} \cdot n_{metall}} \qquad E_{kislota} = \frac{M_{kislota}}{V_{(H\ soni)}}$$

**1-masala.** 0,304 g magniy 0,0252 g vodorodni siqib chiqardi. Magniyning ekvivalent massasini aniqlang

**Yechish.** Masalani proporsiya usulida yechamiz:

0,304 g magniy-----0,0252 g vodorodni siqib chiqaradi,

X g/mol magniy-----1 g/mol vodorodni siqib chiqaradi,

bundan  $x = 12,06$  g/mol natijani olamiz. Demak, Mg ning ekvivalent massasi 12,06 g/mol ga teng ekan.

**2-masala.** Xromning kislorodli birikmasi 48,31,58 va 23,53% kislorod saqlaydi. Har qaysi birikmada xromning ekvivalent massasini aniqlang. Kislorodning ekvivalent massasi 8 g/mol ga teng.

**Yechish.** Birinchi birikmada:

48 g kislorodga -----52 g xrom to'g'ri keladi,

8 g/mol kislorodga -----x g xrom to'g'ri keladi,

bundan  $x = 8,67$  g/mol natijani olamiz.

**3-masala.** 1,8 g kislotadan 0,0403 g vodorod siqib chiqarildi. Kislota ekvivalentini aniqlang.

**Yechish.** Kislota ekvivalentini quyidagi proporsiya yordamida topamiz;

0,0403 g vodorodni----- j ,8 g kislotadan olish mumkin,

1,008 g vodorodni----- x g kislotadan olish mumkin,

bundan  $X = 45$  g. Demak, kislota ekvivalenti 45 g/mol ga teng ekan.

### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Massasi 0,728 g bo'lgan metall kislorodda yondirilganda 0,9072 g metall oksidi hosil bo'lgan. Agar metall oksidida II valentlikni namoyon qilsa, uning ekvivalentini aniqlang.

2. Ikki valentli 1,92 g metall sulfidini kuydirilganda hosil bo'lgan metall oksidni qaytarish uchun 448 ml (n:sh) vodorod sarflangan. Metallning ekvivalent massasini aniqlang.

3. Ma'lum bir elementning ekvivalenti 18 g ga teng bo'lsa uning oksidi va gidridi tarkibidagi kislorod va vodorodning massa ulushini hamda oksidning 4,55 g miqdorini to'la qaytarish uchun kerak bo'ladigan vodorodning hajmini (n:sh) aniqlang.

4. Ikki valentli metallning 4,11 g miqdorini to'la galogenlash uchun ortiqcha miqdordagi konsentrlangan HCl eritmasiga 9,48% li 20 g  $KmnO_4$  quruq tuzi eritilganda hosil bo'lgan xlor sarflangan. Metallning ekvivalent massasini aniqlang.

5. Bir elementning oksidini olish uchun ayni elementning 1,875 g miqdordagi karbonatidan olinadigan oksid massasi, uning 1,485 g gidroksididan olinadigan oksid massasiga tengligi aniqlangan. Bu metallning nisbiy atom va ekvivalent massalarini aniqlang.

6. EH umumiy formulaga ega bo'lgan gidrid tarkibidagi metall 65,22% bo'lgan metall saqlagan element (IV) oksiddagi metallning ekvivalentini aniqlang.
7. I valentli metall gidroksidi tarkibida massa jihatdan 2,5% vodorod borligi aniqlangan. Metall gidroksidning ekvivalent massasini, metallni nisbiy atom massasi va ekvivalentini aniqlang.
8. 194 rux sulfid hosil qilish uchun oltingugurt va rux kukunlaridan necha grammdan olish kerak?
9. Suv hosil bo'lishida 2,68 g kislorod 0,25 g vodorod bilan to'liq reaksiyaga kirisha oladimi? Javobingizni izohlab bering.



## AMALIY MASHG'ULOT № 2

### ELEKTRON ORBITALLARINING GIBRIDLANISHI, KVANT SONLARI, ELEMENTLARNI ELEKTRON FORMULALARI.

#### Kvant sonlari va ularning fizik ma'nosi, elektron bulutlar formasi

Atom tuzilishini o'rganish elektronning ikki xil tabiati borligini ko'rsatdi. Unda zarracha xususiyati ham, to'liqin xususiyati ham mavjud ekanligi aniqlandi. Atom tuzilishining kvant (to'liqin) mexanikasiga asoslangan hozirgi zamon nazariyasi elektronning atomdagi holati juda murakkab ekanligini ko'rsatdi. Elektron atomning butun hajmi bo'ylab harakatlanadi va atom yadrosi atrofidagi fazoning istalgan qismida bo'la oladi. Elektronning atomdagi holatini belgilaydigan kattalik uning energiyasidir. Elektron energiyasining kattaligi butun sonlar bilan ifodalanib,  $n = 1, 2, 3, 4, 5$  va hokazo sonlar (to cheksizlikga qadar) bo'lishi mumkin. Bu sonlar **kvant sonlar** deb ataladi. Hozirgi vaqtda elektron holatini to'rtta kvant son bilan belgilash qabul qilingan bo'lib bular bosh kvant soni, orbital kvant soni, magnit kvant soni va spin kvant sonlaridir.

**Bosh kvant son – n.** Bosh kvant soni elektronning energiyasini belgilaydi, elektronning atom yadrosidan qanday uzoqlikda, ya'ni qanday orbitada joylashganini ko'rsatadi.  $n=1,2,3...\infty$  bo'lishi mumkin. Davriy sistemada  $n$  – element joylashgan davrning raqamiga mos keladi. Bosh kvant soni qiymati oshib borishi bilan elektronlarning energiyasi oshib boradi:  $n=1$  da  $E_1$ ;  $n=2$  da  $E_2$  ...  $n=\infty$ . Har bir elektron qavatidagi elektron soni bosh kvant soni qiymati bilan bog'liq. Bu bog'liqlik Pauli formulasi bilan ifodalanadi:  $N(e)=2n^2$ . Shunga ko'ra 1 qavatda  $2 \cdot 1^2 = 2$  ta, II qavatda  $2 \cdot 2^2 = 8$  ta III qavatda esa  $2 \cdot 3^2 = 18$  ta va hokazo elektronlar joylashadi.

**Orbital kvant son – l.** Elektronning yadro atrofida harakat ko'rinishini (izini) ifodalash uchun orbital kvant soni –  $l$  qabul qilingan. Orbital kvant sonining qiymati 0 dan boshlanib bosh kvant sonidan bir qiymat kam qabul qiladi va quyidagicha ifodalanadi:  $l=n-1$ .

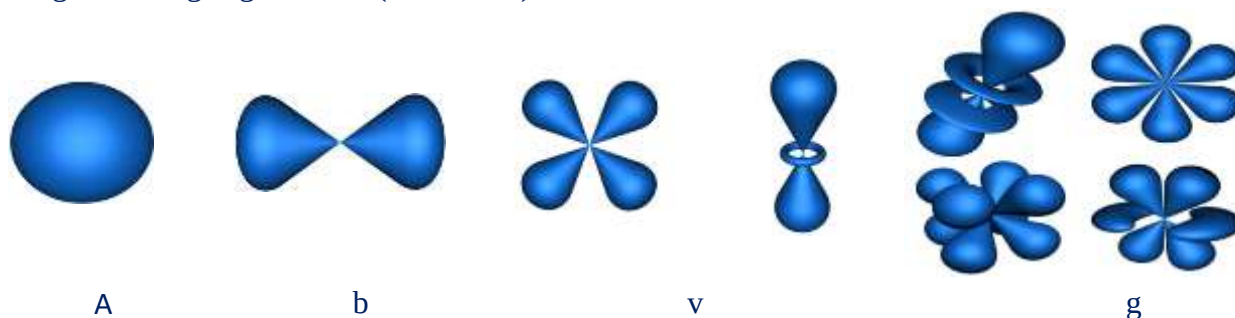
$$n = 1; 2; 3; 4; \dots$$

$$l = 0; 1; 2; 3 \dots$$

Orbital kvant soni elektron orbital harakati miqdorining momentini ifodalaydi:

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

$l$  – ning har bir qiymatiga elektron bulutining ma'lum bir ko'rinishi mos keladi va bo'larni elektron orbitallar deyiladi. Bu orbitallarni lotincha s, p, d, f harflari bilan belgilanadi. Atom orbitallari energiyasi, o'lchami, shakli va yadroga nisbatan joylashishi bilan bir-biridan farq qiladi. Kvant-mexanik hisoblar bo'yicha s – orbitallar shar shaklida, p – orbitallar gantel shaklida, d – orbitallar ular xarakterlaydigan kvant sonlarga bog'liq ravishda turli xil shakllarda va f-orbitallar to'rt turdagi shakllarga ega bo'ladi ( 2.5– rasm)



**2.5– rasm. Elektron orbitalari shakllari:** a) s– orbital, b) p – orbital, v) d– orbital, g) f – orbital.

Umuman,  $n$ ,  $l$  va unga mos keluvchi orbitallarni quyidagicha tasvirlash mumkin.

| Bosh kvant soni, $n$ | Orbital kvant soni, $l$ | Orbitalning belgisi |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 1                    | 0                       | 1s                  |
| 2                    | 0, 1                    | 1s, 2p              |
| 3                    | 0, 1, 2                 | 3s, 3p, 3d          |

**Magnit kvant son –  $m_l$ .** Bu kvant soni elektron orbitallarning (bulutlarining) biror aniq (masalan fazoning z-o'qi) yo'nalishiga nisbatan proeksiyalari sonini yoki elektron bulutining fazoda qanday joylashganligini ko'rsatadi. Magnit kvant soni orbital kvant sonining  $-l$  dan to  $+l$  gacha

qiymatlarini qabul qiladi. Boshqacharoq aytganda magnit kvant soni har bir energetik pog'onadagi elektron orbitalarga to'g'ri keluvchi energetik yacheykalar sonini bildiradi. Har bir elektron qavatdagi yacheykalar soni shu elektron qavatga tegishli bosh kvant sonining kvadratiga  $n^2$  ga teng. Masalan: 1-qavatda nechta energetik yacheyka bo'lishini hisoblaylik: ( $n=1$ ) bo'lgani uchun  $1^2 = 1$  bo'ladi, ya'ni birinchi qavatda faqat 1 ta yacheyka bo'lib, unda ko'pi bilan 2 ta elektron joylashishi mumkin. Ikkinchi elektron qavatda ( $n=2$ )  $2^2 = 4$  ta energetik yacheyka bo'lib, ulardan 1 tasi s, 3 tasi p ( $p_x, p_y, p_z$ ) yacheykalardir.

**Spin kvant son –  $m_s$ .** Elektron yadro atrofida aylanib yuradi, shu bilan bir vaqtda elektron o'z o'qi atrofida ham aylanma harakatda bo'ladi. Elektronning o'z o'qi atrofida qaysi tomonga (soat millari yo'nalishi bo'yicha yoki soat millari yo'nalishiga teskari) harakatlanishini ko'rsatuvchi kattalik spin kvant soni deyiladi. Agar elektron o'z o'qi atrofida soat millari yo'nalishi bo'ylab harakatlansa, uning spin kvant soni  $m_s = +1/2$ , agar teskari yo'nalishda bo'lsa  $m_s = -1/2$  ga teng bo'ladi. Ko'pchilik hollarda elektronlarni ularning spinlar orqali ham belgilanadi. Agar elektronning spin kvant soni  $+1/2$  ga teng bo'lsa, uni ( $\uparrow$ ) holda belgilab, to'g'ri spinli elektron deyiladi. Agar  $-1/2$  ga teng bo'lsa, ( $\downarrow$ ) holda belgilanib, uni teskari spinli elektron deyiladi. Elektronlar bir yacheykada joylashganda o'z spinlarini juftlashtirgan holda joylashadilar. Bunday elektronlar juftlashgan spinli ( $\uparrow\downarrow$ ) elektronlar deyiladi. Agar elektronlarning spinlari ( $\uparrow$ ) yoki ( $\downarrow$ ) holda bo'lsa bular toq spinli elektronlar deyiladi, odatda toq spinli elektronlar boshqa-boshqa elektron yacheykalarda joylashadilar.

### **Atomlar elektron qavatining tuzilishi. Atomlar energetik pog'onalarida elektronlarning taqsimlanishi**

Atom murakkab elektroneytral sistema bo'lib, musbat zaryadli yadrodan va yadro atrofida harakat qiladigan manfiy zaryadli elektronlardan iborat. Elektronlar yadro atrofida kvant qavatlar bo'ylab harakat qiladi. Bu kvant qavatlar energetik pog'onalar deyiladi.

Energetik pog'onachalar pog'onachalarga, pog'onachalar esa energetik yacheykalarga bo'linadi. Atomdagi energetik pog'onalar, pog'onachalar va yacheykalardagi elektronlarning harakati yoki holati to'rtta kvant soni bilan xarakterlanadi.

1. Bosh kvant soni  $n$  - energetik pog'onaning sonini yoki pog'onadagi elektronlarning umumiy energiyasini ifodalaydi. Uning qiymati atomning kvant qavatlariga mos keladigan har qanday butun musbat son bo'lishi mumkin.

Bosh kvant soni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

Kvant qavatlar K, Z, M, N, O, P, Q.

Har qaysi energetik pog'onadagi elektronlarning eng katta qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$N=2n^2 \quad n\text{-kvant bosh soni,}$$

2. Yordamchi yoki orbital kvant son  $l$  – energetik pog'onachalardagi elektronlarning energiyasi yoki elektron bulutlarning qanday shaklda bo'lishini ifodalaydi. Odatda  $l$  ning qiymatlari lotincha harflari bilan belgilanadi.

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \dots$$

$$s, p, d, f, g, h \dots$$

3. Magnit kvant soni  $m_l$  - elektronlarning atomdagi holatini yoki elektron bulutlarning magnit maydonida qanday holatda bo'lishini ifodalaydi uning son qiymati  $+l$  dan  $-l$  gacha bo'ladi. Masalan  $l=1$  da  $m_l$  q  $-1, 0, 1$  bo'ladi.

4. Spin kvant soni  $m_s$  - bir xil energetik holatlarga ega bo'lgan ikkita elektronning o'z o'qi atrofida aylanishi har xil bo'ladi. Uning qiymati bitta elektron uchun  $+1/2$ , ikkita elektron uchun  $+1/2$  va  $-1/2$  ga teng deb qabul qilinadi.

Pauli printsipi:

Bir atomda to'rtala kvant sonlari bir-biriga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi.

Klechkovskiyning 1 - qoidasi:

Ikki holatdan qaysi biri uchun  $l \neq n$  yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda turgan elektronning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi.

Klechkovskiyning 2 - qoidasi:

Agar berilgan ikki holat uchun  $l \neq n$  yig'indisi bir xil bo'lsa, bosh kvant soni kichik bo'lgan holat minimal qiymatga ega bo'ladi.

Atomda elektronlarni pogonachalarga joylashtirishda qo'yidagi uch qoidani nazarda tutish kerak:

1. Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi.
2. Elektronlarning joylanishi Pauli printsipiga zid kelmasligi lozim.
3. Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarda juftlashmaslikka intiladi (Gund koidasi).

Qo'zg'almagan atom orbitallarining elektronlar bilan to'lish tartibi qo'yidagicha: avval eng kam energiya orbital, so'ng energiyasi ko'proq bo'lgan orbital to'ladi. Atom elektron orbitallarining to'lish tartibining bosh va orbital kvant sonlari qiymatlariga bog'liqligini V.M.Klechkovski o'rgangan. Klechkovski bu ikkila kvant sonni qiymatining yig'indisi  $(n+l)$  oshishi bilan elektron energiyasi ham oshishini aniqladi va qo'yidagi birinchi qoidani kashf etadi:

Atom yadrosining zaryadi oshib borganda elektronlar oldin bosh va orbital kvant sonlari yig'indisi  $(n+l)$  ning qiymati kichik bo'lgan orbitalni to'ldiradi, so'ngra bu qiymat katta bo'lgan orbitalni to'ldiradi. Masalan, kaliy va kaltsiy atomlarining elektron tuzilishi bu qoidaga to'g'ri keladi: 3 d-orbital ( $n=3, l=2$ ) uchun  $n+l$  ning yig'indisi 5 ga, 4 s- orbital ( $n=4, l=0$ ) uchun esa  $n+l$  ning yig'indisi 4 ga teng. Binobarin, 4s-pogonacha 3d-pogonachaga nisbatan oldin elektronlar bilan to'lishi kerak, haqiqatda shunday bo'ladi.

Agar ikki orbital uchun  $n+l$  yig'indi bir xil qiymatga ega bo'lsa, Klechkovskiyning ikkinchi qoidasi kuchga kiradi:

$n+l$  yig'indi bir xil bo'lganda orbitallarning to'lib borishi bosh kvant soni  $n$  qiymatini oshib borishi tartibida bo'ladi. Masalan, skandiy atomida  $n+l$  yig'indining qiymati bir xil bo'lgan 3 ta orbitallardan qaysi biri oldin elektronlar bilan to'lishi kerak? 3d-orbital ( $n=3, l=2$ ) uchun  $n+l$  qiymat 5 ga, 4p-orbital uchun ham ( $n=4, l=1$ ) va 5s-orbital ( $n=5, l=0$ ) uchun xam 5 ga teng. Klechkovskiyning ikkinchi qoidasiga muvofiq, avval 3d-pogonacha ( $n=3$ ) so'ng 4p-pogonacha ( $n=4$ ) va oxirida 5s-pogonacha ( $n=5$ ) elektronlar bilan to'lishi kerak. Natijada skandiy atomining elektron tuzilishi qo'yidagi formulaga to'g'ri keladi:



Qo'zg'olmagan atom elektronlarining joylashishi qo'yidagi tartibda bo'ladi:



Elektronlarning energetik pog'ona va orbitallar buylab joylanishini ayni elementning elektron konfiguratsiyasi deb yuritiladi.

1-misol. Tartib nomeri 13 ga teng bo'lgan element atomining elektron formulasini tuzing.

Echish: Elementning elektron formulasini tuzish uchun quyidagi jadvaldan foydalaniladi.

13 жадвал[1]

|    |    |    |        |
|----|----|----|--------|
| 1s |    |    |        |
| 2s | 2p |    |        |
| 3s | 3p | 3d |        |
| 4s | 4p | 4d | 4f     |
| 5s | 5p | 5d | 5f ... |
| 6s | 6p | 6d | 6f ... |
| 7s | 7p | 7d | 7f ... |

Bu jadvaldan foydalanish uchun strelkalar bo'yicha to'lish qoidalaridan foydalanib to'ldirib boriladi. (ya'ni s-2 ta, p-6 ta, d-10 ta, f-14 ta dan sig'adi.) Bu elementning elektronlar soni 13 ta. Demak:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$$

2-misol. Marganets atomining elektron formulasini tuzing.

Echish: Marganetsning tartib nomeri 25. Demak 25 ta elektronga ega. Bu elektronlarni ham jadvaldan foydalanib quyidagicha joylashtiriladi:



3-misol. Uran atomining elektron formulasini tuzing.

Echish: Uranning tartib nomeri 92 bo'lgani uchun 92 ta elektronga ega. Bu elektronlarni jadval (1) dan foydalanib quyidagicha joylashtiriladi:



4-misol. Atomning eng tashqi energetik pog'onasi ...3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> formula bilan ifodalangan elementning tartib nomeri va nomini, qaysi oilaga taaluqliligini aniqlang.

Echish: jadval (1) dan foydalanib bu elementning to'liq elektron formulasini tuzamiz. 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> bo'ladi. Bu elementning elektronlar soni 2+2+6+2+6=18. Demak bu element tartib raqami ham 18. Davriy jadvalda tartib nomeri 18 ga teng bo'lgan element bu argon (Ar) dir. Argon r oilaga tegishli, chunki uning oxirgi elektroni r da joylashgan.

5-misol. Tartib nomeri z = 49 ga teng bo'lgan element davriy jadvalning qaysi davri va qaysi gruppasida joylashganini aniqlang.

Echish: Birinchi bu elementning elektron konfiguratsiyasini topamiz.



Bu elektron formula orqali bu elementning davriy jadvaldagi o'rnini va qaysi elementlar oilasiga taaluqliligini aniqlaymiz.

Bu element r-oilaga taaluqli. Chunki uning oxirgi elektroni r-pog'onachada joylashgan. Bu element davriy jadvalning V davrida joylashgan. Chunki uning elektronlari 5 ta pog'onacha bo'ylab tarqalgan. Bu element davriy jadvalning 3-gruppasining bosh gruppachasida joylashgan. Chunki uning eng tashqi pog'onalarida 3 ta elektron bor.

6-misol. Tartib nomeri 74 bo'lgan elementning elektron formulasiga asoslanib, uning asosiy kimyoviy xossalarini aytib bering.

Echish: Davriy jadvalda tartib nomeri 74 bo'lgan element. Energiya shkalasiga asosan uning elektron formulasi quyidagicha:



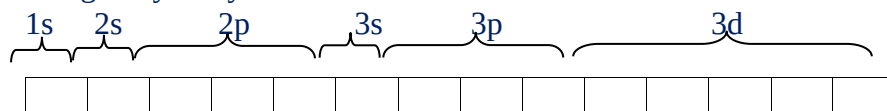
Elektron pog'onaga muvofiq volframning tashqi energetik pog'onasida 2 ta elektron bor.

Volfram faqat o'zining ikkita elektronini emas, balki tashqi pog'onadan oldingi pog'onasidagi to'rtta elektronini ham berib 6 valentli bo'lishi mumkin. Uning yuqori oksidi WO<sub>3</sub> - kislotali oksid. H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> volframat kislotaga muvofiq keladi. Uning tuzlari volframatlar deb ataladi, masalan K<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> - kaliy volframat

7-misol. Davriy jadvalda tartib nomeri 11 bo'lgan element atomidagi energetik yacheykalarda elektronlarning taqsimlanish sxemasini ko'rsating.

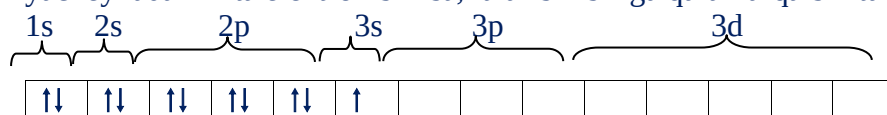
Echish: Davriy jadvalda 11-element natriy. Uning elektronlari quyidagicha joylashgan.

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> bo'ladi. n = 1 va l = 0 bo'lgani uchun unda bitta pog'onacha bor. Har qaysi pog'onachadagi energetik yacheykalar soni (2l+1) ga teng bo'lganligi sababli pog'onachada bitta energetik yacheyka bo'ladi.



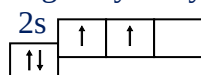
Natriy atomida bo'lishi mumkin bo'lgan energetik yacheykalar.

Elektronlar joylashishiga qarab, ularni yacheykalarga solamiz. Pauli qoidasiga asosan agar energetik yacheykada ikkita elektron bo'lsa, ular bir-biriga qarama-qarshi taraflarga aylanadi.



8-misol. Uglerod atomining normal va qo'zg'algan xolatlarida elektronlarning yacheykalarda joylashishini ko'rsating.

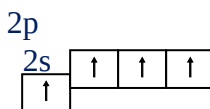
Echish: Uglerodning elektron konfiguratsiyasi:  $1s^2 2s^2 2p^2$ . Elementning oksidlanish darajasi normal xolatda ayni element atomidagi juftlashmagan elektronlar soniga teng bo'lgani uchun uglerod atomining normal holatdagi oksidlanish darajasi ikkiga teng. Masalan CO (uglerod(II)oksid)da. Uglerod atomining oksidlanuvchi elektronlari 2-pog'onada joylashgani uchun, elektronlarning energetik yacheykada taqsimlanish sxemasida 1 pog'ona ko'rsatilmasa ham bo'ladi.



Gund qoidasiga muvofiq elektronlar ayni element atomidagi barcha energetik yacheykalarda maksimal joylashgandan keyin yana bo'sh yacheykalar qolsa, har-xil atomlar bir-biri bilan birikkanda ajraladigan energiya hisobiga elektronlar shu uch yacheykalarni ham to'ldirishi mumkin.

Bunday holatda atom o'zining normal holatidan qo'zg'algan holatga o'tadi. Atom qo'zg'algan holatga o'tganda juftlashgan elektronlarning yakkalanishi ayni elementning oksidlanish darajasini 2 birlikka orttiradi.

Uglerod atomining 2-pog'onasida bo'sh yacheyka bo'lgani uchun  $2s^2$  elektronlar jufti yakkalanib ulardan biri 2p pog'onasiga o'tadi.



Demak, uglerod atomi qo'zg'algan holatda oksidlanish darajasi, 4 gacha oshadi.

#### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Atomning  $m$ ,  $l$ ,  $m_l$  va  $m_s$  kvant sonlari nimani xarakterlaydi va har biri qanday son qiymatiga ega bo'lishi mumkin.
2.  $n = 4$  bo'lganda qo'shimcha kvant soni  $l$  ning mumkin bo'lgan qiymatlarini yozing. Bu pog'onachalar qanday belgilanadi va ularda qanchadan elektron bor.
3. Yordamchi kvant soni  $l = 0, 1, 2$  va  $3$  ga teng bo'lganda magnit kvant soni qanday qiymatga ega bo'ladi.
4. Atomdagi qnday elektronlarda  $s$ ,  $p$ ,  $d$  va  $f$  elektronlar deyiladi. Bu elektronlarning atomdagi maksimal soni qanday formula yordamida topiladi.
5.  $p$ -pog'onachadagi yacheykalarga 5 ta elektronni va  $d$  pog'onachadi 7 ta elektronni Gund qoidasiga muvofiq va muvofiq bo'lmagan ikki holda joylashtiring.
6. Atomdagi energetik pog'onalarining qaysi biri oldin to'ladi? a)  $4p$  mi yoki  $3d$  mi? b)  $3d$  mi yoki  $4s$  v)  $4d$  mi yoki  $5s$  mi? g)  $4d$  mi  $5p$ , sababi nima?
7. Tartib nomeri 9, 29, 39, 49 va 59 bo'lgan element atomlarining energetik pog'ona va pog'onachalarida elektronlar qanday taqsimlangan? Bular qaysi elektron oilasiga kiradi?
8. Tartib nomeri 31, 41, 51, 17 va 27 bo'lgan element atomlarining energetik yacheykalarda taqsimlanish sxemasini tuzing.
9. Cl, S va Be atomlarining normal va qo'zg'olgan holatlaridagi elektronlarning energetik yacheykalarda taqsimlanishiga asoslanib, Cl ning oksidlanish darajasi 1, 3, 5 va 7; S ning oksidlanish darajasi 2, 4 va 6; Be ning oksidlanish darajasi 0 va 2 bo'lishini aniqlang.
10. Nima sababdan oltingugurt bilan xlor o'zgaruvchi oksidlanish darajali, kislorod bilan ftorning oksidlanish darajasi o'zgarmaydi?



### AMALIY MASHG'ULOT №3

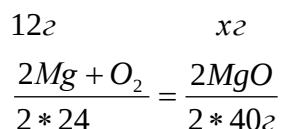
#### KIMYOVIY BOG'LANISH TURLARINI. TERMOKIMYOVIY JARAYONLAR Kimyoviy formulalar va kimyoviy tenglamalar

Moddalar tarkibini kimyoviy elementlar belgilari orqali ifodalash kimyoviy formula deyiladi. Masalan:  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2O$  va hokazo. Kimyoviy formula ayni moddaning oddiy yoki murakkab modda ekanligini, u qanday elementlardan iboratligini, bu moddaning bitta molekulasiidagi atomlar turi va sonini, moddaning nisbiy molekulyar massasini ifodalaydi.

#### Stexiometrik sxema asosida masalalar yechish

Stexiometrik sxema usulidan foydalanib masalalarni yechish kimyoviy tenglamalar tuzish bilan hisoblashga nisbatan ma'lum afzallikka ega. Stexiometrik tenglamani tuzishda shu narsaga e'tibor berish kerakki, dastlabki va reaksiyadan keyingi moddalar tarkibidagi zaruriy element atomlarining soni bir xil bo'lishi kerak. Tenglamalarga reaksiyada ishtirok etadiga moddalarning stexiometrik miqdorlari yoziladi, proporsiya tuziladi va noma'lum son topiladi.

1-misol. 12 g magniyning to'liq yonishidan qancha miqdor magniy oksid hosil bo'ladi?  
Echish:



48 g Mg dan 80 g magniy oksid hosil bo'ldi.

12 g magniydan x g magniy oksid hosil bo'ladi.

Proporsiya tuzamiz:  $48:12::80:x$  Noma'lum sonni topamiz:

$$X = \frac{12 \cdot 80}{48} = 20 \text{ MgO}$$

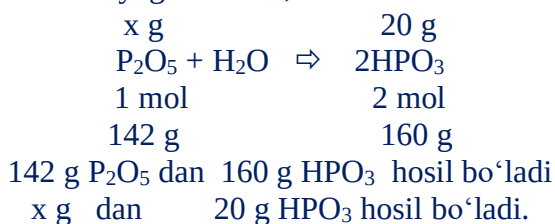
Javobi: 12 g Mg yonganda 20 g MgO hosil bo'ladi.

2-misol. 20 g metafosfat kislota  $HPO_3$  olish uchun qancha miqdor fosfor kerak bo'ladi?

Echish: Fosfor yondirilganda fosfat angidrid hosil bo'ladi:



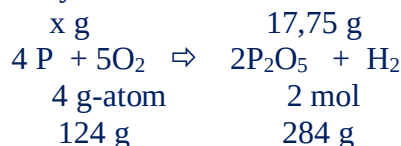
Fosfat kislota suv bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, metafosfat kislotani hosil qiladi?



$$142 : x :: 160 : 20$$

$$X = \frac{142 \cdot 20}{160} = 17,75 \text{ g } P_2O_5$$

20 g metafosfat kislota olish uchun 17,75 g  $P_2O_5$  kerak bo'ladi. Endi 17,75 g  $P_2O_5$  ni hosil qilish uchun qancha fosfor kerakligini hisoblaymiz:

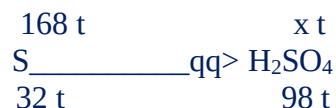


$$X = \frac{124 \cdot 17,75}{284} = 7,75 \text{ g fosfor}$$

Javobi: 20 g metafosfat kislota olish uchun 7,75 fosfor kerak bo'ladi. Bu masalani yechishdagi suv va kislorod hisobga olinmaydi.

3-misol. Tarkibida 42% oltingugurt bo'lgan 400 t piritdan qancha sulfat kislota olish mumkin?

Echish: Tarkibida 42% oltingugurt bo'lgan 400 t piritda qancha oltingugurt borligini hisoblaymiz.  $400 \cdot 0,42 = 168$  t. 168 t oltingugurtdan qancha miqdor sulfat kislota hosil bo'lishini topamiz:



$$X = \frac{168 \cdot 98}{32} = 514,5 \text{ t H}_2\text{SO}_4$$

Javobi: Tarkibida 42% oltingugurt bo'lgan 400 t piritdan 514,5 t sulfat kislota olish mumkin.

### *Mustaqil yechish uchun masalalar*

1. 36 l suv to'liq parchalanganda qancha kislorod va vodorod hosil bo'ladi? Javobini kilogrammlarda va (n.sh da) litrlarda ifodalang.
2. a) 4 g-atom mis; b) 8 g-atom mis oksidlanganda necha gramm mis(II)oksid hosil bo'ladi.
3. 10 mol suv parchalanganda n.sh o'lchangan necha litr gaz hosil bo'ladi.
4. a) 36 g magniy; b) 1,25 g-atom magniy kislorodda yondirilganda qancha magniy oksid hosil bo'ladi?
5. Ohaktosh kuydirilganda so'ndirilmagan ohak CaO va uglerod(IV)oksid CO<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Tarkibida 92% CaCO<sub>3</sub> bo'lgan 20 t ohaktoshdan qancha tonna so'ndirilmagan ohak CaO olish mumkin?
6. 11,2 g temir kukuni mis (II) sulfat eritmasiga solinganda 12,8 g mis ajralib chiqqan. Bu vaqtda qancha CuSO<sub>4</sub> reaksiyada ishtirok etgan?
7. 20 l CO va 20 g O<sub>2</sub> aralashmasi yondirildi. Hosil bo'lgan CO<sub>2</sub> qancha hajmni egallaydi? (n.sh.da) Dastlabki gazlardan qaysi biri qancha miqdorda ortib qoladi?
8. Ishlab chiqarishda 5% oltingugurt isrof bo'lishini hisobga olib, 1 t suvsiz sulfat kislota hosil bo'lishi uchun tarkibida 45% oltingugurt bo'lgan qancha temir kolchedani kerak bo'ladi?
9. 6 g osh tuzining suvdagi eritmasiga 17 g kumush nitrat AgNO<sub>3</sub> eritmasi qo'shildi. Necha gramm kumush xlorid eritmasi hosil bo'ladi?
10. Xlor va 40 % vodoroddan iborat aralashma portlatilganda qancha hajm vodorod xlorid hosil bo'ladi?

### **Kimyoviy birikmalarning formulalarini topish**

1-misol. Soda tarkibida 43,39% natriy, 11,33% uglerod va 45,28 % kisloroddan iborat. Sodaning oddiy formulasini toping?

Echish: Soda molekulasidagi natriy atomlari sonini x, uglerod atomlari sonini y va kislorod atomlari sonini z bilan belgilaymiz. U holda sodaning formulasi Na<sub>x</sub>CyO<sub>z</sub> bo'ladi.

Modda molekulasidagi har bir element atomlari soni orasidagi o'zaro nisbat, birikmadagi elementlar foizlar tarkibining (yoki) massalarining shu birikmadagi elementlar atom massalari nisbatiga teng bo'ladi. SHunga asosan:

$$x \div y \div z = \frac{43,49}{23} \div \frac{11,33}{12} \div \frac{45,28}{16} = 1,885 \div 0,943 \div 2,830$$

Topilgan massa nisbatlaridan soda molekulasida, 1,885 g-atom natriy, 0,943 g-atom uglerod, 2,830 g-atom kislorod borligi ko'rinadi. Yuqoridagi kasrlarni butun songa aylantirish uchun ularni topilgan sonlarning eng kichigiga bo'lish kerak.

$$\frac{1,885}{0,943} \div \frac{11,33}{0,943} \div \frac{45,28}{16} = 2 \div 1 \div 3$$

Demak, sodaning formulasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bo'ladi.

2-misol. 0,68 g murakkab modda yonganda 1,28 g sulfid angidrid va 0,36 gramm suv hosil bo'ladi. SHu moddaning oddiy formulasini toping?

Echish: Modda yonganda suv va sulfid angidrid hosil bo'lgani uchun, uning tarkibini asosan vodorod va oltingugurt tashkil qiladi. Bundan tashqari uning tarkibiga kislorod ham kirgan bo'lishi mumkin.

a) 1,28 g  $\text{SO}_2$  ning tarkibidagi oltingugurtning miqdorini aniqlaymiz.

64 g  $\text{SO}_2$  da 32 g S bo'lsa  
1,28 g  $\text{SO}_2$  da x g S bo'ladi

bundan:

$$X = \frac{1,28 \cdot 32}{64} = 0,64 \text{ g S}$$

b) 0,36 g  $\text{H}_2\text{O}$  tarkibidagi vodorodning miqdorini aniqlaymiz.

18 g  $\text{H}_2\text{O}$  da 2 g H bo'lsa,  
0,36 g  $\text{H}_2\text{O}$  da y g H bo'ladi.

bundan:

$$Y = \frac{0,36 \cdot 2}{18} = 0,04 \text{ g}$$

Vodorod va oltingugurt massalarining yig'indisi  $0,04 + 0,64 = 0,68 \text{ g}$ . Demak, yondirilgan modda faqat oltingugurt va vodoroddan iborat. Agar bu miqdor masala shartida berilgan miqdordan kam chiqsa, uning tarkibida kislorod ham bo'lishi mumkin edi. Endi masalani yuqorida berilgan usul bilan yechamiz:

$$x \div y = \frac{0,041}{1} \div \frac{0,64}{32} = 0,041 \div 0,02 = 2 \div 1$$

Murakkab moddaning formulasi  $\text{H}_2\text{S}$  ekan. Ximiyaviy birikmaning xaqiqiy formulasini topish uchun moddaning tarkibiga kirgan moddalarni va ularning molekulyar massasini bilish kerak.

3-misol. 6,9 g organik moddaning to'liq yonishidan 13,2 g  $\text{CO}_2$  8,1 g suv hosil bo'ladi. SHu modda bug'ining 400 millilitri 0,83 g ga teng. Uning xaqiqiy formulasini toping?

Echish: Moddaning tarkibidagi uglerodning miqdorini aniqlaymiz:

44  $\text{CO}_2$  da 12 C bo'lsa  
13,2 g  $\text{CO}_2$  da x g C bo'ladi

bundan;

$$X = \frac{13,2 \cdot 12}{44} = 3,6 \text{ g C}$$

Hosil bo'lgan suvning miqdoriga qarab olingan modda tarkibidagi vodorodning miqdorini hisoblaymiz:

18 g H<sub>2</sub>O da 2 g H bor

8,1 g H<sub>2</sub>O da y g H bor

bundan:

$$y = \frac{8,1 \cdot 2}{18} = 0,9 \text{ g}$$

Modda tarkibidagi uglerod va vodorodning massasi 3,6 + 0,9 q 4,5 gramga teng. Olingan modda 6,9 g bo'lgani uchun moddaning z q 6,1 - 4,5 q 2,4 grami kisloroddan iborat degan xulosaga kelamiz.

$$x \div y \div z = \frac{3,6}{12} \div \frac{0,9}{1} \div \frac{2,4}{16} = 2 \div 6 \div 1$$

Birikmaning eng oddiy formulasi C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, uning molekulyar massasi esa 46 ga teng. Masala shartida berilgan miqdorlar bo'yicha Avogadro qonuniga asosan dastlabki moddaning xajmini topamiz:

0,4 l modda bug'i 0,82 g kelsa,

22,4 g modda bug'i x g keladi

$$X = \frac{22,4 \cdot 0,8}{0,4} = 46$$

Demak, moddaning xaqiqiy formulasi C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O ekan.

### ***Mustaqil yechish uchun masalalar***

1. Quyidagi ma'lumotlardan foydalanib, gazning molekulyar formulasini toping: C-92%, H-7,7%, 1 l gaz 1,16 g keladi (n.sh.da).

2. 0,70 g modda yondirilganda 0,05 mol karbonat angidrid va 0,05 mol suv bug'i hosil bo'ladi. Bu moddaning 0,1 g bug'i (n.sh.da) 32 ml hajmni egallaydi. SHu moddaning molekulyar formulasini toping.

3. 1,5 g gazning yonishi natijasida 4,4 g karbonat angidrid va 2,7 g suv hosil bo'ldi. Bu gazning 1 litri (n.sh.da) 1,34 g keladi. SHu gazning molekulyar formulasini toping va bunday gazning 1 litri yonishi uchun qancha litr kislorod sarf bo'lishini aniqlang.

4. 2,3 g modda yonganida 4,4 g karbonat angidrid va 2,7 g suv hosil bo'ladi. Bu modda bug'ining havoga nisbatan zichligi 1,59 ga teng. Tekshirilayotgan modda qanday elementlardan tashkil topganini aniqlang va uning molekulyar formulasini chiqaring.

5. 0,3 g modda yondirilganda 336 ml karbonat angidrid bilan 0,36 g suv hosil bo'ldi. Modda bug'ining vodorodga nisbatan zichligi 30 ga teng. Uning molekulyar formulasini chiqaring.

6. Gaz holatidagi modda yondirilganda, uning har 2 litriga 3 litrdan kislorod sarflanadi. Uning yonishi natijasida 2 litr karbonat angidrid va 4 litr suv bug'i hosil bo'ladi. SHu gazning formulasini chiqaring.

7. 20 ml yonuvchi gaz yondirilganda 50 ml kislorod ketadi. Yonish natijasida esa 40 ml karbonat angidrid va 20 ml suv bug'i hosil bo'ladi. Uning molekulyar formulasini chiqaring.

8. Sodaning 2,5 g kristallogidrat tarkibidagi kristallizatsiya suvini chiqarib yuborilgandan keyin 0,926 g suvsizlantirilgan soda qoldi. Soda tarkibidagi kristallizatsiya suvi miqdorini hisoblang va kristallogidrat formulasini chiqaring.

9. 2,21 g mis (II) gidroksikarbonatni qizdirishdan 1,58 g CuO, 0,44 g CO<sub>2</sub>, 0,18 g H<sub>2</sub>O hosil bo'lgan. SHu tuzning molekulyar formulasini chiqaring.

10. Quyidagi ma'lumotlardan foydalanib, azurit mineralining formulasini toping: CuO - 69,4%, H<sub>2</sub>O - 5,2%, CO<sub>2</sub> - 25,6 %.

### **Termokimyoviy jarayonlar. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar**

Kimyoning kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlari miqdorini o'rganadigan bo'limi *termokimyo* deyiladi va bu soha kimyoviy termodinamikaning bir qismini tashkil etadi.

Termodinamika turli jarayonlarda energiyaning bir turdan ikkinchisiga va sistemaning bir qismidan ikkinchi qismiga o'tishini, shuningdek, berilgan sharoitda jarayonlarning o'z-o'zicha borish yo'nalishi va chegarasini o'rganadigan fandir. Atrof–muhitdan fikran ajratilgan jism yoki o'zaro ta'sir etadigan jismlar to'plami termodinamikada *sistema* deyiladi. Reaksiya ketayotgan idish, galvanik element kabi ob'ektlarni sistema deb hisoblash mumkin. Agar sistemaning tarkibiy qismlari bo'lgan jismlar va modda o'rtasida issiqlik almashinishi kechayotgan bo'lsa, hamda sistema to'la termodinamik parametrlar bilan tavsiflanadigan bo'lsa sistema *termodinamik sistema* deyiladi.

Sistema bilan bevosita yoki bilvosita ta'sirlashadigan har qanday narsa *atrof muhit* bo'ladi. Atrof muhit shunday katta o'lchamga egaki, issiqlik berilishi yoki issiqlik olinishi natijasida uning temperaturasi o'zgarmaydi deb hisoblanadi.

Termodinamik sistemaning bir holatdan boshqa holatga o'tishi termodinamikada *jarayon* deyiladi. Termodinamika grekcha "terme" va "dynamis" ya'ni "issiqlik" va "ish" so'zlaridan olingan bo'lib, temperatura, issiqlik hamda issiqlik va ishning bir–biriga aylanishi ma'nosini anglatadi.

Kimyoviy reaksiyalarda ajraladigan yoki yutiladigan energiya ko'pincha issiqlik tarzida bo'lganligidan, energiyaning chiqishi bilan boradigan reaksiyalar *ekzotermik* reaksiyalar deb ataladi. Bunday reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori musbat (+) ishora bilan belgilanadi. Vodorodning kislorod yordamida yonishini ekzotermik reaksiyaga misol qilib keltirish mumkin:



Umuman olganda har qanday ekzotermik jarayonda reaksiya uchun olingan moddalardagi energiya zaxirasi reaksiya mahsulotlarining energiya zaxirasidan ortiq bo'ladi.

Energiyaning yutilishi bilan boradigan reaksiyalar esa *endotermik* reaksiyalar deb ataladi. Bunday reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori manfiy (–) ishora bilan belgilanadi. Azotning kislorod bilan reaksiyaga kirishib azot (II) oksidi hosil qilish reaksiyasi endotermik reaksiyaga misol bo'lishi mumkin.



Endotermik jarayonda avvalgi mahsulotlarning energiya zaxirasi ko'p bo'ladi. Shuning uchun reaksiya payitida energiya yutiladi.

Issiqlik yutilishi yoki issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar *termokimyoviy reaksiyalar* deyiladi.

Reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdorini o'lchash va uni reaksiya tenglamasiga kiritish mumkin. Shu issiqlik miqdori har qanday energiya birliklari — kilokalloriya (*kcal*) lar, kaloriya (*kal*)lar shuningdek, joul (*j*)lar va kilojoul (*kj*) lar bilan ifoda qilinadi. 1 kkal=4180j yoki 4,18 *kj* ga tengdir.

Yutilgan yoki chiqarilgan energiyaning miqdori reaksiyaning *issiqlik effekti* deyiladi.

Issiqlik effekti odatda reaksiyaga kirishayotgan 1 mol modda uchun olinadi. Shuning uchun ko'p hollarda termokimyoviy reaksiyalarda kasr sonlardan ham foydalanishga to'g'ri keladi. Masalan: vodorodning kislorodda yonishi jarayonida 1 mol suvning hosil bo'lish issiqligi 285,8 *kj*ga teng.



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

### **Lavuaze–Laplas va Gess qonunlari**

Barcha termodinamik hisoblar termokimyoyo qonunlariga asoslangan. Termokimyoga oid ikkita qonun kashf etilgan bo'lib, biri Lavuaze–Laplas qonuni va ikkinchisi Gess qonunidir. Bu qonunlar energiyaning saqlanish qonunidan kelib chiqadi.

**Lavuaze–Laplas qonuni.** 1784 yilda Lavuaze va Laplas kashf etgan birinchi qonun quyidagicha ta'riflanadi.

*Har qaysi kimyoviy birikma uchun parchalanish issiqligi uning hosil bo'lish issiqligiga teng, lekin ishorasi qarama – qarshi bo'ladi.*

Masalan:

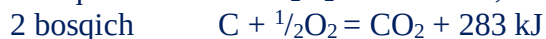
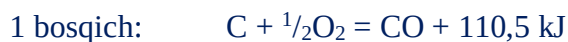




**Gess qonuni.** 1840 yilda G.I.Gess termokimyoning ikkinchi qonunini tajriba asosida kashf etdi. Bu qonun quyidagicha tariflanadi:

*Reaksiyaning issiqlik effekti jarayoning qanday usulda olib borilishiga bog'liq emas, balki faqat reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq*

Masalan,  $\text{CO}_2$  ni ikki usulda hosil qilinsin. Birinchi usul quyidagi ikki bosqichdan iborat bo'lsin:



jami: 393,5 kJ

Reaksiyadan ko'rinadiki 1 mol karbonat angidrid gazini hosil qilish uchun jami (110,5kJ+283kJ) 393,5 kJ energiya ajralib chiqadi.

Ikkinchi usulda reaksiyani bosqichsiz (bir yo'la) olib borilsin.



Demak, har ikki usulda  $\text{CO}_2$  ning hosil bo'lishi issiqlik effekti +393,5 kJ ga teng ekan.

Termodinamika nuqtai nazardan kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti uning entalpiyasi  $\Delta H$  deb yuritiladi va u issiqlik effektiga teskari ishoraliidir.

$$\Delta H = -Q \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ / mol.}$$

Yuqoridagi kimyoviy reaksiyalarda ayrim bosqichlarning entalpiyalari yig'indisi umumiy jarayonning entalpiyasiga teng. Kimyoviy reaksiyaning entalpiyasini topish uchun reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisidan dastlabki moddalarning hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisini ayirib tashlash kerak:

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{mahs}} - \sum \Delta H_{\text{dast.mod.}}$$

Bu yerda  $\Delta H$ —reaksiyaning entalpiyasi  $\sum \Delta H_{\text{mahs}}$  – reaksiya mahsulotining hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisi  $\sum \Delta H_{\text{dast.mod.}}$ —dastlabki moddalarning hosil bo'lish entalpiyalari yig'indisi.

### Entalpiya va entropiya

Termodinamikada entalpiya tushunchasi ham keng qo'llaniladi. *Entalpiya*—doimiy bosimda turgan sistemaning energiyasidir. Entalpiya son jixatdan ichki energiya va potensial energiya yig'indisiga teng:

$$H = U + pV$$

Entalpiya ham ichki energiya kabi holat funksiyasi hisoblanadi. Tenglamadagi  $U$ ,  $p$  va  $V$  sistemaning xossaligidir. Entalpiyaning o'zgarishi jarayon yo'liga emas, balki boshlang'ich va oxirgi holatlarga bog'liq. Entalpiya kimyoda katta ahamiyatga ega, chunki kimyoviy reaksiya davomida issiqlik doimiy bosimda o'tkaziladi. Shuning uchun kimyoviy jarayonlarda ichki energiyani emas, entalpiyani aniqlash zarurroq, chunki ichki energiya sistema hajmini o'zgarishiga sarf bo'lgan energiyani hisobga olmaydi. Gazlarda ichki energiya va entalpiya orasidagi farq suyuqliklar va qattiq moddalardagiga qaraganda kattaroq, chunki suyuqliklar va qattiq moddalar qizdirilganda ularning hajmi kam o'zgaradi. Entalpiya holat funksiyasi bo'lganligi uchun  $\Delta H$  to'liq differensial hisoblanadi. Termodinamikada asosan entalpiya o'zgarishi hisobga olinadi.

$$\Delta H = H_{\text{oxir.}} - H_{\text{boshl.}}$$

$\Delta H$  ning qiymati J/mol da ifodalanadi. Jarayon davomida entalpiya ortsa uning qiymati musbat deb olinadi.

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

Har qanday sistema o'zining betartibligini oshirishga intiladi. Tartibsizlikning miqdoriy o'lchovini belgilaydigan holat funksiyasi *entropiya* deyiladi va  $S$  harfi bilan belgilanadi. Entropiya tushunchasi fanga Klauzius tomonidan kiritilgan bo'lib, grekcha "o'zgarish" degan ma'noni anglatadi. Moddaning entropiyasi moddaning shu holatda turish ehtimolligining logarifmiga to'ri proporsionaldir.

$$S = k \ln W$$

Yuqoridagi tenglama Bolsman tenglamasi deyiladi. Undagi  $k$  – Bolsman doimiysi.  $W$  – termodinamik ehtimollik, ya'ni ayni makroholatning amalga oshishini ta'minlovchi imkoniyatlar yoki mikroholatlar soni.

O'z-o'zicha sodir bo'ladigan qaytmas jarayonlarda har doim sistemaning entropiyasi kattalashadi, ya'ni  $\Delta S > 0$  bo'ladi. Bunda  $\Delta S$ –sistema entropiyasining o'zgarishidir.

Qaytar jarayonlarda yopiq sistemaning entropiyasi o'zgarmaydi ya'ni  $\Delta S = 0$  bo'ladi. Ideal toza kristall moddaning entropiyasi absolyut nolga teng. Temperatura ortishi bilan sistemaning entropiyasi kattalashadi. Entropiya jismda qancha foydasiz energiya borligini ko'rsatuvchi kattalik bo'lib, jismning holatiga bog'liq funksiyadir. Uning mutlaq qiymatini o'lchab bo'lmaydi. Faqat sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tgandagi entropiya o'zgarishini o'lchash mumkin.

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

Sistema entropiyasining o'zgarishi issiqlik miqdori o'zgarishini absolyut temperaturaga nisbatiga tengdir:

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

**1-m asala.** Massasi 100 g temir (III) oksidni alyuminiy bilan qaytarilganda 476,0 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Reaksiyaning issiqlik effektini aniqlang.

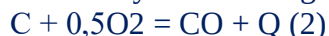
Yechish. Kimyoviy reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{array}{rclcl} & 100 & & 476 \text{ kJ} & \\ \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 & = & \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 & + Q & \\ & 160 \text{ g} & & x & \\ x = \frac{160 \cdot 476}{100} & = & 761,6 \text{ kJ} & & \end{array}$$

**2-masala.** Agar uglerod (IV) oksid hosil bo'lish issiqligi 393,5 kJ, uglerod (II) oksid yonish issiqligi 284,7 kJ ga tengligi ma'lum bo'lsa uglerod (II) oksid hosil bo'lish issiqligini hisoblang.

Yechish. Reaksiya tenglamasi:  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 393,5 \text{ kJ}$  (1)

Bu reaksiyani ikki tenglama bilan ifodalash mumkin:



Demak, reaksiyalr umumiy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Tenglamalardan (1 va 4) foydalanib, quyidagini olamiz:

$$Q + 284,7 = 393,5 \text{ bundan } Q = 393,5 \text{ kJ} - 284,7 \text{ kJ} = 108,8 \text{ kJ}$$

## AMALIY MASHULOT № 4

### KIMYOVIY KINETIKA. KIMYOVIY MUVOZANAT VA UNING SILJISHI (LESHATELE TAMOYILI)

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molyar konsentrasiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishidir.

$$V = (C_2 - C_1) / (t_2 - t_1)$$

$C_2 - C_1$  moddalar konsentrasiyasining o'zgarishi.

$t_2 - t_1$  vaqt oralig'i

$mA + nB \rightleftharpoons qC + rD$  da

$$V = K[A]^m[B]^n$$

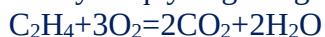
Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrasiyasiga, temperaturaga, katalizatorga va boshqa faktorlarga bog'liq bo'ladi.

Reaksiyalar tezligining konsentrasiyaga bog'liqligi massalar ta'siri qonuni bilan ifodalanadi: reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentrasiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir.

$$V = K[A]^m[B]^n$$

bu yerda  $[A]$  va  $[B]$  moddalarning ayni vaqtdagi molyar konsentrasiyalari.  $m$  va  $n$  – ularning stexiometrik koeffitsientlari.  $K$  – proporsionallik koeffitsienti bo'lib, unga reaksiyaning tezlik konstantasi deyiladi.

**1-misol.** Elementning yonish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Bu reaksiyada kislorodning konsentrasiyasi 3 barobar oshirilsa, reaksiya tezligi necha marta ortadi? Echish. Massalar ta'siri qonuniga muvofiq, kislorodni oshirishga qadar reaksiya tezligi:

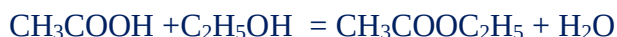
$$V = K[C_2H_4][O_2]^3$$

bo'ladi. Kislorod konsentrasiyasi 3 marta oshirilgandan keyingi reaksiya tezligi

$$V = 27K[C_2H_4][O_2]$$

bo'ladi. Demak reaksiya tezligi 27 marta ortadi.

**2-misol.** Agar sirka kislotasi bilan etil spirtning dastlabki konsentratsiya 0,1 mol/l ma'lum vaqt o'tgandan keyingi konsentrasiya 0,05 mol/l ga teng bo'lsa reaksiya tezligi qanday o'zgaradi? Reaksiya tezligi:



Bundan

$$V = K[CH_3COOH][C_2H_5OH]$$

Masala shartiga ko'ra reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasiya ma'lum vaqt o'tgandan keyin ikki (0,1:0,05=2) marta kamayadi. Bu xolda reaksiya tezligi

$$V = K[1/2 CH_3COOH][1/2 C_2H_5OH] = 1/4 K[CH_3COOH].[C_2H_5OH]$$

Demak, reaksiya tezligi 4 marta kamayar ekan.

**3-misol.** A va B moddalar orasidagi reaksiya quyidagicha ifodalanadi.



A-moddaning dastlabki konsentrasiyasi 3,2 mol/l, B niki 1,6 mol/l. Reaksiyaning tezlik konstantasi 0,75. Reaksiyaning dastlabki tezligini va reaksiyaning bir qadar vaqt o'tib, A moddaning konsentrasiyasi 0,5 mol/l ga kamaygandagi tezligini toping.

Echish: Reaksiyaning dastlabki tezligi

$$V = K[A]^2[B] = 0,75(3,2)^2 \cdot 1,6 = 12,29 \text{ mol/l bo'ladi.}$$

Reaksiya tenglamasiga ko'ra A modda konsentrasiyasi 0,5 mol/l ga kamaysa B niki bunga nisbatan ikki barobar kamroq 0,5:2=0,25 kamayishi kerak.

SHunga asosan bir qadar vaqt o'tgandan keyin A moddaning konsentrasiyasi  $3,2-0,5=2,7$  mol/l, B moddaniki esa  $1,6-0,25=1,35$  mol/l bo'ladi.

$$V=K[A]^2[B] = 0,75 \cdot (2,7)^2 \cdot 1,35 = 7,38 \text{ mol/l bo'ladi.}$$

**4-misol.**  $2\text{NO} + \text{O} = 2\text{NO}_2$  reaksiya uchun olingan moddalarning dastlabki konsentrasiyasi  $[\text{NO}]=0,08$  mol/l,  $[\text{O}_2]=0,16$  mol/l.  $[\text{NO}]$  ning konsentrasiyasi 0,03 molga kamayganda  $[\text{NO}]$ ,  $[\text{O}_2]$  va  $[\text{NO}_2]$  larning konsentrasiyalari qanday o'zgarishini xisoblang.

Echish. Gazlar orasida boradigan reaksiyada olingan va hosil bo'lgan moddalar konsentrasiyasi o'zgarishini bir-biriga nisbatan reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsientlar nisbati  $[\text{NO}] : [\text{O}_2] : [\text{NO}_2] = 2 : 2 : 1$  bo'ladi.

Masala shartiga ko'ra  $[\text{NO}]=0,08-0,03=0,05$  mol/. 2:1:2 ga asosan  $[\text{O}_2]$   $[\text{NO}]$ dan 2 marta kam.  $[\text{NO}_2]$  esa  $[\text{NO}]$ ga teng bo'lgani uchun

$$[\text{O}_2]=0,16/2(-0,05)=-0,016 \text{ mol/l}$$

$[\text{NO}_2]=+0,016$  mol/l bo'ladi. Ximiyaviy reaksiya borishi uchun olingan moddalar konsentrasiyasining o'zgarishi ishora jixatdan manfiy reaksiya maxsulotlariniki esa musbat bo'ladi. SHuning uchun  $[\text{NO}_2]$  o'zgarishi musbat ishora bilan olinadi.

$[\text{NO}_2]$  ning dastlabki konsentrasiyasini dastlab nolga teng deb olib, NO va  $\text{O}_2$  ning dastlabki konsentrasiyalariga ularning 0,03 mol/l kamayganda konsentrasiyalarini qo'shib,  $[\text{NO}]$ ,  $[\text{NO}_2]$  va  $[\text{O}_2]$  larni hisoblab topamiz.

$$[\text{NO}] = 0,08 + (-0,05) = 0,03 \text{ mol/l}$$

$$[\text{O}_2] = 0,16 + (-0,016) = 0,144 \text{ mol/l}$$

$$[\text{NO}_2] = 0 + 0,016 = 0,016 \text{ mol/l}$$

**5-misol.** Reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Reaksiya boshlanib ma'lum bir vaqt o'tgandan keyin, reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning konsentrasiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$[\text{HCl}] = 0,75 \text{ mol/l}, [\text{O}_2] = 0,42 \text{ mol/l}, [\text{Cl}_2] = 0,20 \text{ mol/l}, [\text{H}_2\text{O}] = 0,20 \text{ mol/l}$$

$\text{Cl}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ning dastlabki konsentrasiyalarini hisoblang.

Echish.  $4\text{HCl} : \text{O}_2 : 2\text{H}_2\text{O} : 2\text{Cl}_2 = 4:1:2:2$  nisbatga muvofiq  $[\text{Cl}_2]$  va  $[\text{H}_2\text{O}]$ ,  $[\text{O}_2]$  lardan ikki marta katta,  $[\text{HCl}]$  dan esa ikki marta kichik bo'lgani uchun  $[\text{HCl}] = 4 \cdot (-0,2)/2 = -0,40$  mol/l  $[\text{O}_2] = 1 \cdot (-0,2)/2 = -0,10$  mol/l bo'ladi. HCl va  $\text{O}_2$  ning berilgan konsentrasiyalardan  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{Cl}_2$  ning konsentrasiya 0,20 mol/l ga ortgandan keyingi konsentrasiyalarini ayirib, ularning dastlabki konsentrasiyalarini topiladi.

$$[\text{HCl}] = 0,75 - (-0,40) = 1,15 \text{ mol/l}, [\text{O}_2] = 0,42 - (-0,10) = 0,52 \text{ mol/l}$$

### Reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligi

**1-misol.** Agar reaksiya tezligining temperatura koeffisienti 2 bo'lsa, temperatura  $30^\circ$  dan  $80^\circ$  ga oshirilganda reaksiyaning tezligi necha marta oshadi?

Echish.

Masala shartiga ko'ra  $\gamma = 2$ ;  $t_1 = 30^\circ$ ,  $t_2 = 80^\circ$ ;  $V_{t2} = V_{t1} \gamma^{(t2-t1)/10}$  formulaga asosan

$$V_{80} = V_{30} \cdot 2^5 = 32$$

**Demak reaksiyaning tezligi 32 marta ortadi.**

**2-misol.** Temperatura  $40^\circ$  oshirilganda reaksiya tezligi 256 marta oshsa shu reaksiya tezligining temperatura koeffisientini hisoblang.

$$\text{Echish. } \gamma^{40/10} = 256 \quad \gamma^4 = 256 \Rightarrow \gamma = 4$$

**3-misol.** Temperatura koeffitsienti 2 bo'lgan reaksiyani 0°da olib borish uchun 10 minut ketadi. Temperatura 100° bo'lganda shu reaksiya uchun qancha vaqt sarflanadi.

$$\Delta t_{100} = 2^{10 / [(100-10) / 10]} 10.60 / 2^{10} 0,6 \text{ sekund.}$$

**4-misol.** Reaksiya tezligining temperatura koeffitsienti 2 ga teng bo'lsa, reaksiya tezligi 100 marta oshirish uchun temperaturani necha gradusga ko'tarish kerak?

Echish.  $V_{t2} = V_{t1} \gamma^{(t2-t1)/10}$  tenglamadan  $V_{t2} / V_{t1} = \gamma^{(t2-t1)/10}$  masala shartiga ko'ra

$$\gamma = 2, t_0 = 0^\circ V_{t2} / V_{t1} = 100 \text{ bo'lgani uchun } 100 = 2^{t2/10} \cdot t2/10.$$

$$\lg 2 = \lg 100, t2/10.0,301 = 2, 0,301.t2 = 20t2 = 20/0,301 = 66,4^\circ$$

**5-misol.**  $\text{HCOOH} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyaning 140° dagi tezlik konstantasi  $5,75 \cdot 10^{-4}$  ga 185° da esa  $9,2 \cdot 10^{-3}$  ga teng. Reaksiya tezligining temperatura koeffitsientini toping.

Echish. Massalar ta'siri qonuniga muvofiq, reaksiya tezligi ayni reaksiyaning tezlik konstantasiga proporsional bo'ladi. SHunga asosan

$$V_{t2} = V_{t1} \gamma^{(t2-t1)/10}, \text{ bu tenglamani } K_{t2} = K_{t1} \gamma^{(t2-t1)/10} \text{ ko'rinishida yoki}$$

$K_{t2} / K_{t1} = \gamma^{(t2-t1)/10}$  yozish mumkin.  $t_1 = 140^\circ \text{C}$   $t_2 = 185^\circ \text{C}$  qolgan qiymatlarni ham qo'yib quyidagini topamiz.

$$9,2 \cdot 10^{-3} / (5,75 \cdot 10^{-4}) = \gamma^{4,5} = 16 \Rightarrow \gamma = 1,883$$

### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Quyidagi reaksiyalar tezligining matematik ifodasini toping.  
a)  $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$ ; b)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  v)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  g)  $4\text{Cr} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cr}_2\text{O}_3$
2. Quyidagi moddalar orasida boradigan reaksiyalar tezligining matematik ifodasini toping.  
**a) azot va kislorod b) vodorod va kislorod v) azot(II)oksid va kislorod g) karbonat angidrid va uglerod**
3.  $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$ . Reaksiyaning tezlik konstantasi  $5 \cdot 10^{-4}$  ga teng.  $[\text{A}] = 0,5 \text{ mol}$   $[\text{B}] = 0,8 \text{ mol/l}$  bo'lganda reaksiya tezligini toping.
4. Quyidagi reaksiyada  $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$ .  $[\text{A}] = 0,5 \text{ mol}$   $[\text{B}] = 0,6 \text{ mol/l}$  bo'lganda reaksiya tezligini  $0,018 \text{ mol/l}$  ga teng. Reaksiyaning tezlik konstantasi nechaga teng.
5. Quyidagi reaksiya  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  uchun olingan moddalarning dastlabki konsentratsiyasi  $[\text{CO}] = 0,6 \text{ mol/l}$   $[\text{H}_2] = 0,4$ .  $[\text{CO}] = 2,4$   $[\text{H}_2\text{O}] = 0,8$  ga ortganda reaksiya tezligi necha marta ortadi?
6. Berilgan reaksiyada  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyaga kirishuvchi moddalarning eritmalarini konsentratsiyalarini 4 marta kamaytirilsa reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?
7. Gazlar aralashmasining bosimi 3 marta oshirilganda berilgan reaksiya tezligi  $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF}$  tezligi qanday o'zgaradi?
8. Gazlar aralashmasining xajmi 2 marta kamayirilganda berilgan reaksiya tezligi  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  tezligi qanday o'zgaradi?
9. Quyidagi reaksiya  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  uchun olingan moddalarning dastlabki konsentratsiyasi  $[\text{N}_2] = 0,075 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{O}_2] = 0,02 \text{ mol/l}$ .  $[\text{NO}] = 0,007 \text{ mol/l}$  bo'lganda reaksiya uchun olingan moddalarning konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?
10. Ushbu reaksiyada  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$  ishtirok etuvchi moddalarning konsentratsiyalari  $[\text{N}_2] = 0,80$ ,  $[\text{H}_2] = 1,5 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{NH}_3] = 0,5 \text{ mol/l}$  bo'lganda vodorod va ammiak konsentratsiyalarining qanday bo'lishini hisoblab toping.

### KIMYOVIY MUVOZANAT

To'g'ri reaksiya bilan teskari reaksiya tezligining tenglashgan vaqti ximiyaviy muvozanat deyiladi. Muvozanat xolatidagi moddalarning konsentratsiyalariga esa ularning muvozanatdagi konsentratsiyalari deyiladi. Ximiyaviy muvozanat vaqtida  $V_1 = V_2$  bo'lgani uchun

$$K = [\text{C}]^p [\text{D}]^q / ([\text{A}]^m [\text{B}]^n)$$



**1-misol.**  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  reaksiyada muvozanat qaror topganda  $[\text{NO}] = 0,056 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{O}_2] = 0,028 \text{ mol/l}$   $[\text{NO}_2] = 0,044 \text{ mol/l}$ . Reaksiyaning muvozanat konstantasini toping.

Echish. Massalar ta'siri qonuniga asosan  $K = [\text{NO}_2]^2 / ([\text{NO}]^2 [\text{O}_2])$   
Masala shartiga ko'ra berilgan moddalar konsentrasiya son qiymatini tenglamaga qo'yamiz.

$$K = 0,044^2 / (0,056^2 \cdot 0,028) = 22,04$$

**2-misol.**  $\text{H}_2 + \text{J} \rightleftharpoons 2\text{HJ}$  reaksiyada muvozanat qaror topganda  $[\text{H}_2] = 6,34 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{J}_2] = 0,24 \text{ mol/l}$   $[\text{HJ}] = 6,18 \text{ mol/l}$ . Reaksiyaning olingan moddalarning dastlabki konsentrasiyalarini hisoblang.

Echish. Reaksiya tenglamasiga muvofiq 1 molekula  $\text{H}_2$  va  $\text{J}_2$  dan 2 molekula  $\text{HJ}$  xosil bo'ladi. Demak, 6,18 mol/l  $\text{HJ}$  hosil bo'lishi uchun bo'lganda muvozanat qaror topdi. Reaksiya uchun olingan moddalarning dastlabki konsentrasiyalarini aniqlang.

Massalar ta'siri qonuniga asosan  $K = [\text{NO}_2]^2 / ([\text{NO}]^2 [\text{O}_2])$

Masala shartiga ko'ra berilgan moddalar konsentrasiya son qiymatini tenglamaga qo'yamiz.

$$K = 0,044^2 / (0,056^2 \cdot 0,028) = 22,04$$

**3-misol.**  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyaning  $850^\circ\text{C}$  dagi muvozanat konstantasi birga teng. Reaksiya uchun olingan moddalarning dastlabki konsentrasiyalari  $[\text{CO}] = 0,02 \text{ mol/l}$ ,  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,08 \text{ mol/l}$  reaksiyada ishtirok etuvchi to'rttala moddaning muvozanat vaqtidagi konsentrasiyalarini hisoblab toping.

Echish. Reaksiya tenglamasiga muvofiq, bir mol  $\text{CO}$  va 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  dan 1 mol  $\text{CO}_2$  va 1 mol  $\text{H}_2$  xosil bo'ladi. Agar  $x$  mol  $\text{CO}$  reaksiyaga kirishgan bo'lsa,  $\text{H}_2\text{O}$  dan ham  $x$  mol reaksiyaga kirishadi, bunda  $x$  mol  $\text{CO}_2$  va  $x$  mol  $\text{H}_2$  hosil bo'ladi. SHuning uchun moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentrasiyalari quyidagicha bo'ladi:  $[\text{CO}] = 0,02 - x$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,08 - x$ ;  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = x$

Bu kattaliklarni muvozanat konstantasi ifodasiga qo'ysak,  $K = 1$  bo'lgani uchun

$$x^2 / ((0,02 - x)(0,08 - x)) = 1$$

Bo'ladi, bundan

$$x^2 = (0,02 - x)(0,08 - x) = 0,0016 - 0,02x - 0,008x + x^2 = 0,0016 - 0,016x;$$

$$x = 0,0016 / 0,016 = 0,016 \text{ mol hosil bo'ladi.}$$

Demak, moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentrasiyalari:

$$[\text{CO}] = 0,02 - 0,016 = 0,004 \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 0,08 - 0,016 = 0,064 \text{ mol/l}$$

$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,016 \text{ mol/l}$$

**4 - misol.**  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$  reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. Reaksiya uchun 1 mol kislota va 1 mol spirt olinsa, necha mol efir xosil bo'ladi?

Echish. Muvozanat vaqtida  $x$  mol efir xosil bo'lsa, reaksiya tenglamasiga muvofiq muvozanat vaqtida hosil bo'lgan moddalarning miqdori quyidagicha topiladi:

$x$  mol efir;  $x$  mol suv;  $(1 - x)$  mol kislota;  $(2 - x)$  mol spirt. Reaksiyaning muvozanat konstantasi:

$$([\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}] / ([\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}])) = K$$

Bu tenglamaga moddalarning mol qiymatlarini qo'ysak:  $K = 4$  bo'lgani uchun

$$x^2 / ((1 - x)(2 - x)) = 4; \text{ bundan } x^2 = 4(1 - x)(2 - x); 3x^2 - 12x + 8 = 0.$$

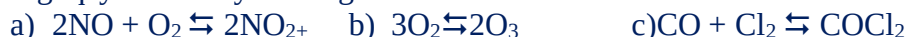
Bu kvadrat tenglamani yechsak,

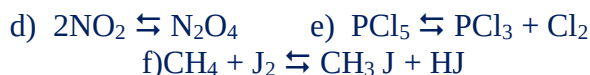
$$x_{1,2} = (12 \pm 48^{1/2}) / 6 \text{ bundan, } x_1 = 3,154 \quad x_2 = 0,845.$$

$x_1$  ning qiymati masala shartini qanoatlantirmaydi, chunki reaksiya uchun olingan moddalar miqdori 3 molga teng. Demak, reaksiya uchun 1 mol kislota, 2 mol spirt olinsa, 0,845 mol efir xosil bo'ladi.

### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Quyidagi qaytar reaksiyalarning





muvozanat konstantalari ifodalarini yozing.

2.  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}$  tenglama bilan ifodalangan reaksiyada muvozanat qaror topganda  $[\text{A}_2] = 0,2$  mol/l,  $[\text{B}_2] = 0,3$  mol/l,  $[\text{AB}] = 0,24$  mol/l bo'ladi. Reaksiyaning muvozanat konstantasini toping.

3.  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$  reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning muvozanat konsentrasiyalari  $[\text{NaCl}] = 1$  mol/l;  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1$  mol/l;  $\text{NaHSO}_4$  va  $\text{HCl} = 0,4$  mol/l dan. Reaksiyaning muvozanat konstantasini toping.

4.  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$  tenglama bilan ifodalangan reaksiyaning muvozanat konstantasi  $3 \cdot 10^{-2}$  ga teng. A, C va D moddalarning muvozanat holatdagi konsentrasiyalari:  $[\text{A}] = 5$  mol/l;  $[\text{C}] = 0,2$  mol/l;  $[\text{D}] = 0,1$  mol/l. B moddaning muvozanat holatdagi konsentrasiyasini toping.

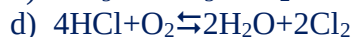
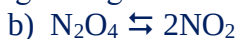
5.  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$  reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. HCl,  $\text{O}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ning muvozanat konsentrasiyalari;  $[\text{HCl}] = 2$  mol/l;  $[\text{O}_2] = 1$  mol/l;  $\text{H}_2\text{O} = 1$  mol/l. Xlarning muvozanat konsentrasiyasini toping.

6.  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$  tenglama bilan ifodalangan reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. Agar A moddaning dastlabki konsentrasiyasi 5 mol/l; B moddaniki esa 4 mol/l bo'lsa, uchala moddaning muvozanat konsentrasiyasi qanday bo'ladi?

7.  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning konsentrasiyalari quyidagicha bo'lganda  $[\text{NO}] = 0,2$ ;  $[\text{O}_2] = 0,3$ ;  $[\text{NO}_2] = 0,06$  mol/l muvozanat qaror topdi. Reaksiyaning muvozanat konstantasini va kislorodning dastlabki konsentrasiyasini hisoblab toping.

8.  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyaning muvozanat konstantasi muayyan temperaturada 1 ga teng. CO va  $\text{N}_2\text{O}$  ning dastlabki konsentrasiyalari  $[\text{CO}] = [\text{N}_2\text{O}] = 0,02$  mol/l ga teng Reaksiyada ishtirok etayotgan to'rttala moddaning muvozanat vaqtidagi konsentrasiyalarini hisoblab toping.

9. Bosimning ortishi quyidagi berilgan muvozanatdagi sistemalarga qanday ta'sir etadi?



10.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O} + 92,5 \text{ kJ}$  sistema uchun muvozanat konstantasining ifodasini yozing. Vodorodning miqdorini oshirish uchun temperatura va bosimni qanday o'zgartirish kerak?

#### AMALIY MASHG'ULOT № 5

#### ERITMALAR, ULAR KONSENTRATSIYASINI HISOBLASH

Eritma va erituvchining ma'lum massa yoki ma'lum hajmda erigan modda miqdori eritmalarining konsentratsiyasi deyiladi.

**1. Massaviy foiz konsentratsiya**- 100 g eritmada erigan moddaning gramm miqdoriga teng kattalik foiz konsentratsiya deyiladi.

Massaviy foiz konsentratsiya quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$C = \frac{m}{(m + m_1)} \cdot 100 \quad (1)$$

Bunda c - massaviy foiz konsentratsiya;

m - eruvchi moddaning grammlarda ifodalangan massasi;

$m_1$ - erituvchi moddaning grammlarda ifodalangan massasi.

**2. Molekulyar foiz konsentratsiya** - 100 g/mol eritma tarkibidagi erigan moddaning va erituvchining miqdori foiz hisobida g/mol soni bilan ifodalanishiga molekulyar foiz konsentratsiya deyiladi.

Uni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$C_m = \frac{n}{N + n} \cdot 100 \quad (2)$$

Bunda  $C_m$  - molekulyar foiz konsentratsiya;  
 $n$  - eruvchi moddaning molyar soni,  
 $N$  - erituvchi moddaning molyar soni.

1-misol. 80 g suvda 20 g sulfat kislota erigan. Eritmaning molekulyar foiz konsentratsiyasini hisoblang.

Echish: Masalaning shartiga muvofiq

$$a) N = \frac{20}{98,08} = 0,204 \text{ mol}$$

bunda 98,08 sulfat kislota erigan molekulyar massasi;

$$b) N = \frac{80}{18,02} = 4,43 \text{ mol}; \quad 18,02 \text{ suvning molekulyar massasi};$$

$$v) C_m = \frac{0,204}{4,43 + 0,204} \cdot 100 = \frac{0,204}{4,634} = 4,4 \text{ mol \% H}_2\text{SO}_4$$

$$g) 100 - 4,4 \text{ q } 95,6 \text{ mol \% N}_2\text{O}$$

2-misol. 80 g suvda 4 g tuz eritilgan. Eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

Echish: Masalani yuqoridagi (1) formulaga asoslanib yechamiz:

$$C = \frac{4}{80 + 4} = 4,8 \%$$

3-misol. 400 g 12 % li shakar eritmasini tayyorlash uchun qancha shakar va qancha suv olish kerak?

Echish: Formula (2) ga asosan:

$$A) 12 = 100 \cdot \frac{m}{400}; \text{ bundan } m = \frac{400 \cdot 12}{100} = 48 \text{ g shakar}$$

$$B) 400 - 48 \text{ q } 352 \text{ g suv.}$$

4-misol. Tuzning 80 g 15 % eritmasiga 40 g suv qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini hisoblang.

Echish: Masala shartiga muvofiq 100 g eritmada 15 g tuz erigan. 80 g eritmada tuz miqdorini topamiz.

$$\begin{aligned} &100 \text{ g eritmada } 15 \text{ g tuz bo'lsa,} \\ &80 \text{ g eritmada } x \text{ g bo'ladi.} \end{aligned}$$

Bundan

$$X = \frac{80 \cdot 15}{100} = 12 \text{ g}$$

80 g eritmaga 40 g suv qo'shilgandan keyin eritmaning massasi 120 g bo'ladi. Lekin erigan tuzning miqdori 12 g ligicha qoladi. SHunga asosan:

$$\begin{aligned} &120 \text{ g eritma } 100 \text{ foiz bo'lsa,} \\ &12 \text{ g tuz } x \% \text{ bo'ladi.} \end{aligned}$$

Bundan

$$X = \frac{100 \cdot 12}{120} = 10 \%$$

*Mustaqil yechish uchun masalalar*

1. 300 g 12 % li osh tuzi eritmasini tayyorlash uchun qancha tuz va suv olish kerak?
2. 20 g 20 %li eritmaga 80 g suv qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini hisoblang.
3. 2 kg 12 % li  $\text{CuSO}_4$  eritmasini tayyorlash uchun qancha mis kuporosi olish kerak?
4. 500 ml suvda normal sharoitda o'lchangan 15 l HCl eritilgan. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.
5. 6 g eritma bug'latilganda 0,2 g tuz qolgan bo'lsa, eritma necha foizli bo'lgan?
6. Mis sulfatning 1% li eritmasi va uning kristallgidrati bor. 300 g 15% li  $\text{CuSO}_4$  eritmasini tayyorlash uchun shu moddalardan qanchadan olish kerak?
7. Zichligi  $1,115 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan 10% li o'yuvchi natriyning 5 l eritmasidan 22 % li eritma tayyorlash uchun qancha suvni bug'latish kerak?
8. 1 l erituvchida 300 g modda eritilgach zichligi  $1,2 \text{ g/sm}^3$  ga teng bo'lgan eritma olindi. Eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.
9. 20 g 20 % li eritmaga 10 g 10 % li eritmaga qo'shilganda necha foizli eritma hosil bo'ladi?
10. 315 g suvda n.sh.da o'lchangan 112 l ammiak eritildi. Eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

### Erituvchining o'zgarmas miqdordagi erigan moddaning konsentratsiyasi molyallik bilan ifodalanadi

**Molyal konsentratsiya** - 1kg erituvchidagi erigan modda miqdori g/mol bilan ifodalanishiga molyal konsentratsiya deb ataladi. Molyal konsentratsiyani quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$C_{\text{мольаль}} = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot m_1} \quad (3)$$

Bunda  $C_{\text{мольаль}}$  - molyal konsentratsiya;

$m$  - eruvchi moddaning grammlarda olingan massasi;

$m_1$  - erituvchining grammlarda olingan massasi;

$M$  - erigan moddaning molekulyar massasi.

1-misol. 400 g efirda 15 g xloroform erigan. Eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblang. Echish: Formula (3) ga asosan

$$C_{\text{мольаль}} = \frac{15 \cdot 1000}{119,5 \cdot 400} = 0,31 \text{ molyal.}$$

### Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 20 g suvda 0,62 g etilenglikol  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$  eritilgan. eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblang.
2. Sulfat kislotaning zichligi  $1,04 \text{ g/ml}$  bo'lgan 7%li eritmasining molyaligini hisoblang.
3. 40 g efirda 1,52 g ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ) eritilgan. Eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblang.
4. 10% li sulfat kislota eritmasi molyalligini hisoblang.
5. Zichligi  $1,825 \text{ g/ml}$  bo'lgan 91 % li sulfat kislota eritmasini molyalligini hisoblang.
6. Zichligi  $0,9204 \text{ g/ml}$  bo'lgan 47 % etil spirtining molyaligini hisoblang.
7. 50 g suvda 20 g glyukoza eritildi. Eritmaning molyal konsentratsiyasini toping.
8. 1000 g suvda 245,7 KCl tuzi eritilganda, zichligi  $1,13 \text{ g/ml}$  eritma hosil bo'lgan eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblang.

9. 1000 g suvda 577 g bo'lgan sulifat kislota eritilganda zichligi 1,335 g/ml hosil bo'lgan eritmaning molyalligini hisoblang.

**Eritmaning o'zgarmas xajmidagi konsentratsiyasi molyar konsentratsiya, normal konsentratsiya va titr bilan ifodalanadi**

**Molyar konsentratsiya** - 1 l eritmada erigan moddaning miqdori g/mol bilan ifodalanishiga molyar konsentratsiya deb ataladi va M harfi bilan belgilanadi.

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000 \quad (4)$$

Bunda  $C_m$  - molyar konsentratsiya;

$m$  - erigan moddaning grammlarda ifodalangan massasi;

$M$  - erigan moddaning molekulyar massasi;

$V$  - eritmaning (ml da) ifodalangan hajmi.

Masalan, 1 l eritmada 1 mol modda erigan bo'lsa, 1 molyar (1M), 2 mol modda erigan bo'lsa 2 molyar (2M) eritma deyiladi va hokazo.

**Normal konsentratsiya** - 1 l eritmada erigan moddaning miqdori g- ekvivalentlar soni bilan ifodalanishiga normal konsentratsiya deyiladi va H belgilanadi. Normal konsentratsiya quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$C_{\text{нормал}} = \frac{m}{\mathfrak{E} \cdot V} \cdot 1000 \quad (5)$$

Bunda  $C_{\text{нормал}}$  - normal konsentratsiya;

$m$  - erigan moddaning grammlar ifodalangan massasi;

$\mathfrak{E}$  - erigan moddaning g-ekvivalenti;

$V$  - eritmaning (ml da) ifodalangan hajmi.

Masalan, 1 l eritmada 1g/ekvivalent modda erigan bo'lsa, 1 normal (1n) eritma, 0,1 g/ekvivalent modda erigan bo'lsa, detsinormal (0,1n) eritma deyiladi.

**Titr** - 1 ml eritma tarkibidagi erigan moddaning miqdori grammlarda ifodalangan miqdoriga eritmaning titri deb ataladi. Eritmaning titri T harfi bilan belgilanadi va quyidagi formula asosida topiladi:

$$T = \frac{n \cdot \mathfrak{E}}{1000} \text{ g/ml} \quad (6)$$

Bunda  $T$  - titr;

$n$  - eritmaning normalligi;

$\mathfrak{E}$  - erigan moddaning g/ekvivalenti.

Biror moddaning titrlangan eritmasidan foydalanib, ikkinchi eritmani titrini aniqlash mumkin.

Titrlashda normal eritmalaridan foydalanish kerak. Chunki, normalligi bir xil bo'lgan eritmalar teng hajmlarda reaksiyaga kirishadi. Normalgi har shil bo'lgan eritmalar o'zaro normalliklariga teskari proportsional hajmlarda reaksiyaga kirishadi.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1} \text{ ёки } V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2 \quad (7)$$

bunda  $V_1$  - birinchi eritmaning hajmi;



$N_1$  - shu eritmaning normalligi;

$V_2$  - ikkinchi eritmaning hajmi;

$N_2$  - uning normalligi.

1-misol. 24 g o'yuvchi natriy suvda eritilib 400 ml eritma tayyorlandi. Eritmaning molyar kontsentratsiyasini hisoblang.

Echish: Formula (4) da foydalanamiz:

$$C_M = \frac{24 \cdot 1000}{40 \cdot 400} = 1,5 \text{ M}$$

2-misol. 200 ml 0,1 M eritma tayyorlash uchun necha gramm o'yuvchi kaliy kerakligini hisoblab toping.

Echish: KOH ning g/moli 56 g 0,1 moli 56,0,1g 5,6 g keladi. Demak 1 l 0,1 M eritmada 5,6 g KOH bo'ladi. 200 ml eritmada esa, 5,6,0,2 q1,12 g bo'ladi.

3-misol. 500 ml 0,2 M eritma tayyorlash uchun zichligi 1,84 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan 96 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak. Bunday eritma qanday tayyorlanadi?

a) formula (4) dan:

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,2 \cdot 98 \cdot 500}{1000} = 9,8 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

b) formula (3) ga asosan:

$$C_{\%} = \frac{100 \cdot m}{d \cdot V};$$

Bundan:

$$V = \frac{100 \cdot m}{d \cdot C_{\%}} = \frac{100 \cdot 9,8}{1,84 \cdot 96} = 5,55 \text{ ml.}$$

4-misol. 4 l 0,2 n eritma tayyorlash uchun soda kristallgidratidan  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  necha gramm olish kerak?

Echish: Formula (5) dan foydalanamiz:

$$C_n = \frac{m}{\mathfrak{Z} \cdot V} \cdot 1000;$$

Bundan:

$$m = \frac{C_n \cdot \mathfrak{Z} \cdot V}{1000} = \frac{0,2 \cdot 143 \cdot 4000}{1000} = 144,4 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}.$$

5-misol. Nitrat kislota 0,2 n eritmasining titrini hisoblab toping.

Echish: Formula (6) ga asoslanib yechamiz:

$$T_{0,2\text{HNO}_3} = \frac{0,2 \cdot 63}{1000} = 0,0126 \text{ g/ml}$$

bunda: 63 nitrat kislota 0,2 n eritmasining g/ekvivalenti.

6-misol. Ishqorning 40 ml eritmasini neytrallash uchun sulfat kislota 0,5n eritmasidan 24 ml ketadi. Ishqor eritmasining normalligini hisoblab toping.

Echish: Formula (7) ga asoslanib yechamiz:

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

Bundan:

$$V_{\text{нужно}} = \frac{N_2 \cdot V_2}{N_1} = \frac{0,5 \cdot 24}{40} = 0,3 \text{ n}$$

### *Mustaqil yechish uchun masalalar*

1. 26,25 g osh tuzi suvda eritilib, 300 ml eritma tayyorlandi. Eritmaning molyar konsentratsiyasini toping.
2. 500 ml 0,2 M eritma tayyorlash uchun necha gramm  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  olish kerak?
3. 500 ml 0,2 M eritma tayyorlash uchun zichligi 1,19 g/ml ga teng bo'lgan 37% li xlorid kislota eritmasidan qancha olish kerak?
4. 6 l 0,3 n eritma tayyorlash uchun necha gramm  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  olish kerak? Bu eritma qanday tayyorlanadi?
5. 250 ml 0,1n eritma tayyorlash uchun zichligi 1,307 g/ml bo'lgan 40%li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak?
6.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ning 0,3 n eritmasida titrini hisoblang.
7. O'yuvchi kaliy eritmasining titri 0,112 g/ml. SHu eritmaning normalligini hisoblang.
8. 200 ml 0,1 n eritma tayyorlash uchun zichligi 1,775 g/ml bo'lgan sulfat kislota eritmasidan qancha hajm olish kerak?
9. O'yuvchi natriyning 2n eritmasi bor. Undan foydalanib 1l 0,1 n eritmani tayyorlash uchun shu eritmadan qancha olish kerak.
10. 20 ml xlorid kislota eritmasini neytrallash uchun, o'yuvchi natriyning 15ml 0,5 n eritmasi sarf bo'ladi. Kislota eritmasini normalligini hisoblang.

### **Konsentrlangan eritmalaridan suyultirilgan eritmalar tayyorlashga doir masalalar**

1-misol. Zichligi 1,065 g/ml bo'lgan o'yuvchi kaliyning 8% li 5 l eritmasini tayyorlash uchun, zichligi 1,411 g/ml bo'lgan 40% li eritmasidan qancha olish kerak.

Echish: Teng miqdorda erigan modda eritmalarining massasi bilan ularning foiz konsentratsiyalari o'zaro teskari proportsional bo'ladi:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{C_2}{C_1} \quad \text{yoki} \quad P = d \cdot V \quad \text{bo'lgani uchun:}$$

$$\frac{d_1 \cdot V_1}{d_2 \cdot V_2} = \frac{C_2}{C_1} \quad (8)$$

Masalaning shartiga ko'ra  $V_1$  q 5l;  $d_1$  q 1,065 g/ml;  $C_1$  q 8%,  $C_2$  q 40%,  $d_2$  q 1,411 g/ml  $V_2$  ni topish kerak. Formula (8) dan foydalanamiz:

$$V_2 = \frac{1,065 \cdot 5000 \cdot 8}{1,411 \cdot 40} = 754,8 \text{ ml}$$

2-misol. 500 ml 2 n eritma tayyorlash uchun zichligi 1,72 g/ml bo'lgan 80 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak?

Echish: (1) va (5) formulalarga asoslanamiz:

$$a) C_n = \frac{m}{\vartheta \cdot V} \cdot 1000; \text{ bundan: } m = \frac{C_n \cdot \vartheta \cdot V}{1000} = \frac{2 \cdot 49 \cdot 500}{1000} = 49 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

$$b) C_{\%} = \frac{m}{d \cdot V} \cdot 100; \text{ bundan } V = \frac{100 \cdot m}{C_{\%} \cdot d} = \frac{49 \cdot 100}{8 \cdot 1,7} = 35,6 \text{ ml}$$

*Mustaqil yechish uchun masalalar*

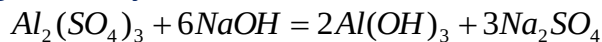
1. Zichligi 1,307 g/ml 40 % li sulfat kislota eritmasidan 20 % li zichligi 1,114 g/ml eritma tayyorlash uchun qancha suv qo'shish kerak?
2. 75 % li va 32 % li tuz eritmalaridan 40 % li eritma tayyorlash uchun, ulardan qanday massaviy nisbatlarda aralashtirish kerak?
3. 25 % li mis (II) sulfat eritmasidan va suvdan foydalanib 15% li eritma tayyorlash uchun qancha eritmaga qancha suv qo'shish kerak?
4. 35 kg 25 % li eritmada 32 % li eritma tayyorlash uchun unga 70 % li eritmada qancha qo'shish kerak?
5. 5 litr 0,4 n eritma tayyorlash uchun 0,6 n va 0,2 n eritmalaridan qanchadan olib aralashtirish kerak?
6. Zichligi 1,23 g/ml bo'lgan o'yuvchi kaliy eritmasidan zichligi 1,30 g/ml bo'lgan eritma tayyorlash uchun zichligi 1,61 g/ml bo'lgan ishqor eritmasi bilan qanday nisbatda aralashtirish kerak?
7. Zichligi 1,64 g/ml bo'lgan sulfat kislota eritmasidan zichligi 1,2 g/ml bo'lgan eritma tayyorlash uchun kislota va suvdan qanday xajmiy nisbatlarda aralashtirish kerak?
8. 5 % li eritma tayyorlash uchun 10 t 23 % li eritmaga qancha suv qo'shish kerak?
9. 500 kg 30 % li eritmaga 600 kg 5% li eritma aralashtirildi. Hosil bo'lgan eritmani foiz konsentratsiyasi nechaga teng?
10. 50 g 16 % li sulfat kislota eritmasiga 98 % li sulfat kislota qo'shib 34 % li eritma hosil qilish kerak. Buning uchun 98 % li kislota eritmasidan qancha qo'shish kerak?
11. 750 kg 60 % li eritma tayyorlash uchun 35 % va 75 % li eritmalaridan qanchadan olish kerak?
12. Laboratoriyada 30 kg 50 % li, 45 kg 40 % li va 150 kg 15 % li ishqor eritmaları aralashtirildi. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini aniqlang?

## AMALIY MASHG'ULOT №6

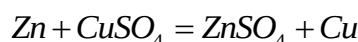
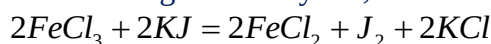
### OKSIDLANISH - QAYTARILISH REAKTSIYALARI

Atom tuzilishi nuqtai nazaridan kimyoviy reaksiyalarni ikki turga bo'lish mumkin:

1. Reaksiya natijasida elektronlar bir atomdan (iondan) boshqasiga o'tmaganligi yoki elektron juftlar siljimaganligi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishidan boradigan reaksiyalar, masalan:



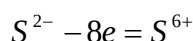
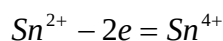
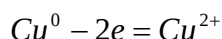
2. Reaksiya jarayonida elektronlar bir atomdan (iondan) boshqasiga o'tishi yoki elektron juftlarining siljishi natijasida reaksiyaga kirishuvchi moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar, masalan:



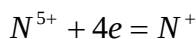
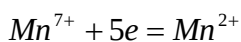
Bu tur reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi. Bu reaksiyalarda temirning oksidlanish darajasi +3 dan +2 ga, misniki +2 dan nolgacha kamayadi, yodniki -1 dan nolgacha, ruxniki esa nol dan +2 ga qadar ortadi.

Elementlarning oksidlanish sonining ortishiga oksidlanish, kamayishiga esa qaytarilish deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish protsesslari amalda elektron tenglamalar bilan ifodalanadi.

Oksidlanish jarayoni:



Qaytarilish jarayoni:



O'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega bo'lgan elementlarning yuqori oksidlanish darajasida elektron qabul qilib, faqat oksidlovchi, eng kichik oksidlanish darajasida elektron chiqarib faqat qaytaruvchi, oraliq oksidlanish darajasida esa ham elektron chiqarib, ham elektron qabul qilib oksidlovchi hamda qaytaruvchi bo'ladi.

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzish

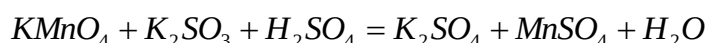
**Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda asosan ikkita usul bor:**

**1. Elektron balans usuli;**

**2. Ion elektronli usuli.**

Elektron balans usuli. Bu usul bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tegishli koefitsientlarini topib tenglashtirishda «oksidlovchi biriktirib oladigan elektronlar soni, qaytaruvchi beradigan elektronlar soniga teng bo'lishi kerak» degan qoidaga amal qilish kerak.

1-misol. Quydagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini elektron balans usulida tenglashtiring va koefitsientlar tanlang:

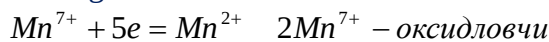


Echish:

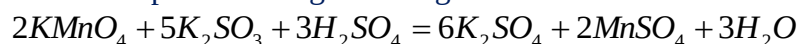
1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning formulalarini reaksiya tenglama sining chap tomoniga, hosil bo'ladigan moddalarning formulalarini esa reaksiya tenglamasining o'ng tomoniga yoziladi, reaksiyadan keyin oksidlanish darajasi o'zgargan elementlarning oksidlanish darajasi aniqlanadi hamda ular har qaysi element belgisi ustiga yoziladi, masalan:



2. Oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlab, yuqoridagi qoidaga asosan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining elektronlar balans tenglamasi tuziladi:



3. Elektronlar balans tenglamasida topilgan eng kichik ko'paytuvchi sonlar (2 va 5) oksidlovchi va qaytaruvchi moddalar molekulasida oldiga quyiladigan koeffitsientlar bo'ladi. So'ngra koeffitsientlarga qarab reaksiyada ishtirok etuvchi boshqa moddalar formulalari oldiga qo'yilishi kerak bo'lgan koeffitsientlar topiladi va tenglama tenglashtiriladi:



4. Tenglamaning ikki tomonidagi har bir element atomlarining sonini sanab chiqish orqali tenglamaning to'g'ri ekanligini tekshirib ko'riladi.

1-hol. Reaksiyada ishtirok etayotgan turli moddalar tarkibidagi bir xil elementning atomlari yoki ionlari elektronlar yo'qotishi va biriktirib olishi mumkin. Masalan:



Bu reaksiyada  $Cl^{+5}$  ion 5 ta elektron biriktirib,  $Cl^{1-}$  ion esa 1 ta elektron yo'qotib, ikkala elektron ham elektroneytral atomga aylanadi.

Reaksiyaning elektron balans tenglamasi:



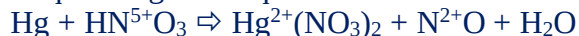
Tegishli koeffitsientlar qo'yilgandan keyin reaksiyaning quyidagi ko'rinishda yoziladi.



2-hol. Ba'zan kislota reaksiyaga kirishganda u ham oksidlanish hamda tuz hosil qilish uchun sarf bo'ladi Masalan:



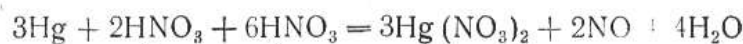
Bu reaksiyada  $HNO_3$  ning bir qismi  $Hg^0$  hosil qilish uchun sarf bo'ladi.



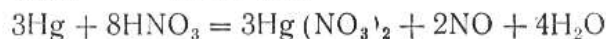
Bu reaksiyada  $HNO_3$  bir qismi  $Hg^0$  ni oksidlash uchun, qolgan qismi  $Hg(NO_3)_2$  hosil qilish uchun sarf bo'ladi. Bu reaksiyani elektronlar balans tenglamasi:



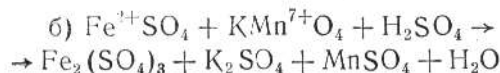
Demak, 3 gramm atom  $Hg^0$  ni oksidlashda 2 mol  $HNO_3$  sarf bo'ladi. Bundan tashqari 3 mol  $Hg(NO_3)_2$  hosil qilish uchun yana 6 mol  $HNO_3$  sarflanadi. SHunga asosan reaksiyaning to'liq tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



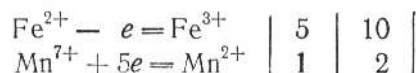
Оксидлаш учун      Туз ҳосил қилиш учун



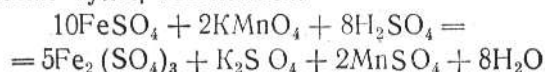
3-hol. Reaksiyaning elektron-balans tenglamasida topilgan koeffitsientlarini bir necha marta qisqartirish yoki ko'paytirish lozim bo'ladi, masalan:



Bunda  $\text{FeSO}_4$  ning oksidlanishidan hosil bo'lgan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tarkibida bitta emas, ikkita temir atomi bo'lganligi, ya'ni juft son bo'lishi uchun, topilgan koeffitsientlar (5 va 1) ni ikkiga ko'paytirib yozish kerak:



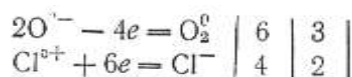
Reaksiyaning to'liq tenglamasi:



4-hol. Ba'zan oksidlovchi va qaytaruvchi vazifasini bajaradigan atomlar yoki ionlar bir moddaning tarkibida bo'ladi, masalan:



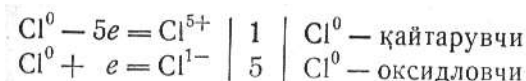
Bu reaksiyada Bertole tuzi molekulasida tarkibidagi  $\text{O}^{2-}$  ioni qaytaruvchi  $\text{Cl}^{5+}$  ion oksidlovchi bo'ladi.



Reaksiyaning to'liq tenglamasi:  $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$



Bu reaksiyada  $\text{Cl}_2$  molekulasida tarkibidagi xlor atomlaridan biri oksidlovchi, ikkinchisi qaytaruvchi bo'ladi.



Reaksiyaning to'liq tenglamasi:

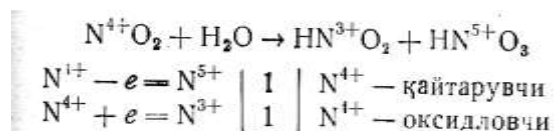


Bunday turdagi reaksiyalarni o'z-o'zini oksidlash va o'z-o'zini qaytarish reaksiyalari yoki ichki molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

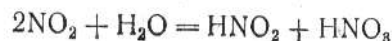
5-hol. Ba'zan oksidlovchi yoki qaytaruvchi vazifasini bir modda tarkibidagi barobar oksidlanish darajasiga ega bo'lgan element atomi yoki ioni bajaradi. Bu turdagi reaksiyalarni disproportsiyanlash reaksiyalari deyiladi.

Bunday reaksiyalarda olingan dastlabki modda tarkibidagi elementga nisbatan oksidlanish darajasi katta va kichik bo'lgan 2 ta yangi modda hosil bo'ladi. Masalan:

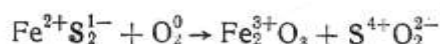




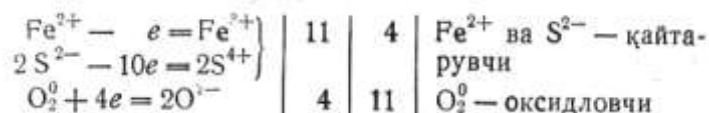
Disproportsiylanish reaksiyalarining elektron balans tenglamasidagi topilgan koeffitsientlar avvalo reaksiya tenglamasining o'ng tomonidagi moddalar formulasining oldiga qo'yiladi. Reaksiyaning to'liq tenglamasi quyidagicha yoziladi.



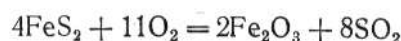
6-hol. Qaytaruvchi tarkibidagi musbat va manfiy zaryadli 2 ta ion bir vaqtda oksidlanishi mumkin. Bu holda reaksiyalarnig elektronlar balans tenglamasini tuzishda oksidlangan 2 ta ionning bergan elektron sonini qo'shib jamlash kerak, masalan:



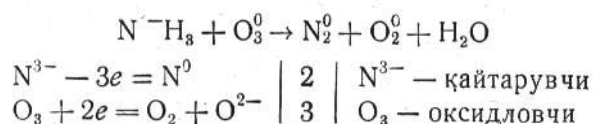
Bu reaksiyada  $\text{FeS}_2$  qaytaruvchi uning molekulasida tarkibidagi  $\text{Fe}^{2+}$  ionini bitta elektron yo'qotib  $\text{Fe}^{3+}$  ionigacha, ikkita  $\text{S}^{2-}$  ioni esa 10 ta elektron yo'qotib  $\text{S}^{4+}$  ionigacha oksidlanadi.  $\text{O}_2$  oksidlovchi, u 4 ta elektron qabul qilib,  $2\text{O}^{2-}$  gacha qaytariladi. SHunga asosan reaksiyaning elektron balans tenglamasi:



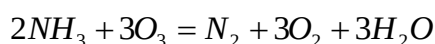
SHunday usul bilan topilgan koeffitsientlarni reaksiya tenglamasiga qo'yamiz.



7-hol. Reaksiyada ozon  $\text{O}_3$  molekulasida ishtirok etsa, reaksiyaning elektron balans tenglamasini tuzishda  $\text{O}_3$  tenglamasidan  $\text{O}_2$  tenglamasini va  $\text{O}_2^-$  ioni hosil bo'lishini nazarda tutish kerak, masalan,

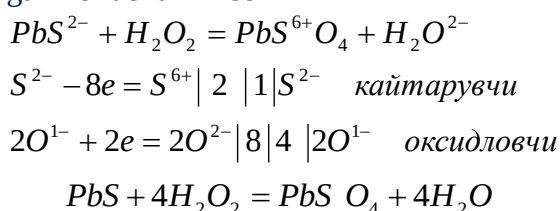


Reaksiyaning to'liq tenglamasi

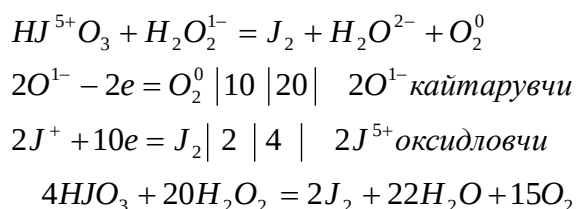


8-hol. Vodorod peroksidda kislorodning oksidlanish soni -1 ga teng. U faqat kuchli oksidlovchilarga ta'sir etganda qaytaruvchi, boshqa hollarda oksidlovchi bo'ladi. SHuning uchun vodorod peroksid ishtirok etgan reaksiyalarning elektron balans tenglamasini tuzishda ayni reaksiyada vodorod peroksidning oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekanini aniqlash kerak.

a)  $\text{H}_2\text{O}_2$  oksidlovchi bo'lgan hol uchun misol



b)  $\text{H}_2\text{O}_2$  qaytaruvchi bo'lgan hol uchun misol



**Ion-elektron usuli.** Bu usul bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda quyidagilarga amal qilish kerak bo'ladi.

1. reaksiyaning molekulyar tenglamasi tuziladi;
2. reaksiyaning ionli tenglamasi tuziladi;
3. ion elektronli tenglamalari yoziladi;
4. oksidlovchi va qaytaruvchi, shuningdek, qaytarilgan va oksidlangan mahsulotlar uchun koeffitsientlar topiladi;
5. topilgan koeffitsientlar reaksiyaning ionli tenglamasiga qo'yilib tenglama tenglashtiriladi;
6. reaksiyaning molekulyar tenglamasi tuziladi.

1-misol. Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha boradi:



Ionli ko'rinishda:



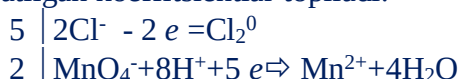
Bu reaksiyada  $Cl^-$  ionlari qaytaruvchi,  $2Cl^- - 2e = Cl_2$ ,  $MnO_4^-$  - ionlari oksidlovchi.  $MnO_4^-$  ning  $Mn^{2+}$  gacha qaytarilish protsessini ifodalovchi tenglama tuzishda,  $MnO_4^-$  tarkibiga kirgan kislorodning vodorod ionlari bilan suv molekularini hosil qilishini nazarda tutib, bu esa tenglamaning chap tomonida teng miqdorda vodorod ionlari bo'lishini talab qiladi:



Bu sxemaning chap tomonidagi musbat zaryadlar soni o'ng tomonidagiga nisbatan beshta ortiq bo'lgani uchun chap tomonga 5 elektron kiritish kerak. Shundan keyin qaytarilish protsessi quyidagi ko'rinishga keladi:



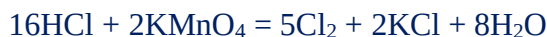
elektron balans usulida ko'rsatilgan koeffitsientlar topiladi:



Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining tenglamalarini qo'shib tegishli koeffitsientlarga ko'paytirib, quyidagi tenglamani hosil qilamiz:



Molekulyar tenglamasi:



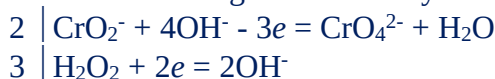
2-misol. Natriy xromitning ishqoriy muhitda vodorod peroksid bilan oksidlanishi quyidagi sxema bo'yicha boradi:



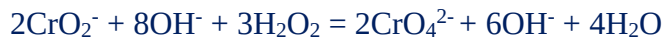
Reaksiyaning ionli tenglamasi:



Bunda  $CrO_2^-$  - qaytaruvchi,  $H_2O_2$  esa oksidlovchidir. Vodorod peroksid ishqoriy muhitda qaytarilib,  $OH^-$  ionlariga aylanadi. Endi ion-elektronli tenglamalardan foydalanib koeffitsientni topamiz:



Har ikki tenglamani topilgan koeffitsientlarga ko'paytirib qo'shamiz va elektronlarni qisqartirib yuboramiz.



O'ng va chap tomondagi  $\text{OH}^-$  ionlarni qisqartirib ionli tenglamani hosil qilamiz:

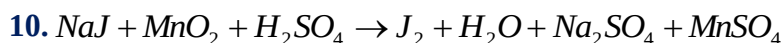
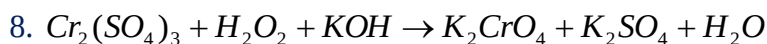
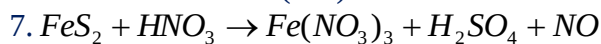
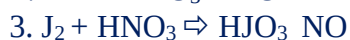


Molekulyar tenglamasi:



### *Mustaqil yechish uchun masalalar*

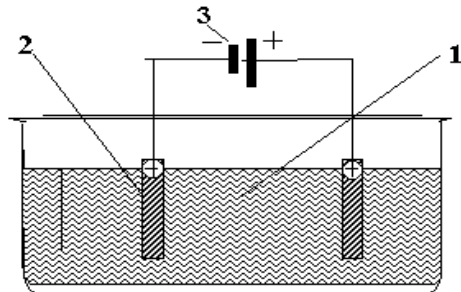
Quyidagi sxemalar bilan boradigan reaksiyalarning to'liq tenglamalarini tuzing hamda oksidlovchi va qaytaruvchilarni ko'rsating.



## AMALIY MASHG'ULOT №7

### GALVANIK ELEMENTLARNI HOSIL QILISH. EYUK NI ANIQLASH. ERITMA VA SUYUQLANMALARNING ELEKTROLIZI VA FARADEY QONUNLARIGA OID MASALALAR YECHISH.

Elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'zgarmas elektr toki o'tkazilganda elektrodlarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari *elektroliz* deb ataladi. Elektroliz jarayoni maxsus qurilmalar - elektrolizerlar yoki elektrolitik vannalarda olib boriladi.



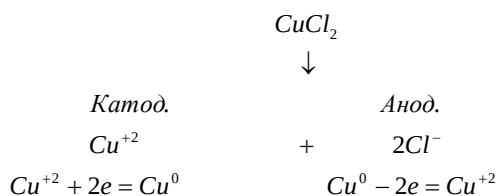
Elektrolizyor sxemasi. 1-anod; 2-katod; 3-uzgarmas tok manbai

Anodda sodir bo'ladigan jarayonlar elektrolitga ham, anod yasalgan moddaga ham bog'liq. Anodlar ikki xil bo'ladi:

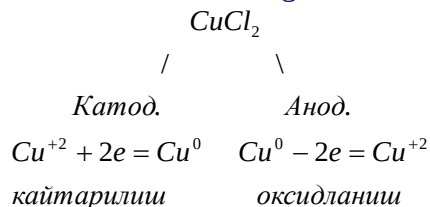
1. Eruvchan anod.
2. Erimaydigan anod.

Eruvchan anod elektrodidan foydalanib toza metallar olinadi. Bunday elektroliz jarayoni tozalanayotgan metall tuzining eritmasida olib borilishi kerak. Sanoatda tuzlarning eritmalarini elektroliz kilib mis, rux, kadmiy, nikel, kobalt, marganets va boshqa metallar olinadi. Bu metod yordamida bir metall boshqa metall bilan qoplanadi. Bu metod galvanostegiya deyiladi.

Eruvchan anodlar elektroliz jarayonida eritmaga ionlar holda o'tadigan elektrodlardir. Masalan:  $\text{CuCl}_2$  orqali o'zgarmas tok o'tkazilib, anod sifatida mis plastinkasi olinsa, katodda mis ionlari qaytariladi, anodda esa mis oksidlanadi. Chunki, mis ionlariga nisbatan mis atomlari elektronni osonroq beradi. Shuning uchun eritmada mis ionlari konsentratsiyasi o'zgarmaydi.

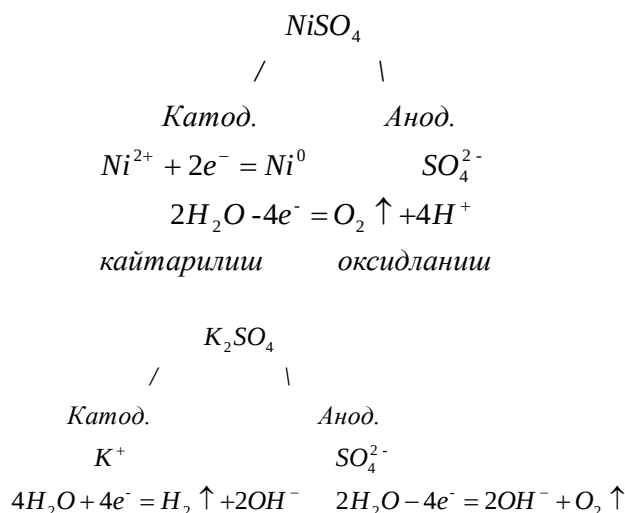


Erimaydigan anodlar tariqasida inert ko'mir(S) va passiv metallar (Au, Pt)ni olish mumkin. Bunday elektrodlar bilan elektroliz qilinganda anodda oksidlanish jarayoni elektrod hisobiga emas, balki, erimaydigan anionlar yoki suv molekullari hisobiga sodir bo'ladi. Masalan:



Anodda elektrolit anionlaridan faqat kislorodsiz kislota qoldiqlari: xlor, brom, yod, fluor, oltingugurt va hokazolar zaryadsizlanadi.

Elektroliz jarayonida anodda oksidlanishi mumkin bo'lgan ionlar kislorodli kislota qoldiqlari ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) va  $\text{N}_2\text{O}$  molekullaridir. Bu ionlardan kislorodli kislota qoldiqlari anodda zaryadsizlanmaydi, balki, ularning o'rniga suv molekullari oksidlanadi. Kislorodsiz kislota ionlari oson oksidlanib erkin holda ajralib chiqadi. Masalan:



Natijada, katod atrofida KON va anod atrofida H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to'planadi.

**Elektroliz qonunlari.** Elektroliz hodisasining miqdoriy tomonini XIX asrning 30- yillarida M. Faradey o'rgangan edi. U o'z tajribalari asosida elektroliz qonunlarini yaratdi.

- I. Elektrolizda ajralib chiqadigan moddaning og'irlik miqdori eritmadan o'tgan elektr miqdoriga proporsional bo'lib, boshqa hech qanday faktorlarga mutlaqo bog'liq emas.
- II. Teng miqdordagi elektr, har xil kimyoviy birikmalardan, elektroliz vaqtida ekvivalent miqdordagi moddalarni ajratib chiqaradi.

Masalan: bir xil miqdordagi elektr toki HCl, AgNO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub>, SnCl<sub>4</sub> eritmasi orqali o'tkazilganda katodda ekvivalent miqdordagi H<sub>2</sub>, Ag, Cu, Fe, Sn ajralib chiqadi.

Elektroliz vaqtida bir gramm-ekvivalent modda ajratib olish uchun elektrodlardan 96500 kulon elektr toki o'tishi kerak.

Umumiy formulasi quyidagicha:

$$m = \frac{p \cdot Q}{F} \quad \text{Бундан} \quad Q = I \cdot t, \quad F = 96500$$

Kuchi 1 A bo'lgan tok sekunda 1 Kl. elektr o'tishiga muvofiq kelsa,

$$m = \frac{\mathfrak{E} \cdot I \cdot t}{96500}$$

1-misol. CuSO<sub>4</sub> eritmasidan 40 minut davomida 1,65 a kuchga ega bo'lgan tok o'tkazilsa, katodda necha gramm mis ajralib chiqadi?

Echish: Faradey qonuniga ko'ra, vaqt sekunda berilgani uchun formuladan foydalanamiz. Misning g-ekv\*31,77, i \*1,65, vaqt 40\*60\*2400 sekund. Formulaga tegishli qiymatlarni quyib, ajralib chiqqan mis miqdorini topamiz:

$$m = \frac{31,77 \cdot 1,65 \cdot 2400}{96500} = 1,3 \text{ g}$$

2-misol. Katodda 4,74 g mis ajratib olish uchun 1 soat davomida CuSO<sub>4</sub> eritmasidan kuchi necha amperga teng bo'lgan tok o'tkazish kerak?

Echish:  $m = \frac{\mathfrak{E} i t}{26,8}$  bundan  $i = \frac{m \cdot 26,8}{\mathfrak{E} \cdot t}$  keltirilgan formulaga tegishli qiymatlari:

$m = 4,74$ ;  $\mathfrak{E} = 31,77$ ;  $t = 1$  soatni quyib tok kuchini topamiz:

$$i = \frac{4,74 \cdot 26,8}{31,77 \cdot 1} = 4,0 \text{ a}$$

3-misol.  $\text{NaCl}$  eritmasidan tok o'tkazilganda anodda normal sharoitda o'lchangan 11,2 l kislorod ajralgan bo'lsa, katodda necha gramm ishqor hosil bo'ladi?

Echish: 1g/ekv kislorodning normal sharoitdagi hajmi 5,6l  $\frac{11,2}{5,6} = 2 \text{ z / экв}$  kislorod ajralganligi uchun katodda ham 2 g/ekv  $\text{NaOH}$  hosil bo'ladi. 1 g/ekv  $\text{NaOH}$  40 g ga tengligini bilgan holda, hosil bo'lgan ishqorning miqdorini topamiz:  
 $2 \cdot 40 = 80 \text{ g}$

4-misol.  $\text{CuCl}_2$  ning 1 l 0,5 n eritmasidan kuchi 5 a ga teng bo'lgan tok o'tkazilganda  $\text{CuCl}_2$  ni butunlay parchalash uchun qancha vaqt kerak bo'ladi?

Echish:  $m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{26,8}$ , bundan  $t = \frac{26,8 \cdot m}{\mathcal{E} i}$ . Eritmadagi mis ionlarining massasini topamiz. Eritma 0,5 n bo'lganligi uchun 0,5 g/ekv 1 l eritmada  $31,77 \cdot 0,5 = 15,88 \text{ g}$  mis ionlari bo'ladi. Keltirilgan formulaga tegishli qiymatlar:  $m = 15,88$ ;  $\mathcal{E} = 31,77$ ;  $i = 5$  ni qo'yib ketgan vaqtni hisoblaymiz:

$$t = \frac{15,88 \cdot 268}{31,77 \cdot 5} = 260 \text{ s} \approx 4 \text{ soat } 40 \text{ minut}, 48 \text{ sekund}.$$

#### Mustaqil yechish uchun masalalar

- 20 g mis oksidini qaytarish uchun zarur bo'lgan vodorodni qancha suvni elektroliz qilib olish mumkin.
- KCl eritmasi elektroliz qilinganda 112 l vodorod hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ishqorni neytrallash uchun 0,2 n kislota eritmasidan qancha zarur bo'ladi.?
- $\text{AgNO}_3$  eritmasidan 6 a tok 30 min davomida o'tkazilganda qancha kumush ajralib chiqadi?
- $\text{CaCl}_2$  suyuqlanmasidan 10 a tok 1 soat davomida o'tkazilganda qancha  $\text{CaCl}_2$  parchalanadi?
- $\text{PbCl}_2$  eritmasidan kuchi 20 a tok 30 min davomida o'tkazilganda qancha Pb va qancha xlor gazi ajralib chiqadi?
- Katodda 20 g qo'rg'oshin ajratish uchun suyuqlantirilgan  $\text{PbCl}_2$  eritmasidan kuchi 2,5 a bo'lgan tokni qancha vaqt davomida o'tkazish kerak.
- $\text{NaCl}$  eritmasidan tok o'tkazib 20 g  $\text{NaOH}$  olish uchun kuchi 2,5 a bo'lgan tokni qancha vaqt davomida o'tkazish kerak?
- 2,5 a tokni  $\text{SnCl}_2$  eritmasidan 30 min davomida o'tkazilganda 2,77 g qalay ajralgan. +alarning ekvivalentini toping.
- Bir metallning sulfatli tuzi eritmasi elektroliz qilinganda anodda normal sharoitda o'lchangan 176 ml vodorod o'lchangan. SHu vaqt ichida katodda 1 g metall ajralgan. SHu metallning ekvivalentini toping.
- $\text{FeCl}_2$  va  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan 10 min davomida kuchi 3 a ga teng bo'lgan tok o'tkazildi. Eritmaning qaysi biridan ko'proq temir ajraladi?



## LABORATORIYA ISH № 1

### Texnika xavfsizligi qoidalari. Laboratoriyadagi idish va asboblardan tanishish

Kimyo laboratoriyasida tajribalar o'tkazish uchun talabalar quyidagi ehtiyot choralarini ko'rishi kerak:

1. Har qaysi laboratoriya ishi belgilangan joyda bajarilishi shart.
2. Mashg'ulot paytida talaba maxsus kiyim (xalat)siz ishlashi mumkin emas.
3. Mashg'ulot rejasida ko'rsatilmagan ishlarni bajarishi taqiqlanadi.
4. Laboratoriyada ishlaganda ozodalikka, saranjomlikka, tinchlikka va xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilishi lozim. SHoshilish va xavfsizlik qoidalariga rioya qilmaslik tajribada xatolikka yo'l qo'yishga va ko'ngilsiz hodisalarga olib keladi.
5. Tajribani rahbarni ijozati bilan boshlash lozim. Ishni bajarish tartibi laboratoriya daftariga yozilishi va uni rahbar tekshirib ko'rgan bo'lishi lozim.
6. Zaxarli va badbo'y hidli moddalar bilan qilinadigan tajribalarni mo'rili shkafda bajaring.

Agarda reaktivlarni hididan aniqlamoqchi bo'lsangiz, uni og'zidan o'zingizga tomon oxista yelpib xidlang.

7. Kontsentrlangan kislotalarni suyultirishda kislota suvga childiratib quyib, aralashtirib turgan xolda suyultiring. Suvni kislotaga kuyish mumkin emas.
8. Reaktivlarni probirkalarga quyishda ularni gavyangizdan uzoqroqda tuting.
9. qizdirilayotgan reaktiv ustiga engashib qaramang.
10. Probirkaga biror modda solib qizdirayotganingizda uni og'zini o'zingizdan va yoningizdagi sherigingizdan chetga buring.
11. Elektr asboblari bilan ishlashda, uni to'liq izolyatsiyalanganligiga ishonch hosil qilmasdan turib ish boshlamang.
12. Oson o't oluvchi moddalar bilan qilinadigan tajribalarni olovdan uzoqroqda bajaring. Bunday moddalarni qizdirishda suv yoki qum hammomidan foydalaning.
13. Benzin, spirt, efir va shu kabi oson o't oluvchi moddalar o't olib ketsa, qum sepib o'chiring. Suv sepilmaydi, chunki alanga hajmi kengayib ketadi.
14. Kislota ta'sirida kuygan joy avvalo mo'l miqdordagi suv bilan, so'ngra suyultirilgan natriy bikarbonat eritmasi bilan yuviladi.
15. Agar biror yeringiz yong'in yoki issiqlik ta'sirida kuyib qolsa, kuygan joyingizni kaliy permanganatning suyultirilgan eritmasi bilan yuvish yoki steptotsid emulsiyasi surtish lozim.
16. Zaxarli gazlar (xlor, brom, vodorod sulfid, oltingugurt yoki azot oksidlari) bilan zaxarlanib qolgan kishini darhol ochiq havoga olib chiqish va vrachga murojaat qilish lozim.
17. Ishqorlar ta'sirida zararlangan joyni avval qayta-qayta suv bilan, so'ngra esa sirka yoki limon kislotaning suyultirilgan eritmasi (3%) bilan yuvish lozim.
18. Ishqor, kislota va yonuvchan suyuqliklarni rakovinaga to'kish yaramaydi. Bunday keraksiz suyuqliklarni maxsus idishlarga quyish kerak. Rakovinaga qum, qog'oz va shunga o'xshash narsalarni tashlamang.

19. Simob va simobli asboblardan ehtiyot bo'lib ishlang. Simobli asbob (termometr va manometr) sinasa, uni tezda maxsus usul bilan yig'ib oling va suvli stakanga solib, simob to'kilgan joyga oltingugurt kukuni sepib uni o'ldiring.
20. Gazlar bilan ishlashda juda ehtiyot bo'lish kerak, gazlar tozaligini tekshirib va asbob germetikligini aniqlab, so'ngra ish boshlash lozim.
21. Reaktiv olish uchun ishlatiladigan qoshiqcha va menzurka aralashtirilib yubormasligi shart.
22. Mashg'ulot tugagach, ishlatilgan moddalarni o'z joyiga qo'yish, asboblarni va shisha idishlarni tozalab yuvib, laborantga topshirish kerak.
23. Laboratoriyadan ketishdan oldin gaz, vodoprovod jo'mraklarini berkitilganligini, elektr asboblarni o'chirilganligini tekshirib ko'ring.

### **Laboratoriya ishlarini bajarishda ishlatiladigan asbob va uskunalardan tanishish**

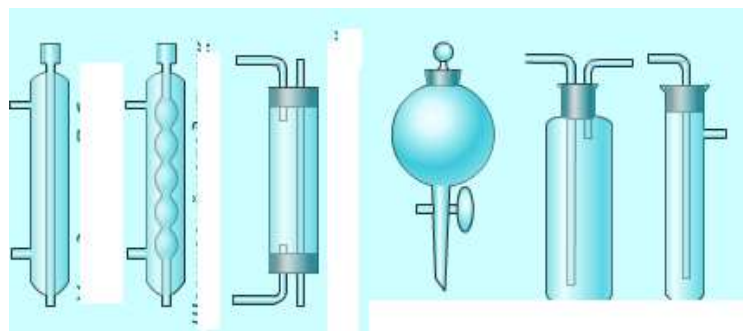
**SHisha idishlar.** Laboratoriyada ishlatiladigan idish va asboblardan, asosan, shishadan ishlangan bo'ladi. SHuning uchun bunday idishlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan shishalar ishqor hamda kislotalar ta'siriga, yuqori temperaturaga va temperaturaning o'zgarib turishiga chidamli bo'lishi kerak. Silikatli va molibdenli shishalar ana shunday shishalar jumlasidandir. Yuqori temperaturaga chidamli shisha "Pireks" tipida bo'ladi. Ayniqsa eng yuqori temperaturaga chidamli bo'lgan shisha kvarts hisoblanadi (1.1-1.4 rasmlar).



1.1- rasmlar



1.2- rasm. Yuvuvchi moslama Oddiy gaz ajratkichlar



1.3- rasm. Sovitgich va varonkalar



1.4- rasm. O'lchov tsilindri va pipettkalari

**Qizdirish asboblari.** Juda ko'p reaksiyalar asosan turli xil temperaturalarda o'tkaziladi. Kerakli temperaturani hosil qilish uchun esa kimyo laboratoriyalarida gaz garelkalari, spirtli lampalar, suv xammomlari, gaz yoki elektr plitkalaridan foydalaniladi (2.5-rasmlar).



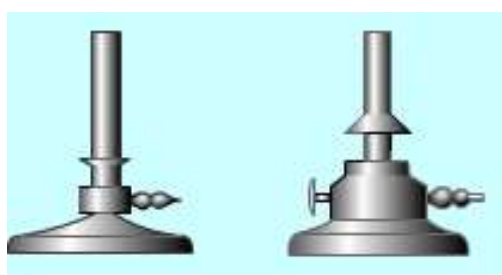
Spirt lampasi



Gaz plitasi



Suv xammomi



Gaz garelkalari

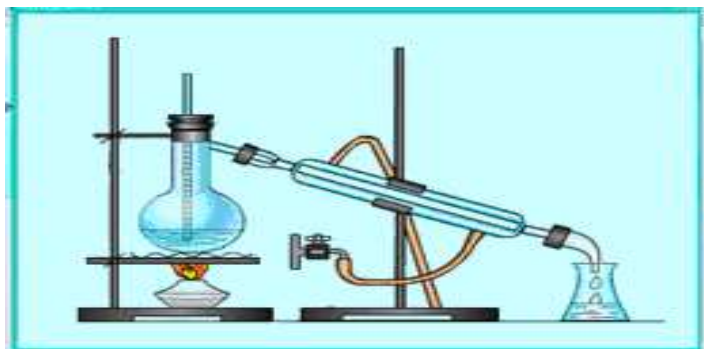


Elektroplitka

1.5- rasm

**Ba'zi bir muhim standart asboblari va ularni yig'ish.** O'tkaziladigan tajribaning oddiy va murakkabligiga, yoki reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning tabiatiga, reaksiya muhitiga qarab asboblari tuziladi. Masalan, moddalarni kayta kristalga tushirishda faqat yumaloq tubli kolba, sovitkich va xlor- kaltsiyl naydan iborat asbob ishlatiladi. Suyukliklarni xaydashda yumaloq tubli kolba, sovitgich, deflegmator

trubasi, termometr, forshtoss va yigʻgich idishlardan iborat asbob ishlatiladi (2.6-rasm).



1.6- rasm. Suyuqliklarni haydash asbobi

## LABORATORIYA ISH № 2

### **Anorganik birikmalarning olinish va xossalari.**

#### **1 - tajriba. Kislotali oksid va kislota hosil qilish**

##### **(Tajriba moʻrili shkaf ostida oʻtkaziladi!)**

Toza stakan olib, unga 15-20 ml distillangan suv solib, ustiga 2-3 tomchi metiloranj eritmasidan soling va eritmaning rangiga eʼtibor bering. Metall qoshiqcha olib, unga gugurt boshidek keladigan oltingugurt kukunidan oling va spirt lampasi alangasida yondiring. Yonib turgan oltingugurtli qoshiqchani suv sathiga tegmaydigan qilib stakanga tushiring va stakan ogʻzini shisha plastinka bilan berkiting. Stakan ichida hosil boʻlgan gazning rangiga eʼtibor bering. Oltingugurt yonib boʻlgach, metall qoshiqchani stakandan oling va darhol stakan ogʻzini yoping. Stakan ichidagi suyuqlikni asta-sekin chayqatib aralashtiring va gazni suyuqlikda erishi natijasida eritmaning rangini oʻzgarishini kuzating. Nima sodir boʻldi? Reaksiya tenglamalari orqali kuzatilgan hodisalarni tushuntiring.

#### **2 - tajriba. Asos va kislota oʻzaro taʼsiri**

Probirkaga 2 ml  $\text{Ca(OH)}_2$  yoki  $\text{Ba(OH)}_2$  ning 10% li eritmasidan oling va uning ustiga sulfat kislota 2n li eritmasidan 2 ml qoʻshing. Nima kuzatiladi? Reaksiya tenglamasini yozing.

#### **3 - tajriba. Tuzlarning olinishi**

Probirkaga 2n li sulfat kislota eritmasidan olib, unga bir boʻlak rux metalidan tashlang. Gaz holidagi vodorodning ajralib chiqishini kuzating. Reaksiya tenglamasini yozing. Gaz ajralib chiqishi sekinlashgach, probirkadagi eritmani chinni kosachaga solib qizdiring. Suv bugʻlanib boʻlgach, kosachada rangsiz kristallar qoldigʻi borligiga ishonch hosil qiling. Kuzatilgan hodisani tushuntiring.

#### **4 - tajriba. Asosli tuzning hosil boʻlishi**

Ikkita probirkaga mis (II)-sulfat eritmasidan 4 ml dan oling. Birinchi probirkaga 4 ml, ikkinchisiga 2 ml ishqor eritmasidan qoʻshing va yaxshilab aralashtiring. Hosil boʻlgan choʻkmalarning rangiga eʼtibor bering. Birinchi probirkada mis (II)-oksid

choʻkmasi, ikkinchi probirkada mis digidrokso sulfat  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$  choʻkmasi hosil boʻlishini nazarda tutib, tegishli reaksiya tenglamalarini yozing va kuzatilgan hodisalarni izohlang.

### LABORATORIYA ISHI № 3

#### Metalning ekvivalent molyar massasini aniqlash

Bu usul yordamida Zn, Cr, Mn, Mg singari aktiv metallarni ekvivalentini topish mumkin.

**1. Kerakli jihozlar:** shtativ, rezina tiqin, probirka, rezina shlang va ikkita byuretk, (Ushbu jihozlar yordamida 3.1-rasmda tasvirlangan shaklda asbob yasaladi) termometr va barometr.

**2. Kerakli reaktivlar:** 10% li HCl eritmasi, ogʻirligi oldindan tortib qoʻyilgan rux Zn metali, filtr qogʻozi, distillangan suv.

Tajriba oʻtkazishdan avval asbobning germetikligini aniqlanadi. Buning uchun A<sub>2</sub> byuretkani 10-15 sm yuqoriga yoki pastga tushiring. Agar 1-2 minut davomida byuretkadagi suv sathi oʻzgarmasa, pribor germetik hisoblanadi. P- probirkaga 4-5 ml. 10% li HCl eritmasidan quyung. Laborantdan ogʻirligi oldindan tortib qoʻyilgan rux Zn -metolini oling va filtr qogʻozga oʻrang. Kogʻozning bir uchini suv bilan hoʻllab, uni probirkani ichki qismiga yopishtiring. Probirkani propka bilan bekiting.

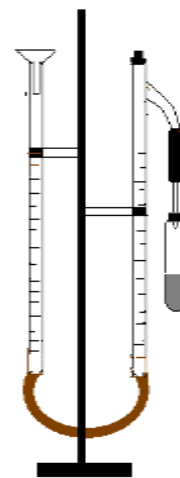
Metalni kislotaga tushishga yoʻl qoʻymang. Soʻng probirkani germetikligini yuqoridagi usul bilan yana bir bor tekshirib qoʻying. Byuretkalarni ulardagi suv satxi bir xil balandlikda boʻladigan qilib oʻrning.

Byuretk A<sub>1</sub> dagi suv satxini (menskning) xolatini belgilab yozib quyung. Bu xolat V<sub>1</sub> boʻladi. Menskning xolatini belgilashda koʻzingiz suv satxi bilan urinma chiziqda boʻlishi kerak. Probirkani kiyalatib metalni kislotaga tushiring. Ajralib chikayotgan vodorod (H<sub>2</sub>) gazi suvni A<sub>1</sub> byuretkadan A<sub>2</sub> byuretkaga siqib chiqaradi. Metallning xammasi erib boʻlgach, probirkani 3-4 minut davomida sovishini kuting. Soʻng byuretkalardagi suv satxini bir xil xolatga keltiring va A<sub>1</sub> byuretdagi suv satxini (menskni) belgilab yozib koʻying. Bu hajm V<sub>2</sub> boʻladi. Satxlar yani V<sub>2</sub>-V<sub>1</sub> orasidagi farq ajralib chiqqan vodorodning hajmidir.

Tajriba oʻtkazilgan sharoitidagi tempratura t ni termometr dan, bosimi R ni esa barometrdan aniqlang. Toʻyingan suv bugʻining ayni temperaturadagi bosimi - hni tablitsadan foydalanib yozib quyung .

#### Natijalarni hisoblash.

1. Ajralib chiqqan vodorodning hajmi:  $V_{\text{H}_2} = V_2 - V_1$
2. Tajriba sharoitidagi atmosfera bosimi: P
3. Vodorodning parsial bosimi:  $P_{\text{H}_2} = P - h$
4. Tajriba sharoitidagi xona harorati: t
5. Metalning ogʻirligi: g
6. Absolyut temperatura:  $T_0 = 273$ ,  $T = 273 + t$
7. Vodorodning normal sharoitdagi bosimi:  $P_0 = 760 \text{ mm.sm.}$



2.1.1-rasm



8. Vodorodning normal sharoitdagi hajmi:  $V_{H_2}^o, V_{H_2}^o = \frac{P_{H_2} \cdot V_{H_2} \cdot T_o}{P_o \cdot T}$

9. Bir gramm-ekivalentli vodorodning normal sharoitdagi hajmi.

$$V_{\text{эке}}^{H_2} = 11200 \text{ мл}$$

Metall ekvalentini quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\mathfrak{E}_{Zn} = \frac{g \cdot V_{\text{ekv}}^{H_2}}{V_{H_2}^o}$$

Tajribada yo‘qo‘yilgan xatoni quyidagi formula bilan hisoblang.

$$X_{\text{amo}} = \frac{\mathfrak{E}_n - \mathfrak{E}_t}{\mathfrak{E}_n} \cdot 100 \%$$

$\mathfrak{E}_t$ -metallning tajribada topilgan ekvivalenti

$\mathfrak{E}_n$ -metallning nazariy ekvivalenti.

## LABORATORIYA ISHI № 4

### Tuzning erish issiqligini aniqlash

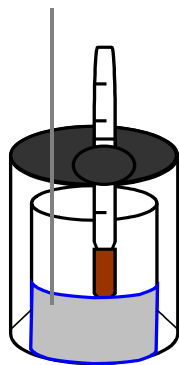
**Ishning maqsadi:** Termokimyó qonunlarini chuqur o‘rganish va tuzlarning erish issiqligini aniqlash yo‘llarini o‘rganish.

#### 3.1-tajriba. Ekzo - va endotermik jarayonlar

Ikkita probirka olib, ularga 4-5 ml dan suv soling va haroratini o‘lchang. So‘ngra termometrni olmagan holda birinchi probirkaga 1-2 gr ammoniy nitrat yoki natriy nitrat, ikkinchi probirkaga 1-2 gr rux sulfat yoki suvsiz natriy karbonat tuzidan soling. Har ikkala probirkada hosil bo‘lgan eritma haroratining o‘zgarishini kuzating. Qaysi probirkada ekzo- va qaysisida endotermik jarayonlar sodir bo‘lganligini ayting.

#### 3.2-tajriba. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash

Tajribani o‘tkazish uchun **kalorimetr** deb ataluvchi asbobdan foydalaniladi. Kalorimetr ichki va tashqi stakandan iborat bo‘lib, tashqi stakan ichki stakandagi haroratning mo‘tadilligini ta‘minlab turadi (1- rasm).



Kalorimetrning ichki stakaniga 50 ml suv soling, uni termometr hamda aralashtirgich o‘rnatilgan qopqoq bilan berkitib, suvning haroratini o‘lchang va uni  $t_1^0$  deb belgilang.

So‘ngra o‘qituvchi tomonidan berilgan tuz namunalaridan texnik kimyoviy tarozida 2-3 gr tortib olib, ularni kukun holigacha maydalang.

Kukun holiga keltirilgan tuzni kalorimetrni ichki stakanidagi suvga soling va aralashtirgich bilan yaxshilab aralashtirib, hosil bo‘lgan eritmaning haroratini o‘lchang.

2.2.1-rasm. Kalorimetr.  
Tuzning erish issiqligini  
aniqlash asbobi

Termometr ko‘rsatkichi o‘zgarmay qolgach, eritmaning haroratini yozing va  $t_2^0$  bilan belgilang. Shu tariqa boshqa tuz namunalarini ham erish issiqliklarini aniqlang.

**Tajriba natijalarini yozish va hisoblashni quyidagi tartibda olib boring:**

Kalorimetrdagi suvning massasi -----m<sub>H<sub>2</sub>O</sub>



Olingan tuzning massasi ----- $m_{\text{tuz}}$   
 Haroratlar farqi----- $\Delta t = t_2^0 - t_1^0$   
 Tuzning nisbiy molekulyar massasi----- $Mr_{(\text{tuz})}$

**Tuzning erish issiqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:**

$$Q_{e.i} = \frac{C(m_{\text{tuz}} + m_{\text{zuv}}) \cdot \Delta t \cdot Mr}{m_{\text{tuz}} \cdot 1000}$$

bu erda  $Q_{e.i}$  - tuzning erish issiqligi;

C - eritmaning solishtirma issiqlik sigʻimi, u 4,18 kJ/g-grad.

Tuzning erish issiqligini nazariy qiymatini 1-jadvaldan olib, tajribada qilingan absolyut  $\Delta Q$  va nisbiy  $\delta_{\Delta}$  xatolarni quyidagi formulalar yordamida hisoblang:

$$\Delta Q = Q_{\text{naz}} - Q_{\text{ma\kern-1mu\text{sh}}} \cdot \delta_{\Delta} = \frac{\Delta Q}{Q_{\text{naz}}} \cdot 100\%$$

**1-jadval**

| <i>Moddalar</i>                                     | <i>Erish issiqligi<br/>kJ/g-grad</i> | <i>Moddalar</i>                                     | <i>Erish issiqligi<br/>kJ/g-grad</i> |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| KN <sub>3</sub>                                     | -35,75                               | ZnSO <sub>4</sub>                                   | +77,59                               |
| NaNO <sub>3</sub>                                   | -21,08                               | ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                | - 17,9                               |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                     | -26,90                               | CuSO <sub>4</sub>                                   | +66,54                               |
| NH <sub>4</sub> Cl                                  | -16,30                               | CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O                | -11,70                               |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                      | -26,88                               | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                     | +2,30                                |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                     | +23,60                               | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O | -78,51                               |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O | -66,58                               | KOH                                                 | +53,18                               |

## LABORATORIYA ISHI № 5

### Kimyoviy kinetika va muvozanat

#### Ishning bajarilishi

**1. Kerakli jihozlar:** probirkalar, 100<sup>0</sup>C gacha aniqlikda haroratni oʻlchovchi termometr, sekundomer yoki soat, elektroplitka.

**2. Kerakli reaktivlar:** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning suyultirilgan (1:200) eritmasi, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ning 0.1 n eritmasi, 10% li HCl eritmasi, vodorod peroksid eritmasi, marganes (IV) oksid, marmar CaCO<sub>3</sub> kukuni va boʻlakchasi. Temir (III) – xlorid FeCl<sub>3</sub>ning 0,02N eritmasi, ammoniy rodanid NH<sub>4</sub>SCN ning 0,02 N eritmasi, FeCl<sub>3</sub> ning toʻyingan eritmasi, NH<sub>4</sub>SCN ning toʻyingan eritmasi, kraxmal, yod, distillangan suv.

**1-tajriba. Reaksiya tezligini reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bogʻliqligi.**

Sulfat kislota  $\text{N}_2\text{SO}_4$  bilan natriy tiosulfat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  o‘zaro reaksiyaga kirishishi natijasida oltingugurt S ajralib chiqib, loyka hosil qiladi va eritmalarni sutsimon rangga kiritadi.



Reaksiya boshlangandan loyka hosil bo‘lguncha o‘tgan vaqt shu reaksiyaning tezligi hisoblanadi.

Uchta probirka oling. Ularning birinchisiga 3 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ning 0.1 n eritmasidan, 6 ml distillangan suv quyning. Ikkinchisiga esa 6 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ning 0.1 n eritmasidan va 3 ml distillangan suv quyning. Uchinchisiga esa 9 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ning 0.1 eritmasidan quyning.

Uchta boshqa probirka olib, sulfat kislota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning suyultirilgan (1:200) eritmasidan 3 ml dan quyning.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmaları uchun aloxida-aloxida o‘lchov silindridan foydalaning. Ularni almashtirib qo‘yish mutlaqo mumkin emas.

Birinchi probirkaga  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasini quyning, chaykating va vaqtning belgilang. Eritmalar aralashtirilgandan to loyqa hosil bo‘lguncha o‘tgan vaqtning sekundomerdan aniqlang. Qolgan probirkalar bilan ham tajribani takrorlang.

Tajribani natijalarini quyidagi jadvalga yozing

| Probirkalarning raqami | Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning hajmi (ml hisobida) |                      |                                  | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning shartli kon-sentratsiyasi | Vaqt t-sekund | Reaksiyaning nisbiy tezligi $V=100/t$ |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
|                        | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi                | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{H}_2\text{SO}_4$ eritmasi |                                                                  |               |                                       |
| 1                      | 3                                                         | 6                    | 3                                |                                                                  |               |                                       |
| 2                      | 6                                                         | 3                    | 3                                |                                                                  |               |                                       |
| 3                      | 9                                                         | 0                    | 3                                |                                                                  |               |                                       |

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  nisbiy konsentratsiyasini absissalar o‘qiga nisbiy tezlikni esa ordinatalar o‘qiga qo‘yib grafik chizing. Reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga qanday bog‘liq ekanligi xaqida xulosa chiqaring.

## 2-Tajriba. Reaksiya tezligi temperaturaga bog‘liqligi.

Bu tajriba uchun ham  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  larning bundan oldingi tajribada kursatilgan konsentratsiyadagi eritmalarini oling.

Uchta probirkaga  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasidan 5 ml dan, boshqa uchta probirkaga  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  eritmasidan 5 ml quyning. Ular xar juftining bittasida  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  va bittasida  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo‘ladigan kilib uch juftga bo‘ling.

Birinchi juft probirkalarni stakandagi sovuk suvga tushiring. Suv temperaturasi termometr yordamida aniqlang va 3-4 minutdan so‘ng probirkalardagi eritmalarni bir-biriga aralashtiring. Necha sekunddan keyin loyka hosil bo‘lishini aniqlang.

Stakandagi suvning temperaturasi issik suv kuyish yuli bilan  $10^\circ\text{C}$  ga kutaring va ikkinchi juft probirkalarni tushiring. 3-4 minutdan so‘ng probirkalardagi eritmalarni bir-biriga quyning va so‘ng loyka hosil bo‘lishini aniqlang.

Uchinch juft probirkalarni temperaturasi  $20^\circ\text{C}$  ko‘tarilgan stakanga tushiring va yuqoridagi tajribani takrorlang. Reaksiya tezligini temperaturaga bog‘liq ekanligi haqida xulosa chiqaring.

### Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yozing

| Probirka<br>nomeri | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ni<br>miqdori ml | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ning<br>miqdori ml | Suvning<br>temperatu-<br>rasi °C | Loyqa hosil<br>bo'lish uchun<br>ketgan vaqt, t | Reaksiyaning<br>nisbiy tezligi.<br>V=100/t |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1                  | 5                                                              | 5                                                 |                                  |                                                |                                            |
| 2                  | 5                                                              | 5                                                 |                                  |                                                |                                            |
| 3                  | 5                                                              | 5                                                 |                                  |                                                |                                            |

Absissalar o'qiga suvning temperaturasini va ordinatalar o'qiga reaksiyaning nisbiy tezligini qo'yib grafik chizing.

### **3-tajriba. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining o'zgarishini kimyoviy muvozanatga ta'siri .**

Temir (III) – xlorid bilan ammoniy radonit orasidagi reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.



Eritmaning qoramtir-qizil rangga kirishi Fe(SCN)<sub>3</sub> hosil bo'lganligidan dalolat beradi. Probirkaga 5-6 ml FeCl<sub>3</sub> ning 0,02 N eritmasidan quying. Ustiga ushancha miqdordan NH<sub>4</sub>SCN ning 0,02 N eritmasidan quying. Hosil bo'lgan eritmani teng miqdorda 4 ta probirkaga bo'ling. Birinchi probirkaga FeCl<sub>3</sub> ning to'yingan eritmasidan, ikkinchisiga NH<sub>4</sub>SCN to'yingan eritmasidan 3-4 tomchi quying.

Uchchala probirkalardagi rang o'zgarishini to'rtinchi probirka rangi bilan taqqoslang. Kimyoviy muvozanatning siljishiga konsentratsiyaning ta'siri to'g'risida hulosalar chiqaring. Sistemaning muvozanat konstantasi tenglamasini yozing. Eritma rangini o'zgarishiga qarab kimyoviy muvozanatning siljishini quyidagi jadvalga yozing.

| Probirkaning<br>nomeri | kushilgan modda     | eritma rangining<br>o'zgarishi | muvozanatning siljishini<br>yunalishi |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1                      | FeCl <sub>3</sub>   |                                |                                       |
| 2'                     | NH <sub>4</sub> SCN |                                |                                       |
| 3                      | NH <sub>4</sub> Cl  |                                |                                       |
| 4                      | —                   |                                |                                       |

## LABORATORIYA ISHI № 6

### Eritmalarni tayyorlash va ularning konsentratsiyasi aniqlash

#### Ishning bajarilishi

**1. Kerakli jihozlar:** Texnik tarozi, o'lchov tsilindiri, o'lchov kolbasi, areometr, stakan, voronka, sklyanka.

**2. Kerakli reaktivlar:** Kristall soda Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10 H<sub>2</sub>O, Xlorid kislota HCl ning kontsentrlangan 37 % li eritmasi, Natriy xlorid NaCl ning 5 % li va 20 % li eritmalari, Bariy xlorid BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O, Kontsentrlangan nitrat HNO<sub>3</sub> kislota, distirlangan suv.

#### 1. Foiz konsentratsiyali eritma tayyorlash

### **A. Qattiq moddani suvda eritib tayyorlash.**

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$  ni suvda eritib natriy karbonatni 5% li eritmasidan 200 g tayyorlang. 200 g 5% li eritma tayyorlash uchun proportsiya yo'li bilan zarur bo'lgan suvsiz  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdorini hisoblab toping.

Hisoblangan miqdordagi  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ni 0,1 g aniqlik bilan texnokimyoviy tarozida tortib oling. Olingan miqdorni eritish uchun qancha suv kerakligini hisoblang. O'lchov silindrida shu hajmdagi suvni o'lchab oling. Maydalangan tuzni ozroq miqdordagi suvda 200 ml o'lchov kolbasiga qo'ying va belgisigacha suv quyning. Tayyorlangan eritmani molyar va normal konsentratsiyasini hisoblang.

### **B. Kontsentrlangan eritmaga suv qo'shib tayyorlash.**

Xlorid kislotaning (HCl) kontsentrlangan 37%li eritmasi dan foydalanib 250 g. 10 % eritma tayyorlash uchun kislotadan qancha og'irlik qism kerakligini hisoblang va topilgan og'irlik birligini hajm birligiga aylantiring. qancha hajm suv kerakligini hisoblang. Hisoblangan hajmdagi kislotani tsilindrda o'lchab olib malum qismigacha suv quyilgan 250 ml o'lchov kolbasiga quyning va belgisigacha suv quyning.

### **C. Har xil konsentratsiyali 2 eritmani aralashtirib tayyorlash.**

Natriy xloridning 5 % li va 20 % li eritmalarini aralashtirib 8 % eritma tayyorlang. Aralashtirish qoidasidan foydalanib boshlang'ich eritmalarining og'irlik qismlarini toping. Bu eritmalarining solishtirma og'irliklarini aniqlab, u orqali ularning hajmini hisoblang. O'lchov tsilindri bilan hisoblangan hajmdagi eritmalarini o'lchab oling va ularni qo'shib, yaxshilab aralashtiring. Areometr yordamida tayyorlangan eritmaning solishtirma og'irligini toping. Tayyorlangan eritmaning molyar va normal konsentratsiyasini hisoblab toping.

## **2. Molyar va normal eritmalarini tayyorlash.**

### **A. Qattiq moddani suvda eritib tayyorlash**

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ni suvda eritib bariy xloridning 0,5 n eritmasidan 250ml tayyorlang. Bariy xloridning 0,5 n eritmasidan 250ml tayyorlash uchun qancha  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  kerakligini hisoblab toping. Og'irligi malum bo'lgan stakanga  $\text{BaCl}_2$  solib texnoximiyaviy tarozida uni hisoblangan miqdorini 0,01 g aniqlik bilan tortib oling. Tortib olingan tuzni ozgina suvda aniqlik bilan tortib oling tortib olingan tuzni ozgina suvda eritib 250 ml li o'lchov kolbasiga voronka yordamida qo'ying. Voronkada qolgan eritmani distillangan suv bilan yaxshilab yuvib tushiring. Kolbani belgisigacha suv qo'ying. Tayyorlangan eritmani solishtirma og'irligini Areometr yordamida aniqlang. Eritmani molyar va protsent konsentratsiyasini hisoblang.

### **V. Kontsentrlangan nitrat kislota $\text{HNO}_3$ dan 250 ml 1M eritma tayyorlang.**

Areometr yordamida  $\text{HNO}_3$  ni solishtirma og'irligini aniqlang. Eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan kislotaning og'irligini hisoblab topib, uni hajmiy miqdoriga aylantiring. 250 ml li o'lchov kolbasining yarmigacha suv quyib ustiga hisoblangan hajmdagi kislotani o'lchov tsilindrida o'lchab voronka yordamida quyning. O'lchov tsilindrida qolgan kislota yuqini distillangan suvda chayib o'lchov kolbasiga

quying va yaxshilab aralashtiring. So‘ng o‘lchov kolbasini belgisigacha distillangan suv quying. Tayyorlangan eritmani solishtirma og‘rligini areometr yordamida aniqlang va tayyorlangan sklyankaga quying. Eritmaning protsent va normal konsentratsiyasini hisoblang.

## **LABORATORIYA ISHI № 7**

### **Elektrolit eritmalar. Tuzlarning gidrolizi**

#### **Ishning bajarilishi**

**1. Kerakli jihozlar:** Probirkalar, universal indikator qog‘ozi. shisha tayoqcha, lakmus qog‘ozi, elektroplitka (gaz garelkasi ham bo‘lishi mumkin).

**2.Kerakli reaktivlar:** Distillangan suv, osh tuzi  $\text{NaCl}$ , rux xlorid  $\text{ZnCl}_2$ , natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , alyuminiy sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , natriy sulfid  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmaları, natriy atsetat  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ning 0,5 n eritmasi, temir (III)- xlorid  $\text{FeCl}_3$  eritmasi, vismut (III)-nitrat  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  eritmasi, alyuminiy sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  eritmasi.

#### **1-tajriba. Elektrolit eritmalarining elektr o‘tkazuvchanligi.**

150-200 ml sigimli stakanga distrlangan suv kuyib, ikkita elektrod tushiring va ularga ketma-ket kilib lampochka ulang. Asbobni elektr manbaiga ulang. Lampochka yonadimi? Asbobni elektr manбайдan uzib, elektrodلarni distrlangan suv bilan yaxshilab yuvib tashlang. Stakanga shakarli eritma kuying va uning elektr utkazuvchanligini tekshiring. SHu tajribalarni navbatma-navbat sulfat kislota, uyuvchi natriy, sirka kislotasi, ammoniy gidrooksidning 0,1n li eritmaları bilan utkazing. Eritmalarning elektr utkazuvchanligi tugrisidagi xulosalarni va dissotsialanish tenglamalarini yozing.

#### **2-Tajriba. Dissotsialanish darajasining elektrolit tabiatiga bog‘liqligi.**

Ikkita probirkaga 2-3ml dan 0,1n xlorid va sirka kislotasi eritmasidan quyib, ikkala probirkaga bir xil miqdorda rux bo‘lakchalarini soling. Xar bir probirkadagi vodorod gazining ajralib chiqish tezligiga e‘tibor bering. Reaksiyalar orasidagi farqni izoxlang. Reaksiya tenglamalarini tuzing.

#### **3-Tajriba. Elektrolit eritmalarida kimyoviy muvozanatning siljishi.**

Ikkita probirkaga 2-3ml dan sirka kislotasining 0,1n eritmasidan quying va ularga indikator qog‘ozi tashlang. Probirkalardan biriga natriy atsetat tuzi kristalidan tashlang va probirkalarni solishtiring. Eritma ranggi o‘zgarishini tushuntiring.

#### **4-tajriba. Tuzlar gidrolizlanishida eritma muhitining o‘zgarishi.**

Oltita probirkaga olib, birinchisiga distillangan suv, ikkinchisiga osh tuzi  $\text{NaCl}$ , uchinchisiga rux xlorid  $\text{ZnCl}_2$ , turtinchisiga- natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , beshinchisiga alyuminiy sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , oltinchisiga natriy sulfid –  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmalarini quying. Har bir probirkaga bir- ikki bo‘lak unversal indikator qog‘ozidan tashlang. Universal indikator qog‘oz rangini o‘zgarishini kuzating.

Universal indikator qog‘ozi



Gidroliz tenglamasini tuzing va o'zgarishni jadvalga to'ldiring.

| Probir-kalar<br>nomeri | eritilgan<br>moddaning<br>formulasi | lakmusning<br>rangi | reaksiya-<br>ning<br>muhati | eritma rN i<br>(7 dan katta yoki<br>kichik) | olingan<br>gidroliz-<br>lanadimi? tuz |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                      | $N_2O$                              |                     |                             |                                             |                                       |
| 2                      | $NaCl$                              |                     |                             |                                             |                                       |
| 3                      | $ZnCl_2$                            |                     |                             |                                             |                                       |
| 4                      | $Na_2CO_3$                          |                     |                             |                                             |                                       |
| 5                      | $Al_2(SO_4)_3$                      |                     |                             |                                             |                                       |
| 6                      | $Na_2S$                             |                     |                             |                                             |                                       |

### 5-tajriba. Gidroliz jarayoniga haroratning ta'siri.

a) Probirkaga natriy atsetat  $CH_3COONa$  ning 0,5 n eritmasidan ozgina quyning va undan shisha tayoqcha yordamida bir tomchi olib lakmusli qog'ozga tekkizdirib ko'ring. Olingan tuzining gidrolizlanish reaksiya tenglamasini yozing. Eritmani qaynaguncha qizdiring. Eritma rangi o'zgarishini kuzatib boring, eritma sovigach eritmaning rangi yo'qolishi sababini tushuntirib bering.

b) Probirkaga temir (III)- xlorid  $FeCl_3$  eritmasidan quyning va uning reaksiya muhitini lakmusli qog'oz bilan sinab ko'ring. Eritmani 2-3 minut davomida qaynating. Nima kuzatiladi va uning sababi nima?  $FeCl_3$  ning asosli tuzlari  $Fe(OH)Cl_2$  yoki  $Fe(OH)_2Cl$  hosil qiladigan gidroliz tenglamasini yozing.

### 6-Tajriba. Eritma suyultirilganda gidroliz jarayonning kuchayishi.

Probirkaga vismut (III)-nitrat  $Bi(NO_3)_3$  eritmasidan 2-3 ml quyning va uni distillangan suv bilan 3-4 barobar suyultiring. Asosli tuz  $Bi(OH)_2NO_3$ , ning cho'kmaga tushishini kuzating. Gidroliz tenglamasini yozing.

### 7-tajriba. To'la gidroliz.

Probirkaga 2-3 ml alyuminiy sulfat  $Al_2(SO_4)_3$  eritmasidan quyning va ustiga shuncha miqdorda soda  $Na_2CO_3$  eritmasidan qo'shing. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan alyuminiy karbonat -  $Al_2(CO_3)_3$  gidrolizlanishi hisobiga uglerod (IV)-oksidi ajralib chiqishini va alyuminiy gidroksid  $Al(OH)_3$  cho'kmasini hosil bo'lishini kuzating.

Olingan tuzlarni birgalikda gidrolizlanishining molekulyar va ionli tenglamalarini yozing.

## LABORATORIYA ISHI №8

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Galvanik elementlar va metallarning korroziyasi.

#### Ishning bajarilishi

**1. Kerakli jihozlar:** Probirkalar, elektroplitka (gaz garelkasi ham bo'lishi mumkin), azbestlangan to'r.



**2. Kerakli reaktivlar:** Sulfat kislota  $H_2SO_4$  eritmasi, rux bo‘lakchasi, mis sulfat eritmasi, yuzasi zangdan tozalangan temir plastinka, kontsentrlangan sulfat kislota  $H_2SO_4$ , mis sim,  $FeCl_3$  eritmasi, kaliy yodid KJ eritmasi, kraxmal kleysteri, vodorod peroksid  $H_2O_2$  eritmasi, yod  $J_2$  kristali, natriy ishqori – NaOH eritmasi, ammoniy bixromat-  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  kristalli.

**1-Tajriba: Ruxning sulfat kislota bilan o‘zaro ta‘siri.**

Probirkaga 3-4 ml sulfat kislota  $H_2SO_4$  eritmasidan quyib, unga rux bo‘lakchasidan tashlang. Vodorod ajralib chiqishini kuzating, reaksiya tenglamasini yozing. Elektron tenglamasi asosida oksidlovchi va qaytaruvchini ko‘rsating.

**2-Tajriba: Misni birikmasi tarkibidan temir yordamida siqib chiqarish.**

Probirkaga 3-4 ml mis sulfat eritmasidan quying. Unga yuzasi zangdan tozalangan temir plastinkasi tushiring. Temir plastinkani yuqori qismi suyuqlikka botmasin. 2-3 minutdan so‘ng plastinkani eritmadan oling. Suv bilan yuving va plastinkani ustida erkin holda mis ajralib chiqqanligini kuzating. Reaksiyaning umumiy va elektron tenglamasini tuzing. Oksidlovchini va qaytaruvchini ko‘rsating.

**3-Tajriba: Misning kontsentrlangan sulfat kislota bilan o‘zaro ta‘siri.**

(Tajriba mo‘rili shkafta bajariladi.)

Probirkaga 1-2 ml kontsentrlangan sulfat kislota  $H_2SO_4$  quying. Unga bir bo‘lak mis Cu simidan tushiring. Qo‘ngir tusli gaz ajralishiga e‘tibor bering. Reaksiyaning umumiy va elektron tenglamasini tuzing. Oksidlovchi va qaytaruvchini ko‘rsating.

**4-Tajriba Temir - (III) xloridning kaliy yodid bilan o‘zaro ta‘siri.**

Probirkaga 2-3 ml  $FeCl_3$  eritmasidan quyib unga bir necha tomchi kaliy yodid-KJ hamda kraxmal kleysteri eritmalaridan qo‘shing. Ko‘k rang hosil bo‘lishiga e‘tibor bering. Ko‘k rangni hosil bo‘lishi eritmada KJ molekulalari vujudga kelganligidan dalolat beradi.



Reaksiyaning elektron tenglamasini tuzing. Koeffitsiyentlarini qo‘ying. Oksidlovchi va qaytaruvchini ko‘rsating.

**5.Tajriba. Vodorod peroksidning kaliy yodid bilan o‘zaro ta‘siri.**

Probirkaga 2-3 ml vodorod peroksid  $H_2O_2$  eritmasidan quying. Unga bir necha tomchi kaliy yodid KJ eritmasidan qo‘shing. Erkin holdagi yod uchun xarakterli bo‘lgan qo‘ng‘ir rangi paydo bo‘lishini kuzating. Reaksiya ushbu sxema bo‘yicha boradi.



Elektron tenglamasini yozing. Oksidlovchi va qaytaruvchini ko‘rsating.

**6-Tajriba. O‘z-o‘zidan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi.**

3-4 bo‘lak yod  $J_2$  kristalidan oling va unga natriy ishqori – NaOH eritmasidan tomizing va asta-sekin qizdiring. Yodning eritmaga o‘tishi va yod rangini o‘zgarishiga ahamiyat bering.



Reaksiya tenglamasini yakunlang va elektron tenglamasi asosida koeffitsiyentlar qo‘ying. Oksidlovchi va qaytaruvchini ko‘rsating.

### **7- tajriba . Molekula ichidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi.**

Bir necha dona ammoniy bixromat -  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  kristalini asbestlangan to'rga qo'yib, parchalanish reaksiyasi sodir bo'lguncha qizdiring. Reaksiya natijasida qattiq modda -  $\text{CrO}_3$ , gaz holatdagi azot -  $\text{N}_2$  va rangli modda hosil bo'lishiga e'tibor bering.



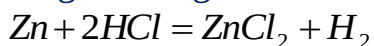
Reaksiyasi tenglamasini yakunlang va elektron tenglamasi asosida koeffitsiyentlar quying. Oksidlovchi va qaytaruvchini ko'rsating.

### **Metallaning korroziyasi. Tuzli eritmalarning elektrolizi.**

#### **1-Tajriba. Metallning kislotada erish protsessiga galvanik juft hosil bo'lishining ta'siri.**

**a)** Burchak hosil qilib egilgan shisha nayga xlorid kislotaning 1.0 n. eritmasidan quying va uning bir tirsagiga ensiz rux plastinkasini tushiring. Reaksiya tenglamasini yozing.

Korroziyani ajralib chiqayotgan vodorod pufakchalariga qarab kuzatish mumkin. Nayning ikkinchi tirsagiga xuddi shu eritmaga, rux plastinkasiga tegmaydigan qilib, mis sim tushiring. Mis yuzasida vodorod ajralmayotganiga to'la qanoat hosil qiling. Mis simni, rux bilan tutashguncha, suyuqlikka ko'proq kiriting. SHunda mis yuzasida vodorod pufakchalari paydo bo'ladi. Bu galvanik juftda boradigan jarayonlarni tushuntiring. Bundagi katod va anodni tushuntirib bering.



**b)** 2-3 ml mis sulfat eritmasi quyilgan probirkaga rux bo'lakchasini soling. 4-5 min. dan so'ng eritmani to'king va usti mis bilan qoplangan ruxni extiyotlik bilan bir necha marta suvda yuving. Ikkita probirkaga 3-4 ml dan xlorid kislota eritmasi quying. Probirkalardan biriga mis qoplangan rux bo'lagini, ikkinchisiga esa mis sulfat eritmasi ta'sir ettirilmagan rux bo'lakchasini tushuring.

Probirkaning qaysi birida vodorod kuchli ajralib chiqadi? Nima sababdan?

#### **2-Tajriba. Xlor ionining korroziyaga ta'siri.**

Ikkita probirkaga 2-3 tadan alyuminiy bo'lakchasi soling va bitta probirkaga mis sulfat eritmasidan, ikkinchisiga mis xlorid eritmasidan quying. Alyuminiyning olingan tuzlar eritmasiga nisbatan har xil munosabatda bo'lishiga ishonch hosil qiling.

Mis sulfat eritmasi solingan probirkaga ozgina natriy xlorid kukuni soling. Nima kuzatiladi?

### **Suvning to'yingan bug' bosimi**

| Harorat, °C | Bosim, mm.sim.ust. | Harorat, °C | Bosim, mm.sim.ust. | Harorat, °C | Bosim, mm.sim.ust. |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 0           | 4,479              | 18          | 15,477             | 36          | 44,563             |

|    |        |    |        |     |        |
|----|--------|----|--------|-----|--------|
| 1  | 4,926  | 19 | 16,477 | 37  | 47,067 |
| 2  | 5,294  | 20 | 17,535 | 38  | 49,692 |
| 3  | 5,685  | 21 | 18,650 | 39  | 52,442 |
| 4  | 6,101  | 22 | 19,827 | 40  | 55,324 |
| 5  | 6,543  | 23 | 21,068 | 45  | 71,880 |
| 6  | 7,013  | 24 | 22,377 | 50  | 92,510 |
| 7  | 7,513  | 25 | 23,756 | 55  | 118,04 |
| 8  | 8,045  | 26 | 25,209 | 60  | 149,38 |
| 9  | 8,609  | 27 | 26,739 | 65  | 187,54 |
| 10 | 9,209  | 28 | 28,349 | 70  | 233,70 |
| 11 | 9,844  | 29 | 30,043 | 75  | 289,10 |
| 12 | 10,518 | 30 | 31,824 | 80  | 355,10 |
| 13 | 11,231 | 31 | 33,695 | 85  | 433,60 |
| 14 | 11,987 | 32 | 35,663 | 90  | 525,80 |
| 15 | 12,788 | 33 | 37,729 | 95  | 633,90 |
| 16 | 13,634 | 34 | 39,898 | 100 | 760,00 |
| 17 | 14,530 | 35 | 42,175 |     |        |

## V. KEYSLAR BANKI

### 1. Yechimini kutayotgan muammo

(muammoli vaziyat)

Inson hayoti, uning sogʻligi, ishga qobiliyatligi atrofimizdagi tabiatning xolatiga bogʻliq boʻlib, koʻp asrlardan beri atrof-muhitning insonga nooʻrin taʼsir etish omili- tabiiy ofatlar (er qimirlashi, oʻrmon yongʻinlari, suv toshqinlari) yoki epidemiyalar bilan bogʻliq boʻlib kelgan.

Fan-texnika rivojlanishi bilan bogʻliq boʻlgan kimyoviy ishlab chiqarishning oʻsishi atrof-muhitga zararli taʼsir koʻrsatdi. Jumladan, ichimlik suvlari zaxarlandi va ifloslandi, Dunyo Okeani, yer atmosferasi ifloslandi, yerning yashil maysa qatlami buzildi, yer osti boyliklari boʻshab qoldi, yerning unumdor qismi yoʻq qilindi. Natijada dunyo oʻzining mohiyati bilan energetik va iqtisodiy krizisga teng boʻlgan ekologik krizisga uchradi.

Birinchi marta havoni ifloslanishi natijasida ommaviy kasallanish 1930 yilda Belgiyada qayd etildi, 1952 yilda esa Londonda ushbu kasallik tufayli 4000 kishi vafot etdi. Atmosfera havosida tumanlar, uglevodorodlarning fotokimyoviy reaksiyasi mahsulotlari, azot va ozon okidlari boʻlishi nafas olish organlarida kasallik paydo qiladi. Bu oʻrinda Yevropa mamlakatlari va AQSH da surunkali bronxit kasalligidan oʻlim xar oʻn yilda ikki martaga ortayotganligini aytib oʻtish lozim. Xalqaro sogʻliqni saqlash tashkilotining maʼlumotiga koʻra har toʻrtta rak kasalligining uchta atrof-muhitning ifloslanishi bilan bogʻliq ekan.

Biroq ifloslanishning eng katta xavfi shundaki, atrof-muhitdagi kimyoviy mutagenlarning ortishi natijasida inson organizmida noqulay mutatsiyalarning hosil boʻlishi mumkinligidadir. Buning natijasida aqliy va jismoniy taraqqiy etmagan chaqaloqlar tugʻilishi kupayadi yoki yangi oilada chaqaloq tugʻilmaydi va tugʻilgan taqdirda ham genetika jihatdan ogʻir kasallangan boʻladi.

Atrof- muhitni ifloslanish jarayonining bunchalik tez taraqqiy etishining sababi nimada deb oʻylaysiz? Mavjud muammoni qay tarzda yechimi topiladi? Sizning taklifingiz.

### AMALIY VAZIYATNI BOSQICHMA – BOSQICH TAHLIL QILISH VA HAL ETISH BOʻYICHA TALABALARGA USLUBIY KOʻRSATMALAR

#### Talabalarga yoʻriqnoma

| Ish bosqichlari                                    | Maslahatlar va tavsiyanomalar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishish | Avvalo keys bilan tanishish. “Xom ashyolar” mavzusida kimyoviy texnologiyada ishlatiladigan xom ashyolar, kimyo sanoati haqida tushuncha hosil qilish uchun bor boʻlgan butun axborotni diqqat bilan oʻqib chiqish lozim. Oʻqish paytida vaziyatni tahlil qilishga shoshilmang.                                                                                                                                                                        |
| 2. Berilgan vaziyat bilan tanishish                | Maʼlumotlarni yana bir marotaba diqqat bilan oʻqib chiqing. Siz uchun muhim boʻlgan satrlarni belgilang. Bir abzatsdan ikkinchi abzatsga oʻtishdan oldin, uni ikki uch marotaba oʻqib mazmuniga kirib boramiz. Keysdagi muhim fikrlarni qalam yordamida ostini chizib qoʻying. Vaziyat tavsifida berilgan asosiy tushuncha va iboralarga diqqatingizni jalb qiling. Ushbu vaziyat “Xomashyodan foydalanilishi nuqtai nazardan kimyo sanoatining asosiy |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    | <p>xususiyatlari: 1) yer osti xomashyo resurslari (fosfatli xomashyolar, kaliyli tuzlar, oltingugurt, tabiiy gaz, neft, ko‘mir), qishloq xo‘jalik mahsulotlari, havo va suv, shuningdek kimyo sanoatida xomashyoni qayta ishlash mahsulotlari (fitorli gazlar, sulfatlar, fosfogips va h.o.) va bir-biriga bog‘liq tarmoqlar (masalan, rangli metallurgiya, neftni qayta ishlash va koks kimyosi chiqindi gazlari) ni inobatga olgan holda xomashyo bazasining ko‘p variantlilik; 2) turli xil kimyoviy mahsulotlar olish uchun birgina xomashyodan kompleks foydalanishning keng imkoniyatlarining mavjudligi; 3) birgina xomashyodan turli xil kimyoviy mahsulotlar olishga imkon beradigan ko‘p turdagi kimyoviy qayta ishlash usullarining mavjudligi kabilarda yaqqol namoyon bo‘ladi. Masalan, benzoldan kauchuk, polistirol, kaprolaktam, yadoximikatlar va boshqa mahsulotlar olinishi mumkin. Shu bilan birga usullarning xilma-xilligi bitta mahsulotning turli xil xomashyolardan olish imkonini beradi. Masalan, atsetilen ishlab chiqarishda tabiiy gaz, neftni qayta ishlash gazlari, neft qazib olish yo‘ldosh gazlari, kaltsiy karbid; kaprolaktam ishlab chiqarish uchun esa–benzol, fenol, anilin yoki toluol ishlatilishi mumkin.</p> <p>Kimyo sanoatida tog‘-kon ruda, neft, gaz, o‘rmon va tsellyuloza-qog‘oz sanoatlari, qora va rangli metallurgiya korxonalarining mahsulotlari xomashyo sifatida ishlatiladi. Masalan, misli, ruxli, qo‘rg‘oshinli ruda va kontsentratlarini kuydirishda hosil bo‘ladigan rangli metallurgiya chiqindi gazlaridan ajratib olinadigan sulfit angidrid sulfat kislota ishlab chiqarishning qimmatbaho xomashyosi hisoblanadi. Oltingugurtli xomashyoni kuydirishga sarflanadigan maxsus xarajatlarsiz har bir tonna mis metali suyuqlantirib olish hisobiga 10 t dan ortiq sulfat kislota olish mumkin bo‘ladi.</p> <p>Xomashyodan to‘la va kompleks foydalanish, tarkibidagi asosiy modda miqdori kam bo‘lgan xomashyolarni qayta ishlash imkoniyatini yaratish, kimyo sanoati va boshqa tarmoqlar chiqindilarini ichki qayta ishlash orqali mahsulotga aylantirish va h.o.lar kimyo sanoati xomashyo bazasini rivojlantirishda muhim o‘rin tutadi.</p> <p>Yuqorida berilgan xom ashyularni sanab o‘ting va qaysinisi kimyo sanoatida tutgan o‘rni yuqori ekanligini aniqlang</p> |
| 3. Muammoli vaziyatni tahlil qilish                | <p>Asosiy muammo va kichik muammolarga diqqatingizni jalb qiling.</p> <p><b>Asosiy muammo:</b> Kimyo sanoatida ishlatiladigan arzon xom ashyolarni aniqlash qanday amalga oshiriladi.</p> <p>Quyidagi savollarga javob berishga harakat qiling.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kimyo sanoatining xomashyo bazasi.</li> <li>2. Xomashyolarni klassifikatsiyalash.</li> <li>3. Mineral xomashyolar.</li> <li>4. O‘simlik va hayvonot xomashyolari.</li> <li>5. Ikkilamchi material resurslari.</li> <li>6. Xomashyo resurslaridan kompleks va samarali foydalanish.</li> </ol> <p>Asosiy muammo nimaga qaratilganini aniqlang. Muammoning asosiy mazmunini ajratib oling. Muammoli vaziyatni tahlil qilish – ob‘ektning holatini aniqlang, asosiy qirralariga e‘tibor qarating, muammoli vaziyatning hamma tomonlarini tahlil qiling.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. Muammoli vaziyatni yechish usul va vositalarini | <p>Ushbu vaziyatdan chiqib ketish harakatlarni izlab topish maqsadida quyida taqdim etilgan “Muammoli vaziyat” jadvalini to‘ldirishga kirishing. Muammoni yechish uchun barcha vaziyatlarni ko‘rib chiqing, muqobil vaziyatni yarating. Muammoning yechimini aniq variantlardan tanlab oling,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                        |                                                                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| tanlash hamda asoslash | muammoning aniq yechimini toping. Jadvalni to'ldiring. Keys bilan ishlash natijalarini yozma shaklda ilova eting |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### “Muammoli vaziyat” jadvalini to'ldiring

| Vaziyatdagi muammolar<br>Turi | Muammoli vaziyatning kelib<br>chiqish sabablari |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|
|                               |                                                 |

### To'ldirilgan jadval (o'qituvchi oldindan to'ldiradi – talaba qo'liga berilmaydi)

| Muammoli vaziyat                     | Muammoli vaziyatning kelib<br>chiqish sabablari                                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Kimyo sanoati xom ashyolari       | 1. Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalaridan chiqayotgan oraliq mahsulotlar, tabiiy zahiralar |
| 2. Mineral xomashyolar               | 2. Tarkibida foydali elementlar bo'lgan tabiiy minerallar                                    |
| 3. O'simlik va hayvonot xomashyolari | 3. Tarkibida foydali elementlar bo'lgan tabiiy o'simlik xom ashyolari                        |
| 4. Ikkilamchi material resurslari    | 4. Ishlab chiqarish korxonalaridan chiqqan va oraliq mahsulotlar                             |

### O'tkazilgan tahlillar va natijalar

Muammoli vaziyatni tahlil qilish – ob'ektning holati aniqlangandan so'ng, muammoning asosiy qirralariga e'tibor qaratib, muammoli vaziyatning hamma tomonlarini tahlil qilishga harakat qilamiz. Muammoning yechimini aniq variantlardan tanlab olib, “T - sxema” jadvalini to'ldiramiz.

|                                                                                                            |                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalari uchun kerakli bo'lgan xom ashyolar bo'lmasa qanday holat kuzatiladi? | Kimyo sanoatida mahsulot ishlab chiqarish uchun o'simlik va mineral xom ashyolar izlab topilmasa qanday holat kuzatiladi? |
|                                                                                                            |                                                                                                                           |



**To'ldirilgan jadval**  
**(o'qituvchi oldindan to'ldiradi – talaba qo'liga berilmaydi)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalari uchun kerakli bo'lgan xom ashyolar bo'lmasa qanday xolat kuzatiladi?                                                                                                                                                                                                       | Kimyo sanoatida mahsulot islab chiqarish uchu o'simlik va mineral xom ashyolar izlab topilmasa qanday holat kuzatiladi?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ishlab chiqarish korxonasi to'xtab qoladi.</li> <li>Korxona ishchilari ishsiz qoladi</li> <li>Korxona inqirozga uchraydi</li> <li>Korxona mahsulotiga ehtiyoj ortadi</li> <li>Kimyo sanotida uzilish paydo bo'ladi</li> </ul> <p>Vaziyatdan chiqib ketish harakatlari</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mineral va osimlik xom ashyolari tarkibidagi foydali elementlarga ehtiyoj paydo bo'ladi.</li> <li>Boshqa turdagi xom ashyolar izlash kerak bo'ladi</li> <li>Ozuqaviy ashyolardan foydalanish lozim bo'ladi</li> <li>Ozuqaviy zahiralari kamayadi</li> <li>Mahsulot sifati yomonlashadi</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kimyo sanoatida mahsulot islab chiqarish uchu o'simlik va mineral xom ashyolar izlab topish va yangi ishlanmalar yaratish zarur</li> <li>Atrof-muhitdagi chiqindilarni kimyoviy vositalar yordamida tozalashni amalga oshirish.</li> <li>Biologik parchalanuvchi plastmassa va sintetik tola yaratish lozim.</li> </ol> |

**To'ldirilgan jadval**  
**(o'qituvchi oldindan to'ldiradi – talaba qo'liga berilmaydi)**  
**“Muammoli vaziyat” jadvalining yakuniy ko'rinishi**

| Muammoli vaziyat                                                                                           | Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari                                                                                                                                                              | Vaziyatdan chiqib ketish harakatlari                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalari uchun kerakli bo'lgan xom ashyolar bo'lmasa qanday holat kuzatiladi? | Er yuzida aholi sonining keskin ortishi natijasida oziq-ovqat, kiyim kechak va uy-joylarga bo'lgan talabning ortib borishi, fan texnika asrini rivojlanib borish va ekologik muammolarni vujudga kelishi. | <ol style="list-style-type: none"> <li>Kimyo sanoatida mahsulot islab chiqarish uchu o'simlik va mineral xom ashyolar izlab topish va yangi ishlanmalar yaratish zarur</li> <li>Atrof-muhitdagi chiqindilarni kimyoviy vositalar yordamida</li> </ol> |

|  |  |                                                                                                       |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | tozalashni amalga oshirish.<br>3. Biologik parchalanuvchi plastmassa va sintetik tola yaratish lozim. |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Keys bilan ishlash jarayonini baholash mezonlari va ko'rsatkichlari**  
(mustaqil auditoriyada va auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun)  
**Auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari**

| Talabalar ro'yxati | Asosiy muammo ajratib olinib, tadqiqot ob'ekti aniqlangan mak. 6 b | Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari aniq ko'rsatilgan mak. 4 b | Vaziyatdan chiqib ketish harakatlari Aniq ko'rsatilgan mak. 10 b | Jami mak.20 b |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|
|                    |                                                                    |                                                                         |                                                                  |               |
|                    |                                                                    |                                                                         |                                                                  |               |
|                    |                                                                    |                                                                         |                                                                  |               |

**Auditoriyada bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari**

| Guruhlar ro'yxati | Guruh faol mak. 1 b | Ma'lumotlar ko'rgazmali taqdim etildi mak. 4 b | Javoblar to'liq va aniq berildi mak. 5 b | Jami mak. 10 b |
|-------------------|---------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|
| 1                 |                     |                                                |                                          |                |
| 2                 |                     |                                                |                                          |                |
| 3                 |                     |                                                |                                          |                |

8-10 ball – a'lo, 6- 8 ball – yaxshi, 4- 6 ball – qoniqarli

## 2. Yechimini kutayotgan muammo

(2-muammoli vaziyat)

Xomashyoning ko‘pligi etakchi kimyo sanoati korxonalari–Olmaliq «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi, Chirchiq elektrokimyo ishlab chiqarish birlashmasi, Navoiy «Azot» ishlab chiqarish birlashmasi, Farg‘ona sun‘iy tola zavodi, Namangan kimyo zavodi, Toshkent lok-buyoq materiallari va plastmassalarni ishlab chiqaradigan va qator boshqa kimyo korxonalarini vujudga keltirish imkonini yaratdi. Hozirda kimyo sanoati rivojlangan hududlar – Olmaliq, Chirchiq, Farg‘ona, Qo‘qon, Navoiy kabi yirik kimyo sanoati markazlari ishlab turibdi.

Xomashyodan foydalanilishi nuqtai nazardan kimyo sanoatining asosiy xususiyatlari: 1) yer osti xomashyo resurslari (fosfatli xomashyolar, kaliyli tuzlar, oltingugurt, tabiiy gaz, neft, ko‘mir), qishloq xo‘jalik mahsulotlari, havo va suv, shuningdek kimyo sanoatida xomashyoni qayta ishlash mahsulotlari (ftorli gazlar, sulfatlar, fosfogips va h.o.) va bir-biriga bog‘liq tarmoqlar (masalan, rangli metallurgiya, neftni qayta ishlash va koks kimyosi chiqindi gazlari) ni inobatga olgan holda xomashyo bazasining ko‘p variantlilik; 2) turli xil kimyoviy mahsulotlar olish uchun birgina xomashyodan kompleks foydalanishning keng imkoniyatlarining mavjudligi; 3) birgina xomashyodan turli xil kimyoviy mahsulotlar olishga imkon beradigan ko‘p turdagi kimyoviy qayta ishlash usullarining mavjudligi kabilarda yaqqol namoyon bo‘ladi. Masalan, benzoldan kauchuk, polistirol, kaprolaktam, yadoximikatlari va boshqa mahsulotlar olinishi mumkin. Shu bilan birga usullarning xilma-xilligi bitta mahsulotning turli xil xomashyolardan olish imkonini beradi. Masalan, atsetilen ishlab chiqarishda tabiiy gaz, neftni qayta ishlash gazlari, neft qazib olish yo‘ldosh gazlari, kaltsiy karbid; kaprolaktam ishlab chiqarish uchun esa–benzol, fenol, anilin yoki toluol ishlatilishi mumkin.

Hozirgi kunda inson kimyo sanoatida xom ashyoga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda, ammo xom ashyoning yetishmasligi kuzatilmoqda, ko‘pgina xom ashyolardan foydalanmaslikni ilojisi yo‘q, lekin kimyoviy ishlab chiqarishni saqlab qolish ham o‘ta muhimdir. Sizning fikringizcha, bu vaziyatga qanday oqilona yechim topish zarur? Sizning taklifingiz.

## 3.Mavjud vaziyat (topshiriqli keys)

**Keys-stadidagi asosiy muammo:** Kimyoviy ishlab chiqarish uchun kerakli xom ashyolarni aniqlash bo‘yicha bo‘yicha aniq tavsiyalar berish.

Kimyo sanoatida tog‘-kon ruda, neft, gaz, o‘rmon va tsellyuloza-qog‘oz sanoatlari, qora va rangli metallurgiya korxonalarining mahsulotlari xomashyo sifatida ishlatiladi. Masalan, misli, ruxli, qo‘rg‘oshinli ruda va konsentratlarini kuydirishda hosil bo‘ladigan rangli metallurgiya chiqindi gazlaridan ajratib olinadigan sulfit angidrid sulfat kislota ishlab chiqarishning qimmatbaho xomashyosi hisoblanadi.

Oltingugurtli xomashyoni kuydirishga sarflanadigan maxsus xarajatlarsiz har bir tonna mis metali suyuqlantirib olish hisobiga 10 t dan ortiq sulfat kislota olish mumkin bo'radi.

Xomashyodan to'la va kompleks foydalanish, tarkibidagi asosiy modda miqdori kam bo'lgan xomashyolarni qayta ishlash imkoniyatini yaratish, kimyo sanoati va boshqa tarmoqlar chiqindilarini ichki qayta ishlash orqali mahsulotga aylantirish va h.o.lar kimyo sanoati xomashyo bazasini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.

### **Savollar**

1. Kimyo sanoatining xomashyo bazasi.
2. Xomashyolarni klassifikatsiyalash.
3. Mineral xomashyolar.
4. O'simlik va hayvonot xomashyolari.
5. Ikkilamchi material resurslari.
6. Xomashyo resurslaridan kompleks va samarali foydalanish.

## VI. MUSTAQIL ISH MAVZULARI

1. Davriy sistemaning I A guruh elementlari. K va Na – xossalari va ularni qurilishda ahamiyati.
2. Davriy sistemaning I B grupp elementlaridan (Su – mis misolida) olinishi va xossalari.
3. Davriy sistemadan II B grupp elementidan (Zn –rux, Cd-kadmiy) xossalari va ishlatilishi.
4. Davriy sistemaning V A gruppasidagi (R-fosfor, N -azot) xossalari va ishlatilishini o‘rganish.
5. Davriy sistemaning VI A grupp elementlaridan (O-kislorod) olinishi, xossalari va ishlatilishi.
6. Davriy sistemaning VIII B – yonaki grupp elementlari ( Fe – temir, So-kobalt, Ni-nikel) xossalari va ishlatilishi.
7. Davriy sistemaning IVA – grupp elementlari ( Pb Sn) xossalari va ishlatilishi.
8. Kimyoviy jarayonlar. Kimyoviy jarayonlar energetikasi. Ximiyaviy reaksiyaning issiqlik effekti.
9. Tuzlarni olinish usullari.
10. Suvning fizik va ximiyaviy xossalari.
11. Suvning qattiqlii va uning yo‘qotish usullari.
12. Sement ishlab chiqarishda ishlatiladigan ximiyaviy birikmalar.
13. SHisha (oyna) ishlab chiqarishda foydalaniladigan ximiyaviy birikmalar.
14. Metallarning korroziyasi va ularni oldini olish usullari.
15. Qurilishda ishlatiladigan yuqori molekulyar birikmalar.
16. G‘isht ishlab chiqarish.
17. Qurilish kimyosi va ekologik muammolari

## VII. GLOSSARIY

**Aktivlanish energiyasi** – passiv zarrachalarni aktiv holatga o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan qo‘shimcha energiya

**Alkanlar** – molekulasidagi uglerod atomlari o‘zaro oddiy bog‘lar bilan bog‘langan, qolgan valentliklari vodorod atomlari bilan to‘yingan uglevodorodlar

**Amfoter oksidlar** – kislotalar bilan ham asoslar bilan ham tuz hosil qiluvchi oksidlar ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  va boshqalar)

**Asosli oksidlar** – kislotalar va kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladigan oksidlar ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  va boshqalar)

**Asosli tuzlar** – tarkibida metall atomi, kislota qoldig‘i bilan birgalikda gidroksid guruhi bo‘lgan tuzlar ( $\text{Ca(OH)Cl}$ ,  $\text{Mg(OH)Br}$ ,  $\text{Al(OH)SO}_4$ ) va boshqalar)

**Atom** – kimyoviy elementning oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan eng kichik zarrachasi

**Avogadro qonuni** - bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) teng hajmda olingan gazlarning molekulari soni o‘zaro teng bo‘ladi

**Befarq oksidlar** – tuz hosil qilmaydigan oksidlar ( $\text{SiO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  va boshqalar)

**Diffuziya** – bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida o‘z-o‘zicha taqsimlanishi hodisasi

**Dispers sistemalar** – bir modda ichida boshqa bir moddaning ma‘lum darajada maydalangan zarralarining tarqalishi natijasida hosil bo‘lgan sistema

**Dissotsiylanish darajasi** – erigan moddalar yoki eritmadagi elektrolit miqdorining qancha qismi ionlarga ajralganligini ko‘rsatuvchi kattalik

**Ekvivalentlar qonuni** – elementning bir og‘irlik qism vodorod, sakkiz og‘irlik qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdori

**Ekzotermik reaksiyalar** – reaksiya vaqtida energiya ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalar

**Elektrokimyoviy jarayonlar** – elektr toki ta‘sirida yoki o‘zi elektr toki hosil qilib boradigan kimyoviy jarayonlar

**Elektrolit** – suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmalari elektr tokini o‘tkazuvchi modda

**Elektroliz** – elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o‘zgarmas elektr toki o‘tkazilganda elektrodalarda boradigan oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari

**Elektrometallurgiya** – metallarni elektr toki yordamida elektroliz qilib olish usuli

**Endotermik reaksiyalar** – reaksiya vaqtida energiya yutilishi bilan boradigan reaksiyalar

**Erish issiqligi** – bir mol modda eriganda yutiladigan yoki ajraladigan issiqlik miqdori

**Eritma** – ikki yoki undan ortiq tarkibiy qismdan iborat bo‘lgan gomogen sistema

**Eritma konsentratsiyasi** – eritmaning yoki erituvchining ma‘lum massa miqdorida yoki ma‘lum hajmda erigan modda miqdori

**Eruvchanlik** – moddaning biror erituvchining 100 grammida eriy olish hususiyati



**Eruvchanlik koeffitsienti** – ayni moddaning maʼlum haroratda 100 gramm erituvchida erib, toʻyingan eritma hosil qiladigan massasi

**Faradeyning I qonuni** – elektroliz vaqtida elektrodda ajralib chiqadigan moddaning miqdori eritmadan oʻtgan elektr toki miqdoriga toʻgʻri proporsional boʻladi

**Faradeyning II qonuni** – agar bir necha elektrolit eritmasi orqali bir xil miqdorda ketma–ket ulangan holda, elektr toki oʻtkazilsa elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdorlari oʻsha moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional boʻladi

**Galvanik elementlar** – oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari natijasida kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektrokimyoviy sistemalar

**Gidrolizlanish darajasi** – gidrolizlangan tuz molekullari sonining eritilgan tuz molekullar soniga nisbati

**Gidrometallurgiya** – metallarni ularning tuzlari eritmalaridan ajratib olish usullari

**Gess qonuni** – reaksiyaning issiqlik effekti jarayoning qanday usulda olib borilishiga bogʻliq emas, balki faqat reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning boshlangʻich va oxirgi holatiga bogʻliq

**Hajmiy nisbatlar qonuni** - oʻzgarmas sharoitda (bir xil bosim va bir xil haroratda) kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gaz moddalarning hajmlari oʻzaro bir–biri bilan va reaksiya natijasida hosil boʻladigan gaz moddalarning hajmlari bilan oʻzaro oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatda boʻladi

**Hosil boʻlish issiqligi** – oddiy moddalardan 1 mol birikma hosil boʻlganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori

**Ingibitorlar** – reaksiya tezligini sekinlashtiradigan katalizatorlar

**Ionli bogʻlanish** – elektromanfiylik qiymatlari bir–biridan keskin farq qiladigan element atomlari (odatda, metall va metalmas atomlari) oʻrtasida vujudga keladigan bogʻlanish

**Issiqlik effekti** – reaksiya jarayonida yutiladigan yoki ajralib chiqadigan energiya miqdori

**Izobarlar** – atom massalari bir–biriga teng, lekin yadro zaryadlari turlicha boʻlgan atomlar

**Izotonlar** – tarkibida neytronlar soni teng boʻlgan atomlar

**Izotoplar** – yadro zaryadlari bir xil boʻlib, atom massalari bilan bir–biridan farq qiladigan atomlar turiga

**Izomeriya** – moddalarning tarkibi va molekulyar massasi bir xil boʻlib, tuzilishi va fizik–kimyoviy xossalari jihatidan farq qilish hodisasi

**Izomerlar** – tarkibi va molekulyar massasi bir xil boʻlgan, lekin tuzilishi va fizik–kimyoviy xossalari jihatidan farq qiluvchi moddalar

**Karrali nisbatlar qonuni** – agar ikki element oʻzaro birikib bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga toʻgʻri keladigan massa miqdorlari oʻzaro butun kichik sonlar nisbati kabi nisbatda boʻladi.

**Katalizator** – kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalar bilan o‘zaro ta‘sirlashib oraliq mahsulot hosil qiladigan, lekin reaksiya oxirida kimyoviy jixatdan o‘zgarmay qoladigan moddalar

**Kimyoviy bog‘lanish** – molekulada atomni tutib turadigan kuchlarning yig‘indisi

**Kimyoviy element** – oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan va ma‘lum atom massasiga ega bo‘lgan atomlar turi

**Kimyoviy kinetika** – kimyoviy reaksiyalarning tezligi haqidagi ta‘limot bo‘lib, u kimyoviy reaksiyalar tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi qonuniyatlarini o‘rganadi

**Kislotalar** – tarkibida metall atomlariga o‘rni bera oluvchi vodorod atomlari va kislota qoldig‘idan iborat murakkab moddalar

**Kislotali oksidlar** – suv bilan reaksiyaga kirishib, tegishli kislotalarni hosil qiladigan oksidlar. ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  va boshqalar)

**Korroziya** – metallarning havo, suv, kislota, ishqor va tuzlarning eritmaları ta‘sirida yemirilishi

**Koagulyatsiya** – kolloid zarrachalarning molekulyar tortishish kuchi ta‘sirida bir-biriga yopishib, ancha yirik agregatlar holida cho‘kishi

**Kompleks tuzlar** – tarkibida kompleks kation yoki kompleks anion tutgan tuzlar ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  va boshqalar)

**Kovalent bog‘lanish** – atomlarning o‘zaro bir yoki bir necha elektron juftlik hosil qilishi natijasida vujudga keladigan bog‘lanish

**Lavuaze–Laplas qonuni** – har qaysi kimyoviy birikma uchun parchalanish issiqligi uning hosil bo‘lish issiqligiga teng, lekin ishorasi qarama – qarshi bo‘ladi.

**Le–Shatele prinsipi** – kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemada tashqi sharoitlardan biri (masalan: harorat, bosim yoki konsentratsiya) o‘zgartirilsa, muvozanat tashqi ta‘sirni kamaytiradigan reaksiya tomoniga siljiydi.

**Materiya** – olamdagi barcha moddiy ob‘ektlarni butun ob‘ektiv reallikni ifoda etuvchi eng umumiy tushuncha

**Moddalar massasining saqlanish qonuni** – kimyoviy reaksiyalarda qatnashuvchi dastlabki moddalar massalarining yig‘indisi reaksiya mahsulotlari massalari yig‘indisiga tengdir

**Molyal konsentratsiya** – 1000 gramm erituvchida erigan moddaning gramm molekulalar soni

**Molyar konsentratsiya** – 1 litr (1000 ml) eritmada erigan moddaning mollar soni bilan ifodalanadigan konsentratsiya

**Molekula** – moddaning kimyoviy xossalriga ega bo‘lgan eng kichik zarrachasi

**Murakkab moddalar** – molekulasining tarkibi har xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar

**Muvozanat konsentratsiyasi** – moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentratsiyasi

**Metallurgiya** – bu tabiiy xom ashyolardan sanoatda metallar olish usuli haqidagi fan.

**Nordon tuzlar** – metall atomi kislotaldagi vodorod atomini to‘liq olmagan holda hosil bo‘lgan tuzlar ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHS}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  va boshqalar)

**Normal konsentratsiya** – 1 litr (1000 ml) eritmada erigan moddaning gramm ekvivalentlar bilan ifodalanadigan miqdori

**O‘rta tuzlar** – metall atomi va kislota qoldig‘i tarkibidagi vodorod atomi o‘rni to‘liq olishidan hosil bo‘lgan tuzlar ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  va boshqalar)

**Oddiy moddalar** – molekulasining tarkibi bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar ( $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_3$  va boshqalar)

**Oksidlanish darajasi** – ayni birikma batamom ionli tuzilishga ega deb faraz qilinganda uning tarkibidagi biror elementning shartli zaryadi

**Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari** – elektronlarning bir atomdan ikkinchi atomga o‘tishi natijasida elementlarning oksidlanish darajasi (valentligi) o‘zgaradigan reaksiyalar

**Oksidlar** – biri kislorod bo‘lgan ikki elementdan tashkil topgan murakkab moddalar ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  va boshqalar)

**Oksidlovchi** – o‘ziga elektron biriktirib olgan atom

**Ohak** – havoda qotadigan bog‘lovchi materiall.

**Organik kimyo** – organik moddalarni tashkil qiluvchi uglerod birikmalarini o‘rganuvchi fan

**Pirometallurgiya** – metallurgiyada yetakchi o‘rinni egallaydi. U rudalardan metallarni yuqori temperaturalarda qaytarish reaksiyalari yordamida olish usullari

**Polikondensatsiya reaksiyasi** – ko‘p sonli monomerlarni birikishi natijasida yuqori molekulyar sintetik birikma hosil bo‘lishi va past molekulyar birikma (suv, spirt, ammiak,  $\text{HCl}$  va boshqalar) ajralib chiqishi bilan boradigan jarayon

**Polimerlanish reaksiyasi** – ko‘p sonli monomerlar molekulasini o‘zaro birikish jarayoni

**Peroksidlar** –kislorod atomlari bir–biri bilan o‘zaro kimyoviy bog‘ orqali bog‘langan oksidlar. ( $\text{BaO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  va boshqalar)

**Qattiq suv** – tarkibida ko‘p miqdorda kalsiy va magniy (qisman temir) tuzlari erigan tabiiy suv

**Qaytar reaksiyalar** – reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir qismi reaksiya mahsulotlariga aylanib, ayni vaqtda reaksiya mahsulotlari qaytadan dastlabki moddalarga aylanib turadigan kimyoviy jarayonlar

**Qaytaruvchi** – o‘zidan elektron bergan atom yoki ion

**Qaytmas reaksiyalar** – reaksiyaga kirishuvchi moddalar to‘liq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar

**Qora metallar** – po‘lat va cho‘yan temir va uglerodning qotishmasidir

**Qotishma** – ikki va undan ortiq elementlarni suyuqlantirish (yoki suyuqlantirmay qizdirib qovushtirish) yo‘li olingan murakkab jism

**Qo‘sh tuzlar** – tarkibida bir paytning o‘zida ikkita har xil metall atomlarini ushlab turadigan tuzlar ( $\text{NaKSO}_4$ ,  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$  va boshqalar)

**Qutbli kovalent bog‘lanish** – elektromanfiylik qiymatlari jixatidan bir–biridan oz farq qiladigan element atomlari orasida vujudga kelgan bog‘lanish

**Qutbsiz kovalent bog‘lanish** – elektromanfiylik qiymati jixatidan o‘zaro teng bo‘lgan element atomlari o‘rtasida vujudga kelgan bog‘lanish

**Reaksiya tezligi** – vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi (yoki hosil bo‘luvchi) moddalar konsentratsiyasining o‘zgarishi

**Tarkibning doimiylik qonuni** – har qanday toza modda qayerda va qanday usulda olinishidan qat‘iy nazar, uning tarkibi hamma vaqt bir xil bo‘ladi. Karbonat ангидридни quyidagi usullar yordamida olish mumkin

**Titrlash** – 1 ml eritmadagi erigan moddaning masa miqdori *titrlash* deb ataladi va T harfi bilan belgilanadi.

**Tuzlar** – metall atomlari (shuningdek ammoniy ioni  $\text{NH}_4^+$  ham) va kislota qoldig‘idan tashkil topgan murakkab moddalar ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$  va boshqalar)

**Tuzlar gidrolizi** – tuz ionlari bilan suv molekulari orasida bo‘ladigan, odatda kuchsiz elektrolit (kuchsiz kislota, kuchsiz asos va asosli yoki kislotali tuz) hosil bo‘lishiga olib keladigan reaksiya

**Termokimyo** – kimyoning kimyoviy reaksiyalar issiqlik effektlarini o‘rganadigan bo‘limi

**Termokimyoviy reaksiyalar** – issiqlik yutilishi yoki issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar

**Uglevodorodlar** – uglerod va vodorod atomlaridan tashkil topgan organik birikmalar

**Valentlik** – elementning bir atomiga necha atom vodorod birikishi yoki almashinishini ko‘rsatadigan son

**Vant-Goff qoidasi** – harorat har  $10^\circ\text{C}$  ga ko‘tarilganda reaksiya tezligi 2–4 marta ortishini ifodalovchi qoida

**Vodorod bog‘lanish** – molekula tarkibidagi vodorod atomining bo‘sh orbitali va ikkinchi molekula tarkibidagi boshqa atomining elektron jufti hisobiga yuzaga keladigan bog‘lanish

**Portlandsement** – tarkibida (70–80%) ko‘p miqdorda kalsiy silikat bo‘lgan bog‘lovchi material

**Po‘lat** – tarkibida 2,14% gacha uglerod bo‘lgan temir qotishmasi

**Cho‘yan** – tarkibida 2,14% dan ko‘p uglerod bo‘lgan temir qotishmasi

## VIII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

### Asosiy adabiyotlar

1. A.A. Abduraximov, A Jalilov Qurilish kimyosi. Sano, 2017 y.
2. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, .
3. Gary L. Miessler, Poul J. Fischer, and Donald A. Tarr “Inorganic Chemistry” Fifth edition Pearson 2014.
4. Л.С.Григорьева “Химия в строительстве”М., 2010.
5. Q.M.Axmerov, S.M.Turobjonov, S.I.Saparov “Umumiy va anorganik kimyodan laboratoriya mashg‘ulotlari”(lotin alifbosida), T.,2019 y.
6. Abdullayev M.T., Dexkanov Z.K., Xayitov B.A. Qurilish kimyosi. O‘quv qo‘llanma. N.: Namangan nashriyoti, 2019, 304 b.
7. Abdullayev M.T. Qurilish kimyosi. Darslik. Toshkent: Lesson press nashriyoti, 2020, 372 b.
8. Тураев З., Абдуллаев М., Хайитов Б. Стойкая химия. Учебник. Ташкент, Lesson press, 2020 г, 522 с.

### Qo‘shimcha adabiyotlar

7. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. - Toshkent: «O‘zbekiston» NMIU, 2016. – 56 b.
8. Mirziyoev SH. M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Mamlakatimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasining kengaytirilgan majlisidagi ma’ruza, 2017 yil 14 yanvar. – Toshkent: «O‘zbekiston», 2017.
9. Цымай Д.В. «Химия в строительстве» М.,2015.
10. S.X.Zokirov, Z.SH.Muxidova “Qurilishda organik va fizik kimyo”,T., 2018 yil.
11. Н.А.Андреева “Химия цемента и вяжущих веществ”, Санкт-Петербург, 2011год.
12. M.T.Abdullayev, O.K.Ergashev, B.A.Xayitov Kimyo. O‘quv qo‘llanma. T.: Yoshlar nashriyot uyi, 2020 yil

### Axborot manbaalari

- 13.[www. Himhelp. ru](http://www.Himhelp.ru)
- 14.[www. Xumuk.ru](http://www. Xumuk.ru)
- 15.[www.Chem.msu.su/rus/elibrary/](http://www.Chem.msu.su/rus/elibrary/)
- 16.[www.Hemi.nsu.ru](http://www.Hemi.nsu.ru)
- 17.[www.Alhimik.ru](http://www.Alhimik.ru)
- 18.[www.Alhimikov.net](http://www.Alhimikov.net)
- 19.[www.ru.wikipedia.org/...ximiya](http://www.ru.wikipedia.org/...ximiya)
- 20.[www.xumuk.ru/encyklopedia/2/](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/)
- 21.[www. Himhelp.ru/section25/](http://www. Himhelp.ru/section25/)

## Izohlar

[illegible]























