

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

**O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

*I.A. Tashev, R.R. Ro‘ziyev, I.I. Ismoilov*

# **ANORGANIK KIMYO**

*Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun  
o‘quv qo‘llanma*

Tuzatilgan uchinchi nashri

**„O‘QITUVCHI“ NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI  
TOSHKENT – 2011**

**УДК 547 (075)**

**ББК 24.1я722**

**T 29**

O'quv qo'llanma 16 bobdan iborat bo'lib, unda kimyoning asosiy tushuncha va qonunlari, D.I. Mendeleev davriy sistemasidagi barcha grupp elementlarining asosiy xossalari va birikmalari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, har bir bob oxirida mashq va masalalar berilgan.

**Taqrizchilar: k.f.d., prof. Y.T. Toshpo'latov,**  
**k.f.d., prof. A.M. Eminov,**  
**k.f.d., prof. K.A. Ahmedov.**

## SO'ZBOSHI

Ushbu o'quv qo'llanma akademik litsey va kasb-hunar kollejlarning 160 va 80 soatlik dastur bo'yicha chuqurlashtirilmagan ta'lim olayotgan o'quvchilariga mo'ljallangan.

Qo'llanmada kimyoning asosiy tushuncha va qonunlari, D.I.Mendeleyev davriy sistemasining barcha gruppalaridagi elementlarning asosiy xossalari va birikmalari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Mavzularni yaxshi o'zlashtirish uchun har qaysi bobning oxirida misol va masalalar berilgan. Qo'llanmada mustaqil bajarish uchun topshiriqlar, savollarga javoblarning to'g'riligini va topshiriqlar to'g'ri bajarilganligini tekshirish, turli xildagi masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar va o'quvchilar ishini boshqarishning boshqa elementlari ham yoritilgan.

Qo'llanmadan umumiy va anorganik kimyo fanidan tahsil olayotgan o'rta maktab o'quvchilari, oliy o'quv yurtlariga kiruvchi abituriyentlar, o'rta maktab o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

Mualliflar qo'lyozmani ko'rib chiqib, o'zlarining foydali fikr va mulohazalarini bildirgan prof. T.Sirliboyev, dots. X.X.Muhitdinov, dots. E.T.Turg'unov, dots. S.Nurmonovalarga hamda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining akademiklari haqida ma'lumot yig'ishda yordam bergan dots. H.S. Tojimuhamdovga o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

# KIRISH

## 1- §. Kimyo fani va uning vazifalari

Kimyo tabiiy fanlar qatoriga kiradi. Atrofimizni o'rab olgan o'simliklar, hayvonlar dunyosi va jonsiz tabiat — bularning hammasi moddalardan tarkib topgan. Kimyo fani ana shu moddalarning tarkibi, xossalari, tuzilishi, shuningdek, moddaning bir turdan ikkinchi turga o'tishini o'rganadi. Demak, kimyo tabiat haqidagi fan bo'lib, u fizika, biologiya, mineralogiya kabi fanlar bilan uzviy bog'liqlikda rivojlanadi.

Tabiatda moddalarning turlari juda ko'p. Shu sababli ular doimo bir-biriga aylanib turadi. Kimyo fanining muhim vazifalaridan biri— moddalarning bir-biriga aylanishidagi qonuniyatlarni tushuntirib berishdan iborat. Tabiatdagi o'zgarishlarni umuman ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. Fizik o'zgarishlar.
2. Kimyoviy o'zgarishlar.

1. Agar modda o'zgarishga uchraganida moddaning tarkibi, kimyoviy xossasi o'zgarmasdan, faqat uning holati yoki shakli o'zgarsa, bunday o'zgarish *fizik o'zgarish* deb ataladi. Masalan: temirni egish, bukish va h.k. Suv  $0^{\circ}\text{C}$  dan past temperaturada qattiq holatga o'tadi.  $0^{\circ}\text{C}$  dan yuqori temperaturada esa suyuq holatga o'tadi, bunda suvning faqat holati o'zgaradi, lekin molekulasining tarkibi o'zgarmaydi.

2. Modda ustida o'zgarish borganda moddaning tarkibi o'zgarib, yangi modda hosil bo'lsa, bunday o'zgarish *kimyoviy o'zgarish* deb ataladi. Masalan: shakarni maxsus idishga solib qizdirsak, avval jigarrang suyuqlik hosil bo'lib, keyinchalik qorayib ketadi. Bunda shakar molekulasiga uglerod va suvga ajraladi. Demak, kimyoviy o'zgarishlarda dastlabki moddalarning tarkibi o'zgaradi. Odamlar bundan necha ming yil ilgari tog' aralash jinslaridan metallar ajratib olish, metall qotishmalar tayyorlash, shisha pishirish va shunga o'xshash jarayonlarni amalga oshirishda kimyoviy hodisalardan keng foydalanib kelganlar.

Hozirgi kunda sanoat va qishloq xo'jaligining rivojlanishini kimyo fanisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Kauchuk, plastmassalar, portlovchi moddalar, qog'oz, sun'iy tola, mineral o'g'itlar, dori-darmon va boshqa moddalar olish kimyoviy jarayonlarga asoslan-

gan. Mustaqil respublikamizda kimyo sanoati uchun zaruriy xomashyo — tabiiy gaz, neft, toshko'mir va rudalarning mo'l-ko'l-ligi ko'plab ilmiy-tadqiqot institutlari, o'nlab oliy o'quv yurtlarining kimyo kafedralarida yirik kimyogar olimlar rahbarligida katta ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilayotganligi kimyoviy mahsulotlarning yangidan-yangi navlarini yaratishga imkon beradi.

## **2- §. Kimyo va atrof-muhit**

Inson bilan tabiat orasidagi o'zaro munosabat hal etilishi zarur va murakkab masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Sanoatning ayrim turlari, xususan, metallurgiya va metallarga ishlov berish milodgacha ham ancha keng tarqalgan bo'lganligiga qaramay, ko'p asrlar mobaynida atrof-muhit ifloslanishining sun'iy, ya'ni antropogen manbalari ekologik jarayonlarga sezilarli ta'sir ko'rsatmagan. Ilgari metallar (mis, kumush, oltin, qo'rg'oshin, rux, temir, surma, simob), shisha, sovun, kulolchilik buyumlari, bo'yoq, non, vino va boshqa ayrim mahsulotlar ishlab chiqarish juda muhim ahamiyat kasb etgan. Odatda, ana shu mahsulotlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari natijasida olingan va atmosferaga uglerod, oltin-gugurt va azot oksidlari, metallar, ayniqsa, simob bug'lari kabi birikmalar, suv havzalariga bo'yoq va ozuqa ishlab chiqarish chiqindilari ajralib chiqqan.

O'rta asrlarda nisbatan ko'proq miqdorda nitrat va sulfat kislotalar, selitra, o'q-dori, mis kuporosi, potash va boshqalarni ishlab chiqarish zarurati tufayli kimyo ildam rivojlana boshladi. Natijada havoga chiqarib yuboriladigan zaharli gazlar, suvlarga oqiziladigan chiqindilar tobora ko'payib bordi.

XVIII asrga qadar maishiy oqava suvlar, shuningdek, uylarni isitishda toshko'mirdan foydalaniladigan joylarda uglerod (II) oksid, karbonat angidrid, qurum, kul, sulfat angidrid atrof-muhitni ifloslantiruvchi asosiy manbalar hisoblangan.

Ichki yonuv dvigatellari va yirik issiqlik elektr stansiyalari vujudga kelishi, shuningdek, kimyo sanoatining yanada rivojlanishi munosabati bilan atrof-muhitni ifloslantiruvchilarning sifat jihatidan tarkibi o'zgardi. Havoga ko'plab miqdorda azot oksidi, qo'rg'oshin va simob birikmalari, ammiak, vodorod sulfid, uglevodorodlar, aldegidlar, suv havzalariga esa ko'p miqdorda xilma-xil kimyoviy birikmalar chiqarib tashlanaverdi.

Shunday qilib, texnologiya anchagina takomillashganligiga qaramay, insoniyat o'z faoliyati natijasi o'laroq tabiiy jarayonlarga,

atmosfera va suv havzalari holatiga ko'proq salbiy ta'sir ko'rsatadigan bo'lib qoldi.

Jahon aholisi to'xtovsiz o'sib borayotganligi, fan-texnika jarayoni jadallashayotganligi sababli atrof-muhitga chiqariladigan zararli chiqindilar miqdori ham ko'paymoqda. Endilikda sanoatda, ayniqsa, kimyo sanoatida chiqindilarni tutib qolish uskunalari qurishning o'zi yetarli bo'lmay qoldi. Shu sababli chiqindisiz texnologiya yaratish, kimyoviy jarayonlar yordamida chiqindilardan xomashyo sifatida foydalanib, xalq xo'jaligi uchun zaruriy mahsulotlar ishlab chiqarish eng dolzarb masalalardan biriga aylandi.

O'g'it, energiya, rangli metall, siyrak elementlar, sement va boshqa qimmatli qo'shimcha mahsulotlar ishlab chiqarishning yangi kompleks metodlari tobora keng joriy etilmoqda. So'nggi yillarda sanoat chiqindilari asosida bir necha xil mahsulot ishlab chiqarishning bir qancha yangi kompleks-texnologiya metodlari ishlab chiqildi.

Tabiatni, atrof-muhitni ifloslanishdan muhofaza qilish haqida gap ketar ekan, O'rta Osiyo, xususan O'zbekistonda bu ishni amalga oshirishning o'ziga xos xususiyatlari borligi va ularni e'tiborga olmaslik mumkin emasligini ta'kidlab o'tish kerak.

Atmosferadagi aralashmalarning tarqalishi respublikamizda shimoli-g'arbdan janubi-sharq tomon yomonalashib boradi, uning sharqiy qismida bu hol og'irlashib boradi. Farg'ona vodiysi ana shu hududda joylashgan. Bu narsa shundan dalolat beradiki, O'zbekistonning aholi eng zich joylashgan va iqtisodiy jihatdan rivojlangan xududlar meteorologik sharoitga ko'ra, agar ta'bir joiz bo'lsa, atmosfera havosi ifloslanishiga eng moyil xududlar hisoblanadi, bunday xududlarda havoni ifloslantiruvchi moddalarni tutib qolish va boshqa zarur moddalarga aylantirish, ayniqsa, muhim ahamiyat kasb etadi.

Ohangaron-Olmaliq kon sanoati xududida atrof muhitni metallurgiya va issiqlik energiyasi korxonalarining chiqindilaridan tozalash asosiy masalalardan biridir.

Keyingi yillarda sement va o'g'it ishlab chiqarish texnologiyasida yangi-yangi tarmoqlar vujudga kelmoqda. Bunday tarmoqlar mazkur ishlab chiqarish texnologiyalarini sanoatning boshqa muhim sohalari bilan bog'lash zaruratiga asoslangan. Sanoatning mineral chiqindilaridan har tomonlama to'liq foydalanishda bog'lovchi qurilish materiallari ishlab chiqarish bilan kimyo, kon qazish va metallurgiya texnologiyasi hamkorligi birinchi galdagi masalaga aylanmoqda, chunki yer kurrasidagi mavjud xomashyo boyliklar

zaxirasi tobora kamayib borayotganligi bu masalani hal etish zaruratini kuchaytirmoqda.

Mineral boyliklardan, shu jumladan, ishlab chiqarish chiqindilaridan har tomonlama to'liq foydalanish asosidagina xomashyo bazasini kengaytirish mumkin.

Hozirgi vaqtda, aholini oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlashda kimyo sanoati o'ziga xos alohida o'rin tutadi. Chunki mineral o'g'itlar, gerbitsid va pestitsidlar, yem qo'shilmalari qishloq xo'jaligi mahsuldorligining ortishiga imkon beradi. Biroq o'g'itlardan va o'simliklarni himoya qilish vositalaridan keng ko'lamda foydalanilgandan keyin ularning daladan yuvib yuborilishi natijasida suv havzalari haddan tashqari ifloslanishi mumkin. Shu sababli ularni kimyoviy usulda zararsizlantirish, boshqa foydali moddalarga aylantirishning muhim ahamiyati bor.

Kimyo sanoati tabiatga salbiy ta'sir etadigan sohalar jumlasiga mansub bo'lsa-da, biroq hozir uning mahsulotisiz tabiatni muhofaza qilish tadbirlarini amaliy ro'yobga chiqarib bo'lmaydi. Jumladan, kimyo sanoati ishlab chiqaradigan reagent, koagulant, flokulyant, sorbent, ion almashinuv smolalari kabi vositalarsiz na oqar suvni tozalab bo'ladi va na ichimlik suv tayyorlab bo'ladi. Gazlarni tozalash uchun xilma-xil yutuvchi eritmalar, aktivlangan ko'mir va boshqa sorbentlar, shuningdek, katalizatorlar keng miqyosda qo'llanilmoqda.

Biroq ba'zi vaqtlarda tabiiy moddalarni kimyo sanoati mahsuloti bilan almashtirish biosferani muhofaza etishning yangi muammolarini keltirib chiqaradi. Sintetik plastmassalar va yuvuvchi vositalar shular jumlasidan bo'lib, bularsiz ishlab chiqarishni rivojlantirishning iloji yo'q, biroq ularni keyin zararsizlantirish uchun maxsus tozalash va qayta ishlash usullarini qo'llash zarurdir.

Kimyoviy ishlab chiqarish chiqindilarining anchagina orta borishi bilan bir qatorda, ko'plab miqdorda iste'mol chiqindilari vujudga keladi. Chunonchi, plastmassalar, sintetik smolalar, plyonka, kimyoviy tolalar va boshqalar shular jumlasidandir. Ular nisbatan qisqa vaqtda xizmatini tugatadi, iste'moldagi qiymatini yo'qotadi va tashlab yuboriladi. Shuning uchun xomashyoni kompleks qayta ishlash darajasini muttasil orttirib borish kimyo sanoatini rivojlantirishning asosiy masalalaridan biridir.

Xullas, atrof-muhitni muhofaza qilish borasida kimyo fani va sanoati oldida muhim vazifalar turibdi. Bular zararli chiqindilarni foydali xomashyoga aylantirishning kompleks usullarini ishlab chiqish, *chiqindilarsiz ishlaydigan texnologiya yaratish, chiqindilarni to'liq tutib qolish, qayta ishlash va boshqalardan iborat.*

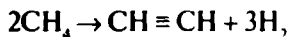
### 3- §. O'zbekistonda kimyo sanoati

Keyingi yillarda O'zbekistonda kimyo sanoati naqadar rivojlanganligini, kimyo korxonalarida chiqindisiz texnologiya, chiqindilarni kompleks usulda qayta ishlab, foydali mahsulotlarga aylantirilayotganligini ko'rsatish maqsadida respublikamizdagi yirik kimyo korxonalari va ularda qanday mahsulotlar qaysi usullar bilan olinayotganligi haqida qisqacha ma'lumot berishni lozim topdik.

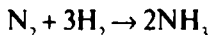
#### O'zbekistonda azotli va fosforli o'g'itlar hamda polimerlar ishlab chiqaruvchi korxonalar

**Chirchiq elektrkimyo kombinati.** Asosiy ishlab chiqarish mahsulotlari suyuq ammiak (bir necha xil turlari), suyultirilgan va konsentrlangan nitrat kislotasi, ammoniy nitrat (selitra), karbamid (mochevina),  $\epsilon$ -kaprolaktam, suyuq va gaz holatidagi vodorod, karbonat angidrid, natriy va kaliy metallari hamda turli xil nikelli, mis-rux-aluminiy, aluminiy-xrom katalizatorlaridan iborat. Bularning ichida sanoat va qishloq xo'jaligi uchun eng muhimlari bo'lgan ammiak, selitra, A va B markali karbamid, kuchli azot kislotalari texnologiyalari to'g'risida qisqa ma'lumotlar berish maqsadga muvofiqdir.

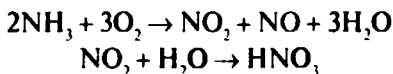
Havoni juda past temperaturada suyuqlantirib, azot bilan kislorodga ajratiladi. Metan gazini yuqori bosim va temperaturada (900–1000 °C) parchalab, asetilen va vodorod gazlari olinadi:



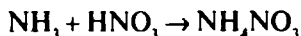
Hosil bo'lgan vodorodni nikel katalizatori vositasida (500 °C) da havodagi azot bilan birlashtirib, ammiakka aylantiriladi:



Endi ammiakdan azot(II) oksid va azot (IV) oksid olinadi hamda ularni suv bilan reaksiyaga kiritib, avvaliga suyultirilgan, so'ngra konsentrlangan nitrat kislotasi hosil qilinadi:



Nitrat kislotani ammiak bilan birlashtirib, ammoniy nitrat tuzi, ya'ni selitra olinadi:



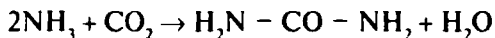
Albatta, bu jarayon biz aytganday uncha oddiy emas, chunki eritmani bug'lantirib, uning namligini ma'lum darajaga yetkazish



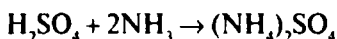
va uni grandminorlardan sohib, granularga aylantirish hamda qadoqlash ancha murakkab ishlardan hisoblanadi.

Kezi kelganda shuni ham aytish kerakki, *Navoiy azot* va *Farg'ona azot* birlashmalarida ham xuddi shunday reaksiya va jarayonlar asosida selitra ishlab chiqariladi.

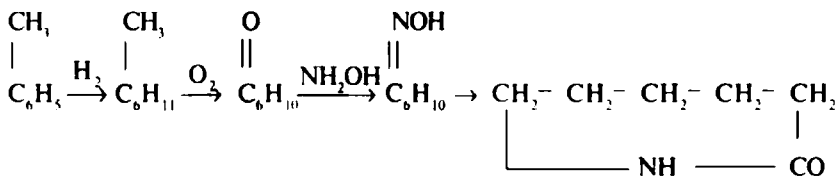
**Chirchiq elektrkimyo kombinatida** tarkibida kimyoviy bog'langan azotning ko'pligi jihatidan birinchi o'rinda turadigan, eng samarali o'g'itlardan biri — karbamid, ya'ni „mochevina“ deb ataladigan o'g'it ishlab chiqariladi:



e-kaprolaktam ishlab chiqarishdan qayta ajralib chiqqan sulfat kislotani ammiak bilan neytrallab, ya'ni bir muhim o'g'it — nitrat gruppasi bo'lmagan ammoniy sulfat olinadi:



Kombinatda, shuningdek, e-kaprolaktam ishlab chiqariladi. Uni sintezlash uchun toluolni gidrogenlash orqali dietilsiklogeksan olinadi, uni oksidlash va oksimlash yo'li bilan siklogeksanon, siklogeksan oksimga aylantirilib, Bekman qayta gruppalash reaksiyasiga binoan e-kaprolaktam sintez qilinadi:



**Olmalik «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi.** Bu birlashma asosan ammos, monoammoniy fosfat — universal fosfor-azotli o'g'it (UFAO') ishlab chiqaradi.

**Samarqand kimyo zavodi.** Bu zavodda asosiy ishlab chiqariladigan mahsulotlar: ammos, superfosfat va fosfor-azotli o'g'it.

**Qo'qon superfosfat zavodi.** Bu zavodda ishlab chiqariladigan asosiy mahsulot: ammoniyashtirilgan superfosfat o'g'iti.

**Navoiy azot ishlab chiqarish birlashmasi,** asosan, selitra ishlab chiqaradi, lekin tarkibida kimyoviy tola ishlab chiqaruvchi „Nitron“ korxonasi mavjud bo'lib, unda tabiiy metan asosida poliakrilonitril tolasi ishlab chiqariladi.

**Farg'ona kimyoviy tolalar kombinatida** yuqorida sintez qilingan e-kaprolaktamni polimerlanishga uchratib, e-polikaprolaktam va uni 240 °C da suyuqlantirib, filyeralardan o'tkazish orqali kapron tolasi olinadi.

Shu yo'l bilan olingan kapron tola avtomobil shinalarining mustahkamligini oshirish maqsadida rezina massasining ichiga qo'yiladigan armirlovchi kord sifatida qo'llaniladi.

**Sho'rtan neft-kimyو sanoat birlashmasi** qoshida kimyo sanoatining eng zarur mahsulotlari qatoriga kirgan, O'rta Osiyo va qo'shni mamlakatlar uchun ahamiyatli bo'lgan polietilen ishlab chiqarish korxonasi 2001- yil dekabr oyida ishga tushdi. Uning asosiy jarayoni neft tarkibida mavjud bo'lgan yo'ldosh gazlar – etan-etilen, propan-propilen, butan-butilenlardan etilen va butilen-l sintezlash, so'ngra Sigler katalizatorlari vositasida polietilenga aylantirishdir (bosimda olingan polietilen).

**Farg'ona shahrida asetat ipak ishlab chiqarish korxonasi** mavjudligi va qog'oz tanqisligi anchadan beri selluloza ishlab chiqarishni taqozo etar edi. Hozir **Farg'ona furan kimyoviy birikmalari zavodida** yiliga 30 ming tonna toza paxta sellulozasi ishlab chiqarishga poydevor qo'yildi.

Xuddi shu kabi o'ta zarur bo'lgan **Kaustik soda zavodi** qurish tez sur'atlar bilan Qoraqalpog'istonda amalga oshirilmoqda.

### **Neftni qayta ishlash korxonalari**

1. Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi.
2. Buxoro neftni qayta ishlash zavodi.
3. Oltiariq neftni qayta ishlash zavodi.
4. Muborak gazni qayta ishlash zavodi.
5. G'uzor neft-kimyو kompleksi (qurilmoqda).

Respublikamizdagi 16 ta qurilish materiallari korxonalari va 19 ta yog'-moy ishlab chiqarish korxonalarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni ham kimyo sanoatining mahsuloti deyish mumkin, chunki ularni ishlab chiqarish kimyoviy jarayonlarga va kimyo fanida erishilgan yutuqlarga asoslangan.

Bulardan tashqari, respublikamizda O'zbekiston Fanlar akademiyasining kimyo sohasidagi 6 ta ilmiy-tekshirish instituti, „Fan va taraqqiyot“ ilmiy-texnologik kompleksi, 2 ta ilmiy-tekshirish va loyihalash instituti, 6 ta kimyo-texnologiya instituti va fakultetlari faoliyat ko'rsatmoqda. Ularning ko'plab laboratoriyalarida kimyo sohasidagi akademiklar va yetuk olimlar rahbarligida kimyo fani va sanoatining eng dolzarb masalalarini hal etish yo'lida katta ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.



# I BOB. KIMYONING ASOSIY TUSHUNCHALARI

## 1.1- §. Kimyoviy elementlar

„Element“ soʻzi tarkibiy qism degan maʼnoni bildiradi. Kimyoviy element — maʼlum xossaga ega boʻlgan atomlar toʻplami, yaʼni kimyoviy xossalari bir xil boʻlgan atomlar turidir. Masalan, azot atomlarning bitta turini, bitta kimyoviy element — azot elementini, xlor atomlarning boshqa turini, kimyoviy element xlorni bildiradi. Butun koinot, eng uzoq yulduzlar ham kimyoviy elementlardan tarkib topgan. Hozir bizga 109 ta atomlar turi — 109 ta kimyoviy element maʼlum. Kimyoviy element bilan oddiy moddani bir-biridan farq qila bilish lozim. Oddiy modda element deb atalsa — bu xato, ammo elementni oddiy modda deb atalsa — bu ham xatodir. Bitta kimyoviy element bir necha xil oddiy moddalar hosil qilishi mumkin.

«Suv ikki oddiy moddadan — vodorod va kisloroddan tarkib topgan» desak ham, shubhasiz xato qilgan boʻlamiz. Baʼzan oddiy modda ham, shu moddani tashkil etgan kimyoviy element ham bir xil ataladi. Masalan, temir deganda oddiy modda ham, temir elementi ham tushuniladi.

Uglerod degan kimyoviy element bir necha oddiy modda — koʻmir, olmos va grafit hosil qiladi. Simob oddiy modda holatida muayyan xossalarga ega, u metall yaltiroqlikka ega boʻlgan suyuqlik; bu xossalarni kislorod bilan birikkan holatdagi simobdan topib boʻlmaydi. Simob (II) oksiddagi simob oddiy modda holidagi simob emas, balki simob elementidir. Bir xil kimyoviy elementdan tarkib topgan moddalar oddiy modda, ikki va undan koʻp kimyoviy elementlardan tarkib topgan moddalar murakkab moddalar deyiladi.

## 1.2- §. Oddiy va murakkab moddalar. Allotropiya

Tabiatda moddalarning turlari juda koʻp. Ularni alohida-alohida oʻrganish qiyin, shuning uchun ular guruh-guruhlarga boʻlib oʻrganiladi. Moddalarni tarkibiga qarab ikki guruhga boʻlish mumkin:

- 1) oddiy moddalar;
- 2) murakkab moddalar.

Molekulalari bir elementning atomlaridan tashkil topgan moddalar oddiy moddalar deb ataladi. Masalan, temir, azot, kislorod va h.k. Masalan, azot moddasi azot elementining ikki atomidan, xlor moddasi xlor elementining ikki atomidan iborat va h.k.

Molekulalari turli elementlarning atomlaridan tashkil topgan moddalar murakkab moddalar deb ataladi. Masalan, shakar —  $C_{12}H_{22}O_{11}$  — uning molekulasi uglerod, vodorod va kislorod elementlari atomlaridan tashkil topgan. Suv molekulasi vodorod va kislorod elementlarining atomlaridan tuzilgan. Turli oksidlar, tuzlar, kislotalar va asoslar murakkab moddalarga misol bo'ladi.

Bitta kimyoviy elementning o'zi ikki yoki bir necha oddiy moddalar hosil qilishi *allotropiya* deb, bu moddalarning har biri esa allotropik shakl o'zgarishlar deb ataladi. Masalan, kislorod elementi ikkita allotropik modifikatsiya — kislorod va ozon, uglerod elementi ham ikkita — olmos va grafit hosil qiladi; fosfor, oltin-gugurt elementlari ham bir necha xil modifikatsiya hosil qiladi.

Allotropik shakl o'zgarishlarning mavjudligi molekuladagi bir xil atomlarning soni yoki joylashuvi biror tarzda o'zgarishidan kelib chiqadi. Hozirgi vaqtda 112 ta kimyoviy element ma'lum bo'lgani holda, oddiy moddalar soni 1000 dan ortiq. Tabiiy oltin-gugurt rombik kristallar ko'rinishida uchraydi.  $96\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan yuqorida u asta-sekin monoklinik oltin-gugurtga aylanadi. Agar  $350\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib suyuqlantirilgan oltin-gugurtni sovuq suvga quysak, kristall bo'lmagan plastik oltin-gugurt olinadi. Yuqorida aytib o'tilgan hamma oddiy moddalar bir kimyoviy elementdan — oltin-gugurtdan tashkil topgan. Bu moddalar yondirilganda bitta mahsulot — sulfit angidrid hosil bo'ladi.

### 1.3- §. Kimyoviy belgi va kimyoviy formulalar

Kimyoda moddalarning tarkibini va ular orasidagi kimyoviy reaksiyalarni ko'rsatish uchun har bir kimyoviy element o'zining maxsus belgisi bilan ifodalanadi. Berselius 1813- yilda elementlarning simvollarini sifatida lotincha nomlarining bosh harflarini olishni taklif qildi. Masalan, kislorod (oxygenium) O harfi bilan, oltin-gugurt (sucfur) S harfi bilan, vodorod (hydrogenium) H bilan belgilanadi. Agar bir necha elementning bosh harfi bir xil bo'lsa, ularning belgisi bosh harfdan va undan keyingi bir harfdan tuziladi. Masalan, kalsiy (calcium)ning belgisi Ca, mis (cuprum)ning belgisi Cu va h.k.

Kimyoviy belgilar: 1) elementning nomini; 2) uning bir atomini; 3) atom og'irligini ko'rsatadi. Kimyoviy birikmaning formulasi uni tashkil etgan elementlarning simvollaridan tuzilgan. 109 ta

elementning kimyoviy belgisi D.I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasida keltirilgan. Moddaning tarkibini shu moddani tashkil etgan elementlarning kimyoviy belgilari bilan ifodalash natijasida moddaning kimyoviy formulasi olinadi. Kimyoviy formula berilgan modda molekulasida tarkibiga qanday atomlar qancha miqdorda kirishini ko'rsatadi. Murakkab moddaning formulasini yozish uchun modda qanday kimyoviy elementlardan tuzilganligini va uning molekulasida har qaysi elementning nechtdan atomi borligini bilish lozim.

Kimyoviy formulalar: 1) moddaning nomini; 2) shu formulaga qarab, ayni modda oddiy yoki murakkab modda ekanligini; 3) u qanday elementlardan hosil bo'lganligini; 4) uning molekulasida tarkibiga har qaysi elementning nechtdan atomi kirganligini; 5) uning bitta molekulasini; 6) modda tarkibiga kiruvchi elementlar qanday og'irlik nisbatda ekanligini; 7) moddaning molekular massasini ko'rsatadi.

Moddaning kimyoviy formulasi 2 xil bo'ladi: 1) eng oddiy formula; 2) haqiqiy yoki molekular formula.

Eng oddiy formula molekuladagi atomlarning mutlaq sonini emas, balki har xil elementlarning atomlari soni orasidagi nisbatni ko'rsatadi. Haqiqiy formula molekuladagi atomlarning haqiqiy sonini ko'rsatadi. Murakkab moddalarning eng oddiy formulasini chiqarish uchun uning og'irlik tarkibini va shu modda tarkibidagi elementlarning atom massalarini bilish kerak.

**1- misol.** Tarkibida 43,4% Na, 11,3% C va 45,3% O bo'lgan moddaning eng oddiy formulasini yozing.

*Yechish.* Bu birikma tarkibida  $x$  atom natriy,  $y$  atom uglerod va  $z$  atom kislorod bor, deylik. Bunda formula  $\text{Na}_x\text{C}_y\text{O}_z$  shaklda yoziladi.

Agar biz  $x$ ,  $y$ ,  $z$  larning o'zaro nisbatlarini topsak, shu birikmaning eng oddiy formulasini chiqargan bo'lamiz. Natriyning atom massasini 23, uglerodniki 12, kislorodniki 16 ekanligini e'tiborga olsak, shu modda molekulasida  $23 \cdot x$  og'irlik qism Na,  $12 \cdot y$  og'irlik qism uglerod va  $16 \cdot z$  og'irlik qism kislorod bor deb aytish mumkin. Ularning har birini tegishli elementlarning og'irlik foizlariga tenglashtiramiz:

$$23 \cdot x = 43,4; \quad 12 \cdot y = 11,3; \quad 16 \cdot z = 45,3$$

tenglamalardan  $x$ ,  $y$ ,  $z$  larni topaylik:

$$x = \frac{43,4}{23} = 1,88; \quad y = \frac{11,3}{12} = 0,94; \quad z = \frac{45,3}{16} = 2,83;$$

$x$ ,  $y$ ,  $z$  lar kasr sonlarga teng bo'ladi. Ular orasidagi nisbatni

topamiz:  $x : y : z = 1,88 : 0,94 : 2,83$ . Molekuladagi atomlar butun sonlar bilan ifodalanishi kerak. Shuning uchun tenglamaning o'ng tomonini eng kichik son 0,94 ga bo'lamiz. Bunda  $x : y : z = 2 : 1 : 3$  kelib chiqadi.

Demak, birikma molekulasida ikki atom natriy, bir atom uglerod, uch atom kislorod bor. Buni  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Na}_6\text{C}_3\text{O}_9$ , va h.k. formulalar bilan ko'rsatish mumkin. Masalada birikmaning molekular massasi berilmagani sababli, bu formulalardan qaysi biri shu birikmaning haqiqiy formulasi ekanini aytib bo'lmaydi. Eng oddiy formula shaklida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ni qabul qilamiz.

Birikmaning haqiqiy formulasini topish uchun moddaning foiz tarkibi, uning molekular massasi va tarkibiga kirgan elementlarning atom massalari aniq bo'lishi kerak. Bu holda ham eng oddiy formula topilgan metoddan foydalaniladi. Haqiqiy formula bo'yicha hisoblangan molekular massa masala shartida berilgan molekular massaga teng bo'lishi kerak.

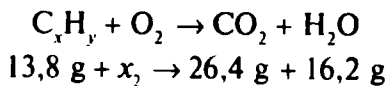
**2- misol.** 13,8 g organik modda batamom yondirilganda 26,4 g karbonat angidrid bilan 16,2 g suv hosil bo'lgan. Bu modda bug'ining vodorodga nisbatan zichligi 23 ga teng. Uning molekular formulasini chiqaring.

**Yechish.** Birikmaning haqiqiy formulasini topish uchun uning molekular massasini, tarkibidagi elementlarning foiz miqdori va shu birikma tarkibidagi elementlarning atom og'irliklari ma'lum bo'lishi kerak. Masala shartida bular berilmagan. Demak, bu masalani yechish uchun, avvalo, birikmaning molekular massasini va shu birikma tarkibidagi elementlarning og'irlik nisbatlarini topishimiz kerak:

$$1) \text{ molekular massani } M = D_{\text{H}_2} \cdot M_1 \text{ formula bo'yicha topamiz:}$$

$$M = 2 \cdot 23 = 46$$

2) birikma tarkibidagi elementlarning og'irlik nisbatlarini topamiz: noma'lum modda yondirilganda karbonat angidrid bilan suv hosil bo'lgan. Demak, noma'lum modda tarkibida uglerod atomlari albatta, bo'lishi kerak:



1. Reaksiya tenglamasidan foydalanib, noma'lum modda tarkibida qancha uglerod borligini topamiz:

$$44 \text{ g CO}_2 \text{ da } 12 \text{ g C bo'lsa,}$$

$$26,4 \text{ g CO}_2 \text{ da } x \text{ g C bo'ladi.}$$

$$x = \frac{12 \cdot 26,4}{44} = 7,2 \text{ g.}$$

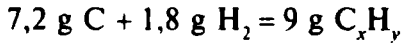
Yongan modda tarkibidagi vodorod og'irligini topaylik:

$$18 \text{ g H}_2\text{O da } 2 \text{ g H}_2 \text{ bo'lsa,}$$

$$16,2 \text{ g H}_2\text{O da } y \text{ g H}_2 \text{ bo'ladi.}$$

$$x = \frac{16,2 \cdot 2}{18} = 1,8 \text{ g}$$

3. Yongan organik modda tarkibida uglerod hamda vodoroddan tashqari kislorod elementi bor yoki yo'qligini aniqlaymiz:



$$13,8 \text{ g} - 9 \text{ g} = 4,8 \text{ g}$$

Demak, organik modda tarkibida 4,8 g kislorod ham bor ekan. Yongan organik modda tarkibida 7,2 g uglerod, 1,8 g vodorod va 4,8 g kislorod bor ekanligiga iqror bo'ldik.

4. Endi modda tarkibidagi uglerod atomlari sonini  $x$ , vodorodnikini  $y$  va kislorod atomlarining sonini  $z$  bilan belgilaymiz. So'ngra  $x$ ,  $y$ ,  $z$  larning nisbatlarini topamiz:

$$x : y : z = \frac{7,2}{12} : \frac{1,8}{1} : \frac{4,8}{16} = 0,6 : 1,8 : 0,3$$

Tenglamaning o'ng tomonini eng kichik son 0,3 ga bo'lsak, u holda  $x : y : z = 2 : 6 : 1$  kelib chiqadi. Demak, birikmaning eng oddiy formulasida ikki atom uglerod, 6 atom vodorod va bir atom kislorod bor deyish mumkin:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Bu formula asosida birikmaning molekular massasini topamiz. U 46 ga teng bo'ladi. Birikmaning molekular massasi bilan masalaning shartida berilgan molekular massani taqqoslaymiz. Agar ular bir-biriga teng bo'lsa, moddaning haqiqiy formulasi bilan uning eng oddiy formulasi orasida farq bo'lmaydi. Bizga berilgan misolda shu holni ko'ramiz. Demak, birikmaning haqiqiy formulasi  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  bo'lishi kerak.

### 1.4- §. Moddalarning foiz tarkibini hisoblash

Kimyoviy formulasi noma'lum birikmaning foiz tarkibi kimyoviy analiz yo'li bilan topiladi. Agar moddaning formulasi ma'lum bo'lsa, bu birikmaning molekular massasini va tarkibidagi elementlarning og'irlik miqdorini topishimiz mumkin.

**Misol:** kaliy nitrat  $\text{KNO}_3$  ning foiz tarkibini hisoblang.

*Yechish.* Birikma tarkibidagi kaliy, azot, kislorodning foiz miqdorini hisoblash uchun, avval, shu birikmaning molekular massasi hisoblab chiqariladi:

$$M = 39,1 \cdot 1 + 14 + 16 \cdot 3 = 101,1$$

So'ngra 101,1 og'irlik qismni 100% deb, kaliy, azot va kislorodning foiz miqdori topiladi.

Kaliyning foiz miqdorini topaylik:

$$101,1 - 100\%$$

$$39,1 \text{ g} - x\%$$

bundan

$$x = \frac{39,1 \cdot 100}{101,1} = 38,674\% \text{ K}$$

Azotning foiz miqdori:

$$101,1 - 100\%$$

$$14 - x\%$$

bundan

$$x = \frac{14 \cdot 100}{101,1} = 13,845\% \text{ N}$$

Kislorodning foiz miqdori:

$$101,1 - 100\%$$

$$48 - x\%$$

bundan

$$x = \frac{48 \cdot 100}{101,1} = 47,478\% \text{ O.}$$





## II BOB. ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT

### 2.1- §. Atom-molekular ta'limot

Qadimgi yunon faylasufi, materialist Levkip va uning shogirdi, yunon faylasufi Demokrit modda bir-biridan bo'shliq fazo bilan ajralgan juda ham mayda zarrachalardan tashkil topgan, degan ta'limotni ilgari surgan edi. Ular bunday zarrachalarni «atomlar» deb atab, birinchi bo'lib «atom» so'zini fanga kiritdilar. Lekin ular o'z fikrlarini isbotlash uchun ilmiy dalillar keltira olmaganlar, faqat faraz qilganlar, xolos. XVI asrning boshida fransuz olimi P.Gassendi tarixda unutilib ketgan «atom» tushunchasini yana fanga kiritdi. P.Gassendi «moddalar atomlardan tuzilgan, atomlarning birikishidan molekula hosil bo'ladi» deb «molekula» atamasini birinchi bo'lib fanga kiritdi. 1741- yilda M.V. Lomonosov atom-molekular tasavvurlarni rivojlantirib, muntazam tabiiy-ilmiy sistemaga soldi.

Atom-molekular ta'limotning mohiyati quyidagilardan iborat:

1) barcha moddalar juda mayda zarrachalar — atomlardan tarkib topgan. Bu zarrachalar muayyan kimyoviy xossalarga ega bo'lib, ayrim qismlarga boshqa bo'linmaydi;

2) molekularlar to'xtovsiz harakatda bo'ladi;

3) atomlarning biror miqdoriy qonuniyat bilan o'zaro birikuvidan murakkab zarrachalar hosil bo'ladi;

4) atomlarning muayyan massa va o'lchami bor;

5) har bir moddaning tarkibini uning molekulasini tarkibi bilan ifodalash mumkin;

6) oddiy moddalarning molekularlari bir xil atomlardan, murakkab moddalarning molekularlari esa har xil atomlardan tuzilgan.

XVIII asrdan to XIX asrning boshlarigacha atomlar eng oddiy (elementar) zarracha hisoblanib keldi. Bu davrda atomlarning mavjudligi ham olimlar uchun isbotlanmagan fikr edi, xolos. Lomonosovdan keyin 1802–1808- yillarda kimyoda atom haqidagi ta'limotni ingliz olimi Dalton yaratdi. Lomonosovning atom-molekular ta'limoti bilan Daltonning atom haqidagi ta'limoti orasida ancha farq bor:

1. Lomonosovning fikricha, oddiy moddalar ham molekularlardan tuzilishi mumkin. Dalton ta'limotida esa oddiy moddalar faqat ayrim atomlardan tuzilgan deyilib, xato qilinadi.

2. Lomonosov molekulada yangi sifatlar hosil bo'lishini to'g'ri tushuntira oldi. Dalton esa molekulani atomlarning mexanik to'dalanishi deb qaradi.

3. Lomonosov atom hamisha harakatda deb qarab, materiyani harakat bilan birgalikda tasavvur etgan bo'lsa, Dalton atomni harakatdan tamomila xoli, harakatsiz, deb tasavvur qildi. Daltonning ta'limoti Lomonosov ta'limotiga qaraganda bir qadam orqaga chekinish edi.

Lekin Daltonning xizmati shundaki, u kimyoda „element“, „atom og'irliklari“ degan tushunchalarning katta ahamiyatga ega ekanligini angladi va o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan elementlarning atom og'irliklarini aniqlashga urindi.

1860- yilda Karlsruyeda (Germaniya) bo'lib o'tgan xalqaro kimyogarlar s'yezdida olimlar moddaning atom-molekular tuzilishi ta'limotini qabul etib, molekula va atomga quyidagi ta'riflarni berdilar.

*Moddaning eng kichik va mustaqil mavjud bo'la oladigan zarrachasi molekula deb ataladi.*

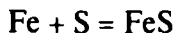
*Murakkab va oddiy molekularlarning tarkibiga kiruvchi elementlarning eng kichik zarrachasi atom deb ataladi.*

## **2.2- §. Kimyoning asosiy qonunlari**

1. **Moddalar massasining saqlanish qonuni.** Modda hech qachon yo'qolib ketmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Olamdagi moddalarning miqdori hamma vaqt o'zgarmasdan qoladi. «Bir yerda qancha materiya kamaysa, ikkinchi bir yerda shuncha materiya ortadi» degan fikrni miloddan 5 asr ilgari yunon faylasuflari aytib o'tgan edilar. XVII va XVIII asrning materialist faylasuflari bu fikrni hech qanday isbotga muhtoj bo'lmagan qonun, deb hisoblar edilar. Biroq o'sha zamondagi kimyogarlar bu qonunning kimyo uchun naqadar muhim ekanligini tushunmadilar va kimyoviy jarayonlarning miqdoriy tomoniga e'tibor bermadilar. Lomonosov kimyoga oid barcha tajribalarida tarozidan foydalanib, reaksiya uchun olingan moddalar miqdorini reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar miqdoriga solishtirib, moddalarning umumiy miqdori o'zgarmasligini aniqladi va yo'qolmaslik prinsipini aniq miqdoriy tajribalarda isbot etdi, miqdoriy tahlil usulini kimyoga birinchi bo'lib kiritdi.

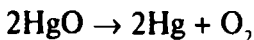
U og'zi suyuqlantirib berkitilgan idishlarda metallarni qattiq qizdirish tajribalarini o'tkazib, moddalarda bo'ladigan kimyoviy o'zgarishlarning asosiy qonunini (1748- yilda) kashf etdi.

Hozirgi vaqtda bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: *kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massasiga tengdir*. Masalan, 8 g oltingugurt 14 g temir bilan reaksiyaga kirishib, 22 g temir sulfid hosil qiladi:



$$14 \text{ g} + 8 \text{ g} = 22 \text{ g}$$

433,2 g simob oksid parchalanganda 401,2 g simob va 32 g kislorod ajralib chiqadi:



$$433,2 \text{ g} \rightarrow 401,2 \text{ g} + 32 \text{ g}$$

2. **Tarkibning doimiylik qonuni.** M.V.Lomonosovning moddalar massasining saqlanish qonuni kashf etilgandan keyin moddalar muayyan miqdorda birikadimi yoki har qanday miqdorda ham birikaveradimi, moddaning tabiati biriktiruvchi miqdorlarga bog'liqmi, degan masalalarga XIX asr boshlarida olimlar qiziqib qoldilar. Bu masala ustida bir qancha tajribalar o'tkazgan fransuz kimyogari J. Prust 1799—1808- yillardagi o'z tekshirishlariga asoslanib, moddalar ma'lum miqdorlardagina o'zaro birikadi, elementlar o'zaro birikkanda faqat ma'lum tarkibli birikmalar hosil bo'ladi, binobarin, murakkab moddalar bir xil tarkibga ega bo'ladi, degan xulosaga keldi. Masalan, suv qanday yo'l bilan olinishidan qat'iy nazar uning tarkibiga kirgan vodorod va kislorod miqdorlari o'zaro 1 : 8 og'irlik nisbatda bo'ladi. Agar reaksiya uchun 2 og'irlik qism vodorod, 8 og'irlik qism kislorod olinsa, u holda 1 og'irlik qism vodorod reaksiyaga kirishadi. Natijada bir og'irlik qismi reaksiyaga kirishmay ortib qoladi. Yoki uglerod bilan kislorodni biriktirib olingan uglerod (IV) oksidda 3 og'irlik qism uglerodga 8 og'irlik qism kislorod to'g'ri kelishini ko'ramiz.

$\text{CO}_2$  ni uglerod bilan kislorodni biriktirib olinsa ham,  $\text{CaCO}_3$  ni parchalab olinsa ham,  $\text{CaCO}_3$  ga xlorid kislotaga ta'sir ettirib olinsa ham baribir uning tarkibi 3 : 8 nisbatda bo'ladi. Demak, har qanday kimyoviy birikmaning tarkibi doimiydir. Bu qonun tarkibning doimiylik qonuni deb ataladi.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko'rsatdiki, o'zgarimas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda, o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo'lar ekan. N.S.Kurnakovning taklifiga ko'ra, o'zgarimas tarkibli birikmalar *daltonidlar*, o'zgaruvchan tarkibilari — *bertollidlar*

(shunday birikmalar borligini oldindan 1808- yilda aytgan fransuz kimyogari Bertolle sharafiga) deb ataladi.

Daltonidlarining tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi. Masalan,  $H_2O$ ,  $HJ$ ,  $CCl_4$ ,  $CO_2$ . Bertollidlarining 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. Olinish sharoitiga qarab, vannadiy (II) oksidning tarkibi  $VO_{0,9}$  dan  $VO_{1,3}$  gacha bo'lishi mumkin. Yoki sirkoniy azot bilan birikib  $ZrN_{0,59}$ ,  $ZrN_{0,69}$ ,  $ZrN_{0,74}$  va  $ZrN_{0,89}$  nitridlar hosil qiladi. Bertollidlar, oksidlar, gidridlar, sulfidlar, nitridlar, karbidlar, siluidlar va kristall strukturaga ega bo'lgan boshqa anorganik birikmalar orasida uchraydi. Tarkibning doimiylik qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *molekular strukturali, ya'ni molekulalardan tuzilgan birikmalarining tarkibi olinish usulidan qat'i nazar o'zgarmas bo'ladi.* Nomolekular strukturali (atomli, ionli va metall panjarali) birikmalarining tarkibi esa o'zgarmas bo'lmaydi va olinish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Masalan, vannadiy (II) oksidning tarkibi temperaturaga qarab va sintezda ishlatiladigan kislorodning bosimiga qarab o'zgaradi.

3. **Avogadro qonuni.** Gey-Lussakning tekshirishlari, ko'pincha, kimyogarlarning diqqatini o'ziga jalb etgan. O'sha zamonning eng ko'zga ko'ringan olimlaridan Berselius fikriga ko'ra, bir xil sharoitda olingan va hajmlari teng bo'lgan gazlardagi atomlar soni baravar bo'ladi. Bundan biror gazning og'irligini shu hajmdagi vodorodning og'irligi bilan taqqoslab ko'rib, o'sha gazning atom og'irligini aniqlash mumkindek ko'rinadi. Ammo bu taxmin bir necha ziddiyatga duch keldi. Haqiqatan ham, hajmlari o'zaro teng bo'lgan gazlardagi atomlar soni baravar bo'lsa, u holda, masalan, bir hajm vodorod bilan bir hajm xloridan bir hajm vodorod xlorid hosil qilish kerak edi. Gey-Lussak tajribasida ikki hajm vodorod hosil bo'ldi.

Gey-Lussak qonunini Berseliusning «oddiy moddalar atomlardan tuzilgan» degan ta'limoti asosida izohlab bo'lmaydi. Bu qonunni tushuntirish uchun 1811- yilda A.Avogadro quyidagi isbotlanmagan fikrlarni o'rtaga tashladi:

1. Bir xil sharoitda (temperatura va bosim) turli gazlarning teng hajmlardagi molekular soni bir xil bo'ladi.

2. Gaz holatidagi oddiy moddalarning (vodorod, xlor, azot, kislorod) molekulari ikkita bir xil atomlardan tuzilgan.

3. Bir xil sharoitda har qanday gazning bir moli bir xil hajmni egallaydi.

Masalan, 1 mol vodorod 2 g keladi. 2 g vodorodda  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekula bo'ladi.  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekula normal sharoitda ( $0^\circ\text{C}$  temperatura va 1 atom bosimda) 22,4 l hajmni egallaydi. 1 mol xlor yoki 71 g xlor normal sharoitda 22,4 l hajmni egallaydi. Shu 22,4 l hajmdagi xlorda  $6,02 \cdot 10^{23}$  dona molekula bo'ladi.

**1- misol.** Normal sharoitda 1 l metan necha gramm bo'ladi?

*Yechish.*  $M_{\text{CH}_4} = 16$  g. Demak, 16 g metan normal sharoitda 22,4 l hajmni egallashini nazarda tutib, 1 l metanning massasini topamiz:

$$\begin{array}{l} 16 \text{ g CH}_4 \xrightarrow{\text{n.sh.}} 22,4 \text{ l} \\ x \text{ g} \quad \text{---} \quad 1 \text{ l} \\ x = \frac{16 \cdot 1}{22,4} = 0,714 \text{ g.} \end{array}$$

**2- misol.** 30 g ammiak va 4 g vodoroddan iborat gazlar aralashmasining hajmini toping.

*Yechish.* Har qanday gazning 1 moli normal sharoitda 22,4 l hajmni egallashini nazarda tutib, 30 g ammiak va 4 g vodorodning hajmini topamiz:

a)  $M_{\text{NH}_3} = 17$  g

$$\begin{array}{l} 17 \text{ g NH}_3 \xrightarrow{\text{n.sh.}} 22,4 \text{ l} \\ 30 \text{ g NH}_3 \quad \text{---} \quad x \text{ l} \\ x = \frac{30 \cdot 22,4}{17} = 39,5 \text{ l} \end{array}$$

b)  $M_{\text{H}_2} = 2$  g

$$\begin{array}{l} 2 \text{ g H}_2 \xrightarrow{\text{n.sh.}} 22,4 \text{ l} \\ 4 \text{ g H}_2 \quad \text{---} \quad x \text{ l} \\ x = \frac{4 \cdot 22,4}{2} = 44,8 \text{ l} \end{array}$$

Aralashmaning hajmini topamiz:

$$39,5 \text{ l} + 44,8 \text{ l} = 84,3 \text{ l.}$$

**4. Ekvivalentlar qonuni.** Ingliz olimi Dalton XVIII asrning oxirida elementlarning o'zaro muayyan miqdordagina birika olishini aytdi hamda bu miqdorlarni «birikuvchi miqdorlar» deb atadi. Keyinchalik «birikuvchi miqdorlar» termini «ekivalent» termini bilan almashtirildi.

Ekvivalent — teng qiymatli demakdir. Elementlarning ekvivalentini aniqlashda vodorod va kislorod ekvivalentlari asos qilib qabul qilingan. Elementning 8 og'irlik qism kislorod yoki 1,008 og'irlik qism vodorod bilan birikadigan, yoki birikmalarda shuncha kislorod, yoxud shuncha vodorod o'rmini oladigan og'irlik qismini ko'rsatuvchi son shu elementning *ekvivalenti* deyiladi. Ekvivalentlar qonuni shunday ta'riflanadi: *elementlar o'zaro ekvivalentlariga proporsional miqdorlarda birikadi va almashinadi*. Masalan, 1,008 og'irlik qism vodorod 35,5 og'irlik qism xlor, 23 og'irlik qism natriy, 19 og'irlik qism ftor, 20 og'irlik qism kalsiy va 9 og'irlik qism aluminiy bilan birikadi. Xlorning ekvivalenti 35,5 ga, natriyning ekvivalenti 23 ga, kalsiyning ekvivalenti 20 ga, aluminiyning ekvivalenti esa 9 ga teng.

Agar element bir necha birikma hosil qilib, ularda turli xil valentlik namoyon qilsa, ekvivalentlar qiymati turlicha bo'ladi. Masalan, CO da uglerod ikki valentli va uning ekvivalenti 6 ga teng. Bu yerda: 12 : 16 yoki 6 : 8 nisbatda birikkan. Uglerod (IV) oksid CO<sub>2</sub> da esa uglerod to'rt valentli va uning ekvivalenti 3 ga teng bo'ladi. Bu yerda 12 : 32 yoki 3 : 8 nisbatda birikkan. Ekvivalentlar qonunining matematik ifodasini quyidagi nisbat bilan ko'rsatish mumkin:

$$\frac{M_A}{M_B} = \frac{E_A}{E_B}$$

bunda,  $M_A$  va  $M_B$  o'zaro ta'sirlashayotgan  $A$  va  $B$  moddalarning massalaridir.  $E_A$  va  $E_B$  shu moddalarning ekvivalentlaridir. Murakkab moddalar ham o'zaro ekvivalent miqdorlarda reaksiyaga kirishadi. Agar biror element kislorod yoki vodorod bilan birikma hosil qilgan bo'lsa, u holda shu elementning ekvivalenti vodorod yoki kislorod bilan birikkan miqdoriga qarab topiladi. Agar element kislorod, vodorod bilan birikma hosil qilmasa, ekvivalenti ma'lum bo'lgan boshqa elementlar bilan hosil qilgan birikmasiga qarab uning ekvivalenti aniqlanadi.

Moddaning ekvivalent massasiga son jihatdan teng qilib, grammlar hisobida olingan miqdor *gramm-ekvivalent* deyiladi. Ekvivalent ( $E$ ), atom massasi ( $A$ ) va elementning valentligi ( $V$ ) orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$E = \frac{A}{V}; \quad A = EV; \quad V = \frac{A}{E}.$$

Kislotalarning ekvivalentini topish uchun kislotalarning molekular massasini uning negizligiga bo'lish kerak. Masalan:

$$\text{a) } E_{\text{HCl}} = \frac{36,5}{1} = 36,5; \quad \text{b) } E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98}{2} = 49;$$

$$d) E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{98}{3} = 32,66.$$

Asosning ekvivalentini topish uchun uning molekular massasini shu asos tarkibidagi gidroksil (OH) gruppining soniga bo'lish kerak. Masalan:

$$E_{\text{NaOH}} = \frac{40}{1} = 40;$$

$$E_{\text{Ba(OH)}_2} = \frac{171,34}{2} = 85,67.$$

$$E_{\text{Al(OH)}_3} = \frac{78}{3} = 26;$$

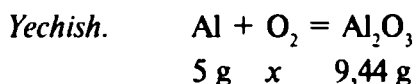
Tuzning ekvivalentini topish uchun tuzning molekular massasini shu tuz tarkibidagi metallning valentligi bilan atomlari sonining ko'paytmasiga bo'lish kerak. Masalan:

$$E_{\text{NaCl}} = \frac{58,5}{1 \cdot 1} = 58,5;$$

$$E_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{142}{1 \cdot 2} = 71$$

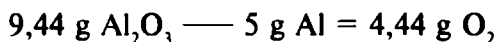
$$E_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{342}{2 \cdot 3} = 57;$$

**1-misol.** 5 g aluminiy yonganda 9,44 g aluminiy oksid hosil bo'ladi. Aluminiyning ekvivalentini aniqlang.

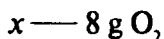
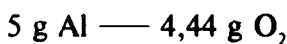


Ekvivalentlar qonuniga binoan, har qanday modda boshqa bir modda bilan o'zaro ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi.

Shunga asosan, 5 g aluminiy bilan qancha kislorod teng qiymatli ekanligini topamiz:



Elementlarning ekvivalentlarini o'lchashda o'lchov birligi qilib kislorod bilan vodorodning ekvivalenti olingani uchun 8 g kislorod bilan qancha aluminiy birikishini topamiz:



$$x = \frac{5 \cdot 8}{4,44} = 9.$$

Bu masalani ekvivalentlar qonunining matematik ifodasi formulasidan foydalanib ham yechsa bo'ladi:

$$\frac{M_{\text{Al}}}{E_{\text{Al}}} = \frac{m_{\text{O}_2}}{E_{\text{O}_2}}, \text{ bundan } E_{\text{Al}} = \frac{M_{\text{Al}} \cdot E_{\text{O}_2}}{m_{\text{O}_2}}.$$

Qiymatlarni o'rniga qo'ysak:

$$E_{Al} = \frac{5 \cdot 8}{4,4} = \frac{40}{4,4} = 9.$$

**2-misol.** 3,06 g metall kislotada eriganda n.sh.da o'lchangan 2,8 l vodorod ajralib chiqdi. Metallning ekvivalentini hisoblab toping.

*Yechish.* Bu masalani ikki xil usul bilan yechish mumkin.

1) 3,06 g metall 2,8 l vodorodni siqib chiqargan:

x g metall 11,2 l vodorodni siqib chiqaradi.

$$x = \frac{3,06 \cdot 11,2}{2,8} = 12,24$$

2) elementlarning ekvivalentini o'lchashda vodorodning ekvivalenti o'lchov birligi qilib olinganligi uchun 2,8 l vodorodning massasini topamiz. Buning uchun Avogadro qonunidan foydalanamiz:

a) 2 g H<sub>2</sub> n.sh.da 22,4 l

x g H<sub>2</sub> n.sh.da 2,8 l

$$x = \frac{2 \cdot 2,8}{22,4} = \frac{5,6}{22,4} = 0,250 \text{ g}$$

b) metallning ekvivalentini topamiz:

3,06 g Me \_\_\_\_ 0,250 g H<sub>2</sub>;      $x = \frac{1 \cdot 3,06}{0,250} = 12,24 \text{ g}.$

x g Me \_\_\_\_ 1 g H<sub>2</sub>

**3-misol.** 2 g metall mis tuzi eritmasidan 1,132 g misni siqib chiqaradi.  $E_{Cu} = 31,8$  ekanligini e'tiborga olib, metallning ekvivalentini aniqlang.

*Yechish.* Ekvivalentlar qonuniga muvofiq, kimyoviy elementlar bir-biri bilan o'z ekvivalentlariga proporsional bo'lgan og'irlik miqdorlarida birikadi yoki almashinadi. Masalaning shartiga ko'ra, 2 g metall 1,132 g mis bilan teng qiymatli bo'lsa, 31,8 g misni siqib chiqarish uchun qancha metall kerakligini topamiz:

2 g metall \_\_\_\_ 1,132 g Cu

x g metall \_\_\_\_ 31,8 g Cu

$$x = \frac{2 \cdot 31,8}{1,132} = 56,2 \text{ g}.$$



## 2.3- §. Atom og'irlik va molekular og'irlik. Gramm-atom va gramm-molekula

Dalton elementlarning nisbiy atom og'irliklarini aniqlashga birinchi bo'lib urindi. O'sha davrda fan va texnika darajasi past bo'lganligidan atomlarning mutlaq og'irliklarini aniqlash mumkin emas edi. Avogadro qonuni kashf etilganidan keyin elementlarning mutlaq atom og'irliklarini hisoblash imkoniyatiga ega bo'lingan bo'lsa-da, nisbiy atom og'irlik o'z ahamiyatini saqlab qoldi. Chunki elementlar atomining mutlaq og'irligi nihoyatda kichik sonlar bilan ifodalangani. Masalan, kislorod atomining massasi atigi  $26,60 \cdot 10^{-24}$  g, uglerod atomi  $19,93 \cdot 10^{-24}$  g, vodorod atomining og'irligi esa  $1,67 \cdot 10^{-24}$  g keladi. Bunday sonlardan foydalanish, ularni esda saqlab qolish va shu sonlar bilan arifmetik amallar bajarish juda qiyinligi sababli, amalda nisbiy atom og'irliklar bilan ish ko'riladi. Kislorodning nisbiy atom og'irligi 16 ga teng bo'lgani uchun kislorod atom og'irligining 16 dan bir qismi atom va molekulaning nisbiy og'irliklarini aniqlashda birlik qilib qabul qilinadi.

Kimyo fanining rivojlanishi natijasida tabiiy kislorod  $O^{16}$ ,  $O^{17}$ ,  $O^{18}$  izotoplar aralashmasidan iborat ekanligi aniqlandi. Tabiatda  $O^{17}$  va  $O^{18}$  ning miqdori nihoyatda kam bo'lgani uchun kislorod birligi uzoq vaqt (XX asrning 1961- yiliga qadar) saqlanib qolaverdi. Atom fizikasiga aloqador bo'lgan ilmiy ishlarda faqat  $O^{16}$  bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Natijada kimyoviy va fizikaviy atom massa degan ikki shkaladan foydalaniladigan bo'ldi. Ikki shkalaning ishlatilishi noqulayliklar tug'dirganidan keyin (1961- yilda) *atom va molekular massalar birligi uchun asos qilib uglerod izotopi  $C^{12}$  og'irligining o'n ikkidan bir qismi* qabul qilindi va u *uglerod birligi* deb ataldi.

Element atomining uglerod birligida ifodalangan og'irligi shu elementning atom massasini ko'rsatadi. Masalan, magniyning atom massasi 24,31 ga teng. Bu son magniy atomining uglerod atomidan  $\frac{24,31}{12} = 2,02$  marta og'ir ekanligini ko'rsatadi.

Modda molekulasining uglerod birligida ifodalangan og'irligi shu moddaning molekular massasi deyiladi. Biror moddaning molekular massasi shu molekula tarkibidagi hamma atomlarning massalari yig'indisiga teng. Masalan,  $H_3PO_4$  ning molekular massasi quyidagicha topiladi:

$$M_{H_3PO_4} = 1 \cdot 3 + 31 + 16 \cdot 4 = 98.$$

Kislorod birligida ifodalangan atom massadan uglerod birligida ifodalangan atom massaga o'tish uchun elementning atom mas-

sasini 0,999957 ga ko'paytirish kerak. Masalan: vodorodning atom massasi 1,008 k.b. ga yoki  $1,008 \cdot 0,999957 = 1,00796$  u.b. ga teng bo'ladi. Elementning atom massasiga son jihatdan teng qilib, grammlar bilan ifodalangan miqdori uning *moli* deb ataladi. Masalan, 15,999 g kislorod 1 molni, 31,998 g kislorod esa 2 molni tashkil qiladi.

Moddaning molekular massasiga son jihatdan teng qilib, gramm hisobida olingan miqdori uning *gramm-molekulasi* yoki qisqacha *mol* deb ataladi. Masalan, sulfat kislotaning molekular massasi 98 ga teng. 1 mol  $H_2SO_4 = 98$  g; 2 mol  $H_2SO_4 = 196$  g bo'ladi va h.k. Moddalarning grammlar hisobida olingan og'irligi *m* shu moddaning molekular massasi *M* ga bo'linsa, moddaning mollari soni *n* kelib chiqadi:

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

**1-misol.** 40 g magniy necha mol bo'ladi?

*Yechish.* Magniyning atom massasi 24,32 u.b. ga teng. Demak, 24,32 g magniy 1 molni tashkil qiladi. Shunga ko'ra, quyidagilarni yozamiz:

$$24,32 \text{ g} \text{ \_\_\_ } 1 \text{ mol}$$

$$40 \text{ g} \text{ \_\_\_ } x \text{ mol,}$$

bundan

$$x = \frac{40 \cdot 1}{24,32} = 1,64 \text{ mol.}$$

**2-misol.** 3 mol kalsiy necha gramm bo'ladi?

*Yechish.* Kalsiyning atom massasi 40 u.b. ga teng bo'lgani uchun:

$$1 \text{ mol Ca} \text{ \_\_\_ } 40 \text{ g}$$

$$3 \text{ mol Ca} \text{ \_\_\_ } x \text{ g,}$$

$$x = \frac{3 \cdot 40}{1} = 120 \text{ g.}$$

**3-misol.** 2 mol fosfat kislotasi necha gramm bo'ladi?

*Yechish.* Fosfat kislotaning molekular massasi

$$M_{H_3PO_4} = 1 \cdot 3 + 31 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ u.b.}$$

ga teng. Shunga asosan quyidagilarni yozamiz:

$$98 \text{ g } H_3PO_4 \text{ \_\_\_ } 1 \text{ mol,}$$

$$x \text{ g } H_3PO_4 \text{ \_\_\_ } 2 \text{ mol,}$$

$$x = \frac{98 \cdot 2}{1} = 196 \text{ g.}$$

**4-misol.** 189 g nitrat kislota necha gramm-mol bo'ladi?

*Yechish.* Nitrat kislota ning molekular massasi

$$M_{\text{HNO}_3} = 1 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 16 \cdot 3 = 63 \text{ u.b.}$$

ga teng.

Demak, 63 g nitrat kislota 1 gramm-mol bo'ladi. Shunga asosan quyidagilarni yozamiz:

$$63 \text{ g HNO}_3 \text{ \_\_\_ } 1 \text{ g-mol,}$$

$$189 \text{ g HNO}_3 \text{ \_\_\_ } x \text{ g-mol,}$$

$$x = \frac{1 \cdot 189}{63} = 3 \text{ g-mol.}$$

## **2.4- §. Gazlarning va gaz holatiga oson o'tadigan moddalarning molekular massasini aniqlash**

Gazlarning va gaz holatiga tarkibini o'zgartirmasdan oson o'tadigan moddalarning molekular massalarini Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan, gazlarning gramm-molekular hajmi 22,4 l ekanligi asosida yoki gazlarning nisbiy zichliklaridan foydalanib topish mumkin.

1. **Molekular massani gazlarning gramm-molekular (mol) hajmi asosida topish.** Avogadro qonuniga muvofiq, bir xil temperaturada va bir xil bosimda, bir xil hajmdagi gazlar molekularlarining soni o'zaro teng bo'ladi. Har qanday moddaning gramm-molekulasi-dagi molekular soni bir xil, ya'ni  $6,02 \cdot 10^{23}$  (Avogadro soni)ga teng bo'ladi. Bundan chiqadigan xulosa shuki, bir xil sharoitda gaz holatidagi har qanday moddaning gramm-molekulasi bir xil hajmni egallaydi. Haqiqatan ham, normal sharoitda ( $0^\circ\text{C}$  temperatura va 1 atmosfera bosimda) 1 l vodorod 0,0899 g, 1 l kislorod 1,4289 g, 1 l azot 1,2506 g keladi. Demak, 1 mol (2,016 g) vodorod

$$\frac{2,016}{0,0899} = 22,4 \text{ l, } 1 \text{ mol (32 g) kislorod } \frac{32}{1,4289} = 22,4 \text{ l, } 1 \text{ mol (28 g)}$$

azot  $\frac{28}{1,2506} = 22,4 \text{ l}$  hajmni egallaydi. Normal sharoitda har qan-

day gazning 1 gramm-molekulasi 22,4 l hajmni egallaydi. Agar biror gazning normal sharoitdagi egallagan hajmini va og'irligini bilsak, u holda gazning molekular massasini topa olamiz.

**1-misol.** Biror gazning 10 litri (n.sh.da) 7,14 g keladi. Shu gazning molekular massasini toping.

*Yechish.* Bu masalani yechish uchun 22,4 l gazning necha gramm kelishini topish kerak bo'ladi:

$$10 \text{ l gaz n.sh. da } \underline{\hspace{2cm}} 7,14 \text{ g,}$$

$$22,4 \text{ l gaz n.sh. da } \underline{\hspace{2cm}} x \text{ g,}$$

$$x = \frac{22,4 \cdot 7,14}{10} = 16 \text{ g.}$$

Demak, gazning molekular massasi 16 ga teng. Bu gaz metan bo'lishi mumkin, chunki metanning molekular massasi 16 ga teng.

## 2. *Molekular massani gazning nisbiy zichligi bo'yicha topish.*

Masalan, bir xil sharoitda, teng hajmda, ikki xil gaz olingan bo'lsin. Bu gazlarning massalarini o'lcaymiz. Birinchi gazning massasi  $m$ , ikkinchi gazning massasi  $m_1$  bo'lsin. Avogadro qonuniga ko'ra, bir xil sharoitda ularning hajmlari va molekulari soni o'zaro teng bo'lgani uchun massalarining bir-biriga nisbati molekular massalarining nisbatiga tengdir:

$$\frac{m}{m_1} = \frac{M}{M_1},$$

bu yerda,  $M$  — birinchi gazning,  $M_1$  — ikkinchi gazning molekular massasi.

Birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligini  $D$  deb belgilasak,  $D = \frac{M}{M_1}$ . Bundan  $M = D \cdot M_1$  kelib chiqadi. Yuqoridagi for-

muladan ko'rinib turibdiki, bu gazning molekular massasi uning ikkinchi gazga nisbatan zichligi bilan ikkinchi gaz molekular massasi orasidagi ko'paytmaga teng. Ko'pincha, gazlarning zichligi vodorodga nisbatan yoki havoga nisbatan olinadi. U vaqtda yuqoridagi formula quyidagicha yoziladi:

$$M = 2D_{H_2} \text{ yoki } M = 29 \cdot D_{\text{havo}}$$

**1-misol.** Karbonat angidridning vodorodga nisbatan zichligini toping.

*Yechish.* Karbonat angidridning molekular massasi 44 ga teng.

$$M = 2D_{H_2} \text{ formulasidan } D \text{ ni topamiz: } D = \frac{44}{2} = 22.$$

**2-misol.** 5,5 g gazning havoga nisbatan zichligi 1,52 ga teng, bu gaz normal sharoitda qancha hajmni egallaydi?

*Yechish.* Avvalo shu gazning molekular massasini topamiz. Buning uchun  $M = D \cdot M_1$  formuladan foydalanamiz:  $M = 1,52 \cdot 29 =$

= 44,08 g. So'ngra Avogadro qonunidan foydalanib, 5,5 g gaz egal-lagan hajmni topamiz:

$$44,08 \text{ g n.sh. da } \underline{\quad} 22,4 \text{ l}$$

$$5,5 \text{ g n.sh. da } \underline{\quad} x \text{ l}$$

$$x = \frac{22,4 \cdot 5,5}{44,08} = 2,8 \text{ l}$$

3. **Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, gazning molekular massasini topish.** Normal bo'lmagan sharoitda gazning molekular massasini topish uchun Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalaniladi:

$$PV = nRT$$

Bu yerda  $P$  — bosim,  $V$  — hajm,  $n$  — mollar soni,  $R$  — universal gaz doimiysi,  $T$  — absolut shkaladagi temperatura:

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

bu yerda  $m$  — gazning massasi,  $M$  — gazning molekular massasi.

Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidagi  $n$  ning o'rniga  $\frac{m}{M}$  ni qo'ysak,

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

kelib chiqadi. Bundan

$$M = \frac{m \cdot RT}{PV}$$

ni hisoblaymiz.

Agar gazning hajmi  $V$ , bosimi atm bilan ifodalansa,

$$R = \frac{P_0 \cdot V_0}{273} = \frac{1 \cdot 22,4}{273} = 0,082 \text{ atm.l/grad. mol}$$

bo'ladi. Gazning hajmi ml, bosimi esa mm simob ustuni bilan ifodalansa,

$$R = \frac{P_0 \cdot V_0}{273} = \frac{760 \cdot 22400}{273} = 62400 \text{ mm.ml / grad. mol}$$

SI sistemasida  $R = 8,31 \text{ j/mol K}$  bo'ladi.

**Misol.** Benzolni 600 ml miqdordagi bug'ining  $87^\circ\text{C}$  va  $83,2 \text{ KPa}$  bosimdagi massasi  $1,3 \text{ g}$  ga teng. Benzolning nisbiy molekular massasini toping.

*Yechish.* Bu masalani 2 xil usul bilan yechish mumkin:

*1- usul:* Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, gazning molekular massasi topiladi:

$$M = \frac{m \cdot RT}{PV} = \frac{1,3 \cdot 8,31 \cdot 360}{83,2 \cdot 0,600} = 78$$

*2- usul:* 1)  $PV = \frac{P_0 V_0}{T_0} T$  formuladan gazning n. sh. dagi hajmi topiladiz:

$$V_0 = \frac{PVT_0}{P_0 T} = \frac{83,2 \cdot 0,6 \cdot 273}{101,325 \cdot 360} = 0,3735 \text{ l}$$

2) 1,3 g gazning n. sh. dagi hajmi 0,3735 l ekanligini bilgan holda 22,4 l gazning massasi, ya'ni gazning molekular massasi hisoblanadi

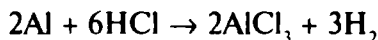
$$0,3735 \text{ l} \text{ --- } 1,3 \text{ g kelsa,}$$

$$22,4 \text{ l} \text{ --- } x \text{ g keladi}$$

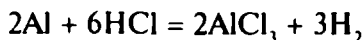
$$\text{bundan } x = \frac{22,4 \cdot 1,3}{0,3735} = 78 \text{ g.}$$

## 2.5- §. Kimyoviy tenglamalar

Kimyoviy reaksiyani kimyoviy formulalar vositasida ifodalash *kimyoviy tenglama* deyiladi. Kimyoviy tenglama qanday moddalar reaksiyaga kirishishini, qanday moddalar va qanday miqdoriy nisbatda hosil bo'lishini ko'rsatadi. Har bir tenglama tenglik alomati bilan birlashgan ikki qismdan iborat. Tenglamaning chap qismiga reaksiyaga kirishayotgan moddalarning formulalari, o'ng qismiga esa reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning formulalari yoziladi. Tenglama tuzish uchun dastlab boshlang'ich moddalar va hosil bo'ladigan moddalar yozilib, orasiga strelka qo'yiladi:



Tenglama yozish uchun har qaysi element atomlarining soni chap tomonda ham, o'ng tomonda ham bir xil bo'lishi lozim. Buning uchun reaksiyada ishtirok etayotgan elementlarning atomlari ikkala tomonda sanab chiqiladi. Agar bir xil atomlar soni ikkala tomonda teng bo'lsa, strelka tenglik alomati bilan almashtiriladi, ya'ni tenglama hosil bo'ladi:



Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, 2 molekula alumi- niy bilan 6 molekula xlorid kislotaga reaksiyaga kirishganda 2 mole- kula  $\text{AlCl}_3$  va 3 molekula  $\text{H}_2$  hosil bo'ladi. Tenglamaning chap va o'ng qismidagi moddalarning umumiy miqdorlari bir-biriga tengdir.

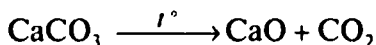
Chapda:  $27 \cdot 2 + 36,5 \cdot 6 = 273 \text{ g}$ .

O'ngda:  $133,3 \cdot 2 + 3 \cdot 2 = 273 \text{ g}$ .

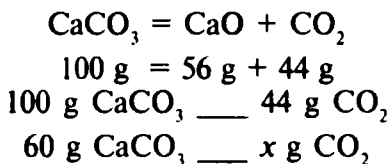
Kimyoviy tenglamadan foydalanib, ayni reaksiya bilan bog'liq bo'lgan turli hisoblashlarni bajarish mumkin.

**Misol.** 60 g kalsiy karbonat parchalanganda necha gramm ug- lered (IV) oksid hosil bo'ladi?

*Yechish.* 1)  $\text{CaCO}_3$  ning parchalanish reaksiyasini yozamiz:



2) reaksiyadan oldingi va reaksiyadan keyingi moddalarning molekular massasini hisoblaymiz:



Bundan

$$x = \frac{44 \cdot 60}{100} = 26,4 \text{ g CO}_2$$

hosil bo'ladi.

## 2.6- §. Valentlik

Kimyoviy formulalarni to'g'ri yozish uchun elementlarning va- lentligini bilish kerak. „Valentlik“ tushunchasi kimyo faniga o'tgan asrning o'rtalarida Franklin tomonidan kiritilgan. Ayni element- ning bir atomi boshqa elementning bir yoki bir necha atomlarini birliktirib olishi yoki birikmalar tarkibidagi boshqa element atom- lari o'rmini olishi mumkin. Elementlarning bu xususiyati ularning valentligi bilan ko'rsatiladi.

Valentlik birligi sifatida vodorod atomining valentligi qabul qi- lingan. Vodorod barcha birikmalarda bir valentli bo'ladi. Vodorod bilan birikma hosil qilgan elementlarning valentligi shu birikmadagi vodorod atomining soniga qarab aniqlanadi. Masalan:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NaH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  birikmalarda xlor bir valentli, oltingugurt ikki valentli, azot uch valentli, uglerod to'rt valentlidir.

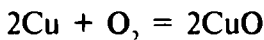
Ko'pchilik elementlar vodorod bilan birikma hosil qilmay, kislorod bilan birikma hosil qiladi. Kislorod barcha birikmalarda ikki valentli hisoblanadi. Kislorod bilan birikmalar hosil qilgan elementlarning valentligi kislorodning valentligiga qarab aniqlanadi. Masalan:  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $Mn_2O_7$ ,  $OsO_4$  birikmalarida kaliy bir valentli, kalsiy ikki valentli, temir uch valentli, uglerod to'rt valentli, fosfor besh valentli, marganes yetti valentli va osmiy sakkiz valentlidir. Valentlik doimo butun (1, 2, 3, 4, 5, 6 ...) sonlarga teng bo'ladi. Elementlarning valentligini valentligi ma'lum bo'lgan boshqa elementning valentligiga qarab ham aniqlash mumkin. Masalan,  $MgCl_2$ ,  $MnCl_2$ ,  $KCl$ ,  $CCl_4$  larda xlor bir valentligi ma'lum bo'lsa, magniy ikki valentli, marganes ikki valentli, kaliy bir valentli, uglerod to'rt valentli bo'ladi.

O'zaro birikuvchi elementlarning tabiatiga va reaksiya sharoitiga qarab, valentlik o'zgarishi mumkin. Masalan, nitrat kislotasi metallar bilan reaksiyaga kirishganda metallning aktivligiga va kislotaning konsentratsiyasiga qarab hosil bo'lgan birikmalarda azot 1, 2, 3, 4, 0 valentlikka ega bo'lishi mumkin. O'zgaruvchan valentli elementlarning yuqori valentligi davriy sistemadagi element joylashgan grupp raqamiga teng bo'ladi. Masalan, IV gruppadagi uglerodning yuqori valentligi IV, V gruppadagi fosforning yuqori valentligi V, VI gruppadagi oltingugurtning yuqori valentligi VI, VII gruppadagi xlorning yuqori valentligi VII bo'ladi.

## 2.7- §. Kimyoviy reaksiyalarning turlari

Kimyoviy reaksiyalarni bir necha asosiy turlarga ajratish mumkin.

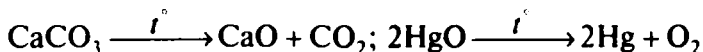
1. **Birikish reaksiyalari.** Agar reaksiya natijasida ikki yoki bir necha moddadan bitta yangi modda hosil bo'lsa, bunday reaksiya *birikish reaksiyalari* deyiladi. Masalan, mis havoda qizdirilganda qora dog' bilan qoplanadi. Bunda mis (II) oksid hosil bo'ladi:



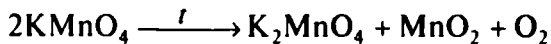
Ammiak gaziga vodorod xlorid xlorid gazi ta'sir ettirsak, oq kristall modda — ammoniy xlorid hosil bo'ladi:



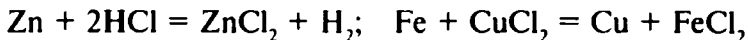
2. **Ajralish reaksiyalari.** Bitta modda molekularidan bir nechta yangi modda molekulari hosil bo'ladigan reaksiyalar *ajralish reaksiyalari* deyiladi. Masalan:







3. **O'rin olish reaksiyalari.** Oddiy modda atomlarining murakkab modda molekularidagi atomlar o'rnini olish reaksiyasi *o'rin olish reaksiyalari* deyiladi. Masalan, aktiv elementlar o'zidan passivroq elementlarni birikmalari tarkibidan siqib chiqaradi. Bu reaksiya *siqib chiqarish reaksiyasi* ham deyiladi. Masalan:



4. **Almashinish reaksiyalari.** Ikkita modda molekulari o'zining tarkibiy qismlarini bir-biriga almashtirib, ikkita yangi modda molekularini hosil qiladigan reaksiyalar *almashinish reaksiyalari* deyiladi. Masalan:



### *Mustaqil yechish uchun masalalar*

1. a) 4 g uglerod; b) 71 g xlor; d) 64 g oltingugurt; e) 32 g kislorod necha gramm-atomni tashkil qiladi?

*Javob:* a) 0,33 g-atom; b) 2 g-atom; d) 2 g-atom; e) 2 g-atom.

2. 115 g natriyda necha gramm-atom natriy borligini hisoblang.

*Javob:* 5 g-atom.

3. a) 2 g-atom oltingugurt; b) 0,5 g-atom mis; d) 1,5 g-atom kalsiy; e) 1 g-atom rux og'irliklarini grammlar bilan ifodalang.

*Javob:* a) 64 g; b) 31,77 g; v) 60 g; g) 65,37 g.

4. 3 molekula suv og'irimi yoki 1 molekula nitrat kislotami?

5. a) 22 g karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ); b) 34 g ammiak ( $\text{NH}_3$ ); d) 32 g oltingugurt (IV) oksid ( $\text{SO}_2$ ); e) 190 g magniy xlor necha gramm-molekula bo'ladi?

*Javob:* a) 0,5 mol; b) 2 mol; d) 0,5 mol; e) 2 mol.

6. a) 40,3 kg magniy oksid; b) 5 t 850 kg natriy xlorid; d) 340 kg vodorod sulfat necha kilogramm-molekula bo'ladi?

*Javob:* a) 1 kg mol; b) 100 kg mol; d) 10 kg mol.

7. 1 litr suv necha gramm-molekula bo'ladi?

8. Quyidagi birikmalarning qaysi birida azotning miqdori ko'p: a) ammoniy nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ); b) kaliy nitrat ( $\text{KNO}_3$ ); d) ammoniy sulfat ( $(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4$ )?

9. Kalsiy fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) tarkibidagi fosforning foiz hisobidagi miqdorini toping.

*Javob:* 20%.

10. Aralashma tarkibida 30% mis (II) oksid bor. Shu aralashmaning bir tonnasida necha gramm mis borligini toping.

*Javob:* 239 g.

11. a) ammoniy gidroksid ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), xlorid kislotasi ( $\text{HCl}$ ), bariy gidroksid ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) va sulfat kislotasi ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) lardagi vodorodning; b) magniy sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), temir (III) oksid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), tarkibida 5 molekula suv bo'lgan mis sulfat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) lardagi kislorodning; d) nitrat kislotasi ( $\text{HNO}_3$ ), natriy nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ), ammoniy nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), ikkilamchi ammoniy fosfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) lardagi azotning foiz miqdorlarini hisoblab toping.

12. a) Qancha miqdor karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) da; b) qancha miqdor natriy karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) da 3 g uglerod bo'ladi?

13. Paxta maydonining bir gektariga 10 kg hisobidan azot berildi. Shu miqdordagi azot: a) qancha kaliy nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) da; b) qancha ammoniy nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) da; d) qancha ammoniy gidroksid ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) da bo'ladi?

14. 30 g  $\text{CO}_2$ , 12 g  $\text{NH}_3$ , 16 g  $\text{C}_2\text{H}_2$  normal sharoitda qanday hajmni egallaydi?

15. 20 g kaliy permanganat parchalanganda normal sharoitda o'lgangan qancha hajm kislorod ajralib chiqadi?

*Javob:* 1,4 l.

16. Normal sharoitda olingan 20 l karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), 7 l kislorod ( $\text{O}_2$ ) va 14 l azotdan iborat gazlar aralashmasining massasini hisoblang.

*Javob:* 66,82 g.

17. 1 m<sup>3</sup> har qanday gazda normal sharoitda qancha gramm-molekula bo'ladi?

*Javob:* 44,6 g-mol.

18. Gazning  $80,95 \cdot 10^{21}$  ta molekulasini normal sharoitda qanday hajmni egallaydi?

*Javob:* 3,01 l.

19. Tarkibida 85,7% uglerod va 14,3% vodorod bo'lgan modda bug'ining vodorodga nisbatan zichligi 14 ga teng. Shu moddaning molekular formulasini chiqaring.

*Javob:*  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

20. Tarkibida 37,5% uglerod, 12,5% vodorod va 50% kislorod bo'lgan modda bug'ining havoga nisbatan zichligi 1,1034 ga teng. Shu moddaning molekular formulasini aniqlang.

*Javob:*  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

21. Tarkibida 42,857% uglerod va 57,143% kislorod bo'lgan moddaning bir litri normal sharoitda 1,25 g keladi. Shu moddaning molekular formulasini chiqaring.

*Javob:*  $\text{CO}$ .

22. 1,5 g gazning yonishi natijasida 4,4 g karbonat anhidrid va 2,7 g suv hosil bo'lgan hamda bu gazning bir litri normal sharoitda 1,34 g kelgan. Gazning molekular formulasini toping. 1 l gaz yonishi uchun necha litr kislorod sarf bo'lishini hisoblab chiqaring.

*Javob:*  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; 3,5 l.

23. 4,6 g organik modda batamom yondirilganda 8,8 g karbonat anhidrid va 5,4 g suv hosil bo'lgan. Bu modda bug'ining 1 litri normal sharoitda 2,053 g keladi. Uning molekular formulasini toping.

*Javob:*  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

24. 10 g azot oksid tarkibida 3,68 g azot bor. Shu oksidning formulasini chiqaring.

*Javob:*  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

25. Xlorid kislota 20 g rux ta'sir ettirilganda ko'p vodorod ajralib chiqadimi yoki 25 g temir ta'sir ettirilgandami?

26. Laboratoriyada kislorod bertole tuzidan va kaliy permanganatdan olinadi. 28 g  $\text{KMnO}_4$  va 30 g  $\text{KClO}_3$  parchalanganda normal sharoitda o'lchangan necha hajm kislorod ajralib chiqadi?

*Javob:* 1,94 l; 8,22 l.

27. Tarkibida 0,5 mol bariy xlorid ( $\text{BaCl}_2$ ) bo'lgan eritmaga tarkibida 2 mol mis sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ) bo'lgan eritma ta'sir ettirilganda qancha cho'kma hosil bo'ladi va qaysi moddadan qancha ortib qoladi?

*Javob:* 116,65 g  $\text{BaSO}_4$ ; 239,25 g  $\text{CuSO}_4$  ortib qoladi.

28. Tarkibida 48% rux bo'lgan 120 g rux bilan rux oksidi aralashmasiga sulfat kislota ta'sir ettirilganda normal sharoitda o'lchangan qancha hajm vodorod ajralib chiqadi?

*Javob:* 16,35 l.

**29.** Tarkibida 10% qo'shimcha mahsulotlar bo'lgan 80 g mis oksidi (CuO) vodorod oqimida qizdirildi. Reaksiya tamom bo'lgandan keyin: a) necha gramm vodorod reaksiyaga kirishgan? b) bu tajribada qancha mis va qancha suv hosil bo'lgan?

*Javob:* 1,81 H<sub>2</sub>; 16,3 g H<sub>2</sub>O; 57,6 g Cu.

**30.** 1,5 g metall kislorodda yondirilganda 2,48 g oksid hosil bo'lgan bo'lsa, metallning ekvivalentini toping.

*Javob:* 12,16.

**31.** 1,8 g metall oksidni qaytarish uchun normal sharoitda o'lgangan 833 ml vodorod ketgan. Oksidning va metallning ekvivalentlarini hisoblab toping.

*Javob:*  $E_{ok} = 24$ ;  $E_m = 16$ .

**32.** 5,4 g metallni eritish uchun ekvivalenti 365 ga teng bo'lgan xlorid kislotadan 21,9 g sarf bo'lgan. Metallning ekvivalenti va shu metallni eritish vaqtida ajralib chiqqan vodorodning hajmini hisoblang.

*Javob:*  $E_m = 9$ ; 6,72 l.

**33.** 6 g metall oksiddan 11,1 g metall xlorid olingan. Metallning ekvivalentini toping.

*Javob:*  $E_m = 20$ .

**34.** 11,17 g metall 4,8 g kislorod bilan va 21,3 g biror galogen bilan birikadi. Metallning va galogenning ekvivalentini toping.

*Javob:*  $E_m = 18,61$ ;  $E_{galogen} = 35,5$ .

**35.** Bir kislota o'yuvchi natriy bilan neytrallanganda 4,9 g kislota ga ekvivalenti 40 bo'lgan 6 g o'yuvchi natriy sarf bo'lgan. Shu kislota ning ekvivalentini toping.

*Javob:* 32,66 g-ekv.

**36.** Temirning solishtirma issiqlik sig'imi kattami yoki oltinники? Javobingizni hisoblash yo'li bilan isbotlang.

**37.** Metallning ekvivalenti 12,16; uning solishtirma issiqlik sig'imi 0,235 ga teng. Metallning aniq atom massasini toping.

*Javob:* 24,32.

**38.** 2 valentli 1,3076 g biror metall kislorod bilan birikib, 1,6276 g oksid hosil qilgan. Shu metallning aniq atom og'irligini toping.

*Javob:* 65,38.

**39.** 0,23 g biror metall suvdan normal sharoitda o'lgangan 0,122 l vodorodni siqib chiqargan. Metallning solishtirma issiq-

lik sig'imi 0,278 ga teng. Shu metallning aniq atom massasini toping.

*Javob:* 23.

40. Metall oksidi tarkibida 88,817% metall bo'lib, uning solishtirma issiqlik sig'imi 0,092 ga teng. Shu metallning aniq atom massasini toping.

*Javob:* 63,54.

41. Bir gazning havoga nisbatan zichligi 1,517 ga teng. Shu gazning molekular massasini va kislorodga nisbatan zichligini toping.

*Javob:* 44; 1,571.

42. 4,392 g temir (II) sulfiddan necha litr vodorod sulfid olish mumkin? Vodorod sulfidning azotga nisbatan zichligini toping.

*Javob:* 1,12 l;  $D = 1,21$ .

43. Biror gaz tortib ko'rilganda uning 1 litri normal sharoitda 1,338 g kelgan. Shu gazning molekular massasi va vodorodga nisbatan zichligini toping.

*Javob:* 30; 15.

44. 3 g suv bug'i 1 atm bosimda va 103 °C temperaturada qanday hajmni egallaydi?

*Javob:* 5,2 l.

45. a) 20% NO; 40% N<sub>2</sub> va 40% CO<sub>2</sub>; b) 20% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; 40% CH<sub>4</sub> va 40% CO aralashmasining 1 kg va 760 mm sim. ust. bosimda va  $t = 0$  °C da qanday hajmni egallaydi?

*Javob:* a) 673 l; b) 1052 l.

46. 25 ml gaz 17 °C temperaturada va 780 mm sim. ust. bosimda 0,111 g keladi. Shu gazning molekular massasini toping.

*Javob:* 103.

47. Biror gazning azotga nisbatan zichligi 0,928 ga teng. Shu gazning molekular massasini toping.

*Javob:* 26.



### 3.1- §. D.I. Mendeleyevning davriy qonuni

XVIII asr oxirlarida fanda 25 ta element ma'lum bo'lib, XIX asrning I choraklarida yana 19 ta element kashf qilindi. Elementlarning kashf qilinishi bilan ularning atom massalari, fizik va kimyoviy xossalari ham o'rganib borildi. Elementlar haqidagi va ularning birikmalari haqidagi ma'lumotlar esa kimyogarlar oldiga barcha elementlarni gruppalariga ajratish (klassifikatsiya qilish) vazifasini qo'ydi. D.I. Mendeleyevdan ilgari olimlar (1789-yilda A. Lavuazye, 1812-yilda Berselius, 1829-yilda Debereyner, 1863-yilda DeShankurtura, 1863-yilda Nulende, 1864-yilda Meyer va b.) faqat o'xshash elementlarni bir-biriga taqqoslaganlar. Ular kimyoviy elementlarning ko'pchilik xossalarini ularning valentligi va ekvivalenti belgilaydi deb hisoblashgan hamda har qaysi elementni alohida boshqa element bilan aloqasi bo'lmagan holda olib qarashgan. Natijada elementlar orasida uzviy bog'lanish borligini topa olmaganlar.

D.I. Mendeleyev elementlarning bir-biriga o'xshamaydigan tabiiy gruppalarini, aniqrog'i, xossalari bir-biriga teskari bo'lganlarini, masalan, galogenlar bilan ishqoriy metallarni o'zaro taqqoslab, atom massalarining qiymatlari o'zgarishiga qarab, elementlar xossalarining davriy ravishda o'zgarishini aniqladi.

D.I. Mendeleyev o'zining «Osnovi ximii» kitobida shunday yozgan edi: «Moddaning massasi uning shunday xossasiki, qolgan barcha xossalari shu xossaga bog'liq bo'lishi kerak. Shuning uchun, bir tomondan, elementlarning xossalari va o'xshashliklari orasidagi, ikkinchi tomondan, atom og'irliklari orasidagi bog'liqlikni izlash to'g'riroq bo'ladi». D.I. Mendeleyev o'sha zamonda ma'lum bo'lgan barcha elementlarni ularning atom massalari ortib borishi tartibida bir qatorga joylashtirganda elementlarning xossalari 7 ta, 17 ta va 31 ta elementdan keyin keladigan elementlarda takrorlanishini, ya'ni davriylik borligini ko'rdi.

1869-yilda D.I. Mendeleyev tabiatning muhim qonuni bo'lgan kimyoviy elementlarning davriy qonunini kashf etdi. U o'zi kashf qilgan davriy qonunni quyidagicha ta'riflaydi: *oddiy moddalar (elementlar)ning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom og'irliklariga davriy rav-*

*ishda bog'liqdir.* Masalan, litiydan ftorga o'tilganda atom og'irlik ortib borishi bilan elementlar va ular birikmalarining kimyoviy xossalari ma'lum qonuniyat bilan o'zgarib boradi. Litiy tipik metall bo'lsa, undan keyingi berilliy elementida metallik xossalari ancha kuchsiz ifodalangan. Bor elementi esa metallmasdir. Uglorodan boshlab ftorgacha metallmaslik xossalari kuchayib boradi. Ftor eng tipik metallmasdir. Ftordan keyingi element natriy (u vaqtda neon elementi ma'lum emas edi) o'z xossalari bilan litiyga o'xshaydi. Ularning oksidlari ( $\text{Na}_2\text{O}$  va  $\text{Li}_2\text{O}$ ) ham bir-biriga o'xshaydi.

Mendeleyev davriy qonunni kashf etishda elementlarning atom og'irlik qiymatlari va fizik-kimyoviy xossalariga e'tibor berdi. U davriy qonunni to'la namoyon qilish uchun berilliy, lantan, indiy, titan, vanadiy, erbiy, seriy, uran, toriy, xrom elementlarining o'sha vaqtda qabul qilingan atom og'irliklarini 1,5—2 marta o'zgartirishni hamda kobaltni nikeldan, tellurni yoddan, argonni esa kaliydan oldinga joylashtirish lozimligini va, nihoyat, 11 element (fransiy, radiy, aktiniy, skandiy, galliy, germaniy, protaktiniy, poloniy, texnetsiy, reniy, astat)ning kashf qilinishi kerakligini oldindan aytib berdi. Ulardan uchtasi, ya'ni skandiy (ekabor), galliy (ekaaluminiy), germaniy (ekasilitsiyning) barcha kimyoviy va fizik xossalarini batafsil bayon qilib berdi. Galliyni 1875-yilda Lekok de Buabodran, skandiyni 1879-yilda Nilson va germaniyni 1886-yilda Vinkler kashf etdi. Bu elementlarning atom massasi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganilgandan keyingina Mendeleyevning oldindan qilgan bashorati tasdiqlandi. Bu olimlarni D.I. Mendeleyev «Davriy qonunning haqiqiy tasdiqlovchilari» deb atadi.

### 3.2- §. Davriy sistema va uning tuzilishi

Davriy sistema 1870-yilda D.I. Mendeleyevning „Kimyo asoslari“ nomli kitobining 1-bosmasida e'lon qilindi. Mendeleyev bitta vertikal qatorga joylashgan o'xshash elementlarni grupp deb, har qaysi ishqoriy metallardan har qaysi galogengacha bo'lgan elementlarga qatorini *davr* deb atadi. Mendeleyev dastlab taklif etgan davriy jadvalga keyinchalik uning o'zi ishtirokida va u vafot etgandan keyin bir qancha o'zgarishlar kiritildi. Natijada davriy sistemaning hozirgi variantlari hosil qilindi. U 7 ta davr, 8 ta gruppadan va 10 ta qatorlardan tashkil topgan bo'lib, unda 107 element joylashgan. Gorizontal bo'yicha 7 ta davr bor. Ulardan I, II, III kichik; IV, V, VI va VII katta davrlar deyiladi. I davrda 2 ta element, II va III da 8 tadan, IV va V da 18 tadan, VI da 32 ta, VII da (tugallan-

magan) 21 ta element bor. I, II, III davrlarning har biri faqat birgina qatordan, IV, V, VI davrlarning har biri 2 qatordan tuzilgan. 7- davr esa tugallanmagan davr hisoblanadi. I- davrdan boshqa har qaysi davr ishqoriy metall bilan boshlanib, nodir gaz bilan tugaydi. 2 va 3- davrlardagi elementlarning xossalari tipik metallardan nodir gazga qadar ma'lum qonuniyat bilan o'zgaradi. Katta davrlarda bir elementdan ikkinchi elementga o'tilganda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga qaraganda birmuncha sustroq o'zgaradi. Katta davrlarning juft qator elementlari faqat metallar bo'lib, bu xossa chapdan o'ngga o'tish bilan pasayib boradi. Toq qatorlarda chapdan o'ngga o'tish bilan metallik xossalari zaiflashib, metallmaslik xossalari kuchayib boradi. Davrlarda va har bir davrning qatorlarida chapdan o'ngga o'tish bilan: 1) yadro zaryadi va atom og'irligi ortadi; 2) atom radiusi kamayadi; 3) metallik xossasi kamayadi; 4) elektron berishi kamayadi; 5) metallmaslik xossasi kuchayib boradi; 6) kislorodga nisbatan valentligi ortib boradi. Masalan,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ; 7) IV gruppadan boshlab, bosh gruppa elementlari uchuvchan yodrosiz birikmalar hosil qiladi:  $\text{RH}_4$ ,  $\text{RH}_3$ ,  $\text{RH}_2$ ,  $\text{RH}$ . Endi gruppalarda elementlarning xossalari yuqoridan pastga qarab qanday o'zgarishini ko'raylik. Ularda: 1) atom og'irligi ortadi; 2) solishtirma og'irligi ortadi; 3) qaynash va suyuqlanish temperaturasi kamayadi; 4) yadro zaryadi ortadi; 5) atom radiusi ortadi; 6) elektron qavatini ko'payadi; 7) tashqi qavatdagi elektronlarning yadroga tortilishi zaiflashadi; 8) elektron berish xususiyati kuchayadi; 9) metallik xossalari kuchayib boradi.

Har bir gruppa ikkita gruppaga, ya'ni asosiy va qo'shimcha gruppalariga bo'linadi. Qo'shimcha gruppa elementlari, asosan, metallardir. Ularning tashqi qavatida 1 yoki 2 ta elektron bo'ladi. Gruppa raqami, odatda, kimyoviy bog'lanish hosil qilishda ishtirok eta oladigan elektronlar sonini ko'rsatadi.

### **3.3- §. Davriy qonunning hozirgi zamon ta'rif va davriy sistemaning ahamiyati**

Atomlarning tuzilishi haqidagi ta'limot davriy qonunning chuqur fizik ma'nosini ochib berdi. Ilgari atomning asosiy xarakteristikasi atom massasi deyilgan bo'lsa, hozirgi vaqtda atomning asosiy xarakteristikasi atom massasi emas, balki yadroning musbat zaryadidir. Yadroning zaryadi atomning elektron qobig'idagi elektronlar sonini, qavatning tuzilishini, shu bilan elementning barcha xossalari va uning davriy sistemadagi o'rnini belgilab beradi.



Davriy qonunning hozirgi zamon ta'rifı quyidagicha: *kimyoviy elementlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari atom yadrolari zaryadining kattaligiga davriy ravishda bog'liqdir.* Qonunning yangi ta'rifı davriy sistemaning to'g'riligini tasdiqladi. Masalan, D.I. Mendeleev davriy sistemani tuzishda: Ar (39, 948) – K (39, 102), Co (58,933) – Ni (58,71), Te (127,6) – J (126,94) yuqorida yozilgan elementlarning o'rnini almashtirib qo'ydi. Bu uch joyda elementlarning joylashuvi atom massasining ortib borish tartibiga mos kelmaydi.

Atomlarning tuzilishi haqidagi ta'limot bunday chetga chiqishlarni izohlab berdi. Chunki elementlarning xossalari atom massasiga emas, balki yadro musbat zaryadining kattaligiga bog'liq. K (19) ning yadro zaryadi Ar (18) ning yadro zaryadidan, Ni (28) ning yadro zaryadi Co (27) ning yadro zaryadidan, J (53) ning yadro zaryadi Te (52) ning yadro zaryadidan katta ekan. Shunday qilib, D.I. Mendeleev uch joyda elementlarning o'rnini almashtirib to'g'ri ish qilganligi tasdiqlandi. D.I. Mendeleevning davriy qonuni, N.D. Zelenskiy aytganidek, «Koinotdagi barcha atomlar o'zaro bog'liqligining kashf etilishi» bo'ldi. Davriy qonun kashf etilishi bilan kimyoda ilmiy bashorat qilish mumkin bo'ldi. Yangi elementlar borligini, bu elementning birikmalarini oldindan aytishga hamda xossalarni bayon qilishga imkoniyat tug'ildi. Masalan, D.I. Mendeleev 1870-yilda 32-raqamli elementni ekasilitsiy deb, uning xossalarni, birikmalarini oldindan bayon qildi. Nemis olimi Vinkler 1886-yilda bu elementni kashf etdi va uni o'z vatani nomi bilan *germaniy* deb atadi.

1870-yilda D. I. Mendeleev aytgan ekasilitsiy	1886 yilda shu element topilgandan keyin Vinkler aniqlagan germaniy
1. $A = 72$ 2. $C = 5,6$ 3. $EsCl_2$ 4. Oksid.sol.og' = 4,7 5. $EsCl_4$ — suyuq modda 6. $t_{qayn} \approx 90^\circ$	$A = 72$ $C = 5,35$ $GeO_2$ Oksid.sol.og' = 4,701 $GeCl_4$ — suyuq modda $t_{qayn} \approx 83^\circ$
$A$ — atom massasi, $C$ — solishtirma issiqlik sig'imi.	

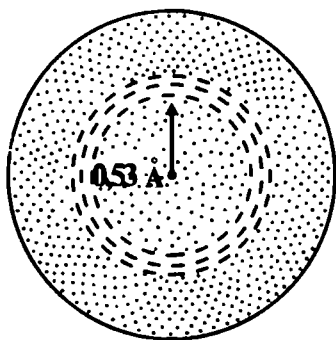
Kashf qilinmagan elementlarning xossalarni bu qadar to'g'ri bayon qilish davriy sistemaning ahamiyatini ochib beribgina qolmay, balki elementlarning atom massalarini ham aniqlashtirish uchun asos bo'ldi. Mendeleev 20 ta elementning atom massala-

rini to'g'riladi. Shundan keyin bu elementlar davriy sistemada o'z o'rinlarini egalladi. Mendeleyevning davriy qonuni va elementlar davriy sistemasidagi o'rniga qarab, element haqida juda ko'p ma'lumotni aniqlashga imkoniyat tug'ildi. D.I.Mendeleyev 491 ta ilmiy ishlarning muallifi bo'lib, shundan 40 tasi kimyoga, 106 tasi fizik-kimyoga, 99 tasi texnikaga, 99 tasi fizikaga, 36 tasi iqtisodiyotga, 22 tasi geodeziyaga va 29 tasi xalq maorifiga tegishlidir.

### 3.4- §. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi

XIX asrning oxiriga qadar atom bo'linmas zarracha deb hisoblanar edi. Bu tasavvur atomning tabiatini va uning tuzilishini o'rganishga to'sqinlik qilib keldi. Atomlarning tuzilishi haqidagi to'g'ri tasavvurlar elektroliz, katod nurlari, rentgen nurlari, radioaktivlikning kashf etilishi va ularni o'rganish jarayonlarida vujudga keldi.

Yuqorida aytib o'tilgan kashfiyotlar barcha elementlarning atomlari tarkibida manfiy zaryadlangan elektronlar borligini ilmiy ravishda asoslab berdi. Elektronning atomdagi holatini va o'zaro ta'sirini fizikaning alohida bo'limi — kvant mexanikasi o'rganadi. Elektronning ikki xil tabiatiga, ya'ni zarracha va to'lqin tabiatiga ega ekanligi tajribada tasdiqlandi. Elektronning ikki xil tabiati quyidagi xossalarda namoyon bo'ladi: birinchidan, elektronning muayyan massasi bor; ikkinchidan, elektronning harakati to'lqinsimon harakat bo'lib, u amplituda, to'lqin uzunligi, tebranish chastotasi kabi fizikaviy konstantalar bilan ifodalanadi. Atomda elektronning harakat trayektoriyasi bo'lmaydi. Tez harakatlanayotgan elektron yadroni o'rab turgan fazoning istalgan qismida bo'lishi mumkin. Lekin elektronning hamma joyda bo'lish ehtimolligi birdek emas.



1-rasm. Vodorodning elektron buluti.

Masalan, normal holatdagi vodorod atomining elektronini yadrodan taxminan 0,53 Å uzoqlikda, atomning boshqa joylaridagiga qaraganda tez-tez uchratish mumkin. Yadro atrofidagi elektronning bo'lish ehtimolligi eng katta bo'lgan fazo *orbital* ham deyiladi. Unda elektron bulutning 90% ga yaqini qamralgan bo'ladi. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, yadroga yaqin joyda elektron zichligi deyarli 0 ga teng. Ya'ni bu yerda elektron deyarli bo'lmaydi. Yadrodan uzoqlashgan sari elek-

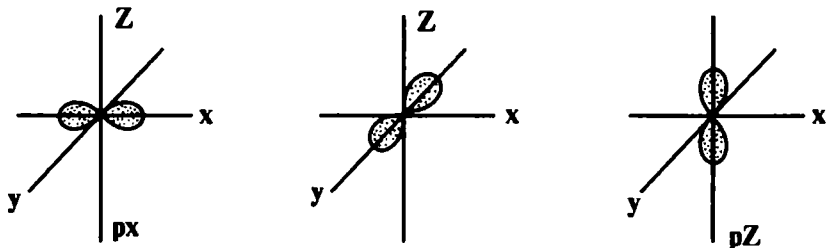
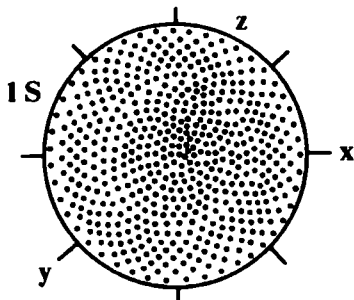
tron zichlik ortib boradi va yadrodan  $0,53 \text{ \AA}$  masofada maksimal qiymatga yetadi, so'ngra asta-sekin kamayadi. Atomlarda elektronlar qavat-qavat bo'lib joylashadi. Bu qavatlar yadrodan bir-biridan muayyan masofada bo'ladi. Elektron qavatlar ba'zan **elektron qobiqlar** yoki **energetik pog'onalar** ham deyiladi.

Atomdagi elektronlarning harakati to'rtta kvant soni bilan ifodalanadi. Bosh kvant son  $h$  elektron energiyasi miqdorini bildiradi. Uning son qiymati  $1, 2, 3, 4 \dots \infty$  butun sonlarga teng bo'la oladi. Bosh kvant sonlari bir-biriga teng bo'lgan bir necha elektronlar atomda elektron qavatli yoki magnit energetik pog'onani hosil qiladi. Atomning energetik pog'onalari  $K, L, M, N, O, P, Q$  harflar bilan ifodalanadi.  $K$  qavat yadroga yaqin joylashgan qavat bo'lib, uning uchun  $h = 1$  bo'ladi.  $L$  ikkinchi ( $h = 2$ ),  $M$  uchinchi ( $h = 3$ ),  $N$  to'rtinchi ( $h = 4$ ) qavatni tashkil qiladi. Bu qavatlarining elektronlari bir-biridan o'zining energiyalari bilan farq qilib, bir yoki bir necha orbitallarni yoki pog'onalarni hosil qilishi mumkin. Bu orbitallar o'z shakli jihatdan ham bir-biridan farq qiladi. Yadroga eng yaqin turgan birinchi energetik qavat elektronlarining energiyasi eng kam bo'lib, pog'onalar soni oshishi bilan elektronlar energiyasi ham oshadi. Ravshanki, tashqi pog'ona elektronlari energiya zapasi eng ko'p bo'lgani uchun yadro bilan bo'sh bog'langan. Shuning uchun ham u bir atomdan uzilib, ikkinchi atomga birikishi mumkin.

Elektron chiqib ketganda musbat ionlar, birikkanda esa manfiy ionlar hosil bo'ladi. Atomdagi elektron qavatlar soni element turgan davr raqamiga teng. Masalan, birinchi davr elementlarida bitta, ikkinchi davrda ikkita, uchinchi davrda uchta, to'rtinchi davrda to'rtta va hokazo pog'onalar bo'ladi. Har bir energetik pog'onada (har qaysi elektron qavatda) ko'pi bilan bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlar soni quyidagi formuladan aniqlanadi:  $N = 2n^2$ . Bunda:  $N$  – elektronlar soni,  $n$  – pog'ona nomeri (yadrodan hisoblaganda) yoki bosh kvant soni birinchi qavatga ( $K$ -qavatga  $N = 2 \cdot 1^2 = 2$ ) eng ko'pi bilan ikkita, ikkinchi qavatga ( $L$ -qavatga  $N = 2 \cdot 2^2 = 8$ ) sakkizta, uchinchi qavatga ( $M$ -qavatga  $N = 2 \cdot 3^2 = 18$ ) o'n sakkizta va to'rtinchi qavatga ( $N$  qavatga  $N = 2 \cdot 4^2 = 32$ ) o'ttiz ikkita elektron joylasha oladi.

Endi alohida olingan elektron pog'onaning tuzilishini ko'rib chiqamiz. Bosh kvant sonning  $n = 2$  qiymatidan boshlab energetik pog'onalar (qavatlar) yadroga bog'lanish energiyasi bilan bir-biridan farq qiladigan pog'onachalarga (qavatchalarga) bo'linadi. 1- energetik pog'onada 1 ta, 2- da 2 ta, 3- da 3 ta, 4- da 4 ta pog'onacha bo'ladi. Pog'onachalar, o'z navbatida, orbitallardan

2-rasm. *S*- elektron orbitalning shakli.



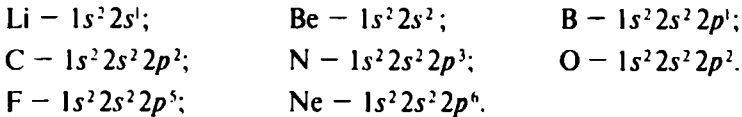
3-rasm. *p*- elektronlar buluti.

tuzilgan. 1- pog'onachada 1 ta orbital, 2- pog'onachada 4 ta, 3- pog'onachada 9 ta, 4- pog'onachada 16 ta orbital bo'ladi.

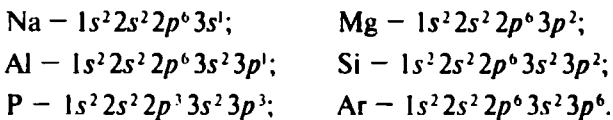
Birinchi pog'onachada bitta orbital bo'lib, bu orbital *1s*-orbital deyiladi, *1s*-orbital bo'ylab harakatlanayotgan elektron *1s* elektron deyiladi. *s* orbital shar shaklida bo'ladi (2-rasm). 2- pog'onachada to'rtta orbital bo'lib, bittasi *2s*-orbital va 3 tasi *p*-orbitaldir. *p*- orbital gantel (3- rasm) yoki hajmiy sakkizlik shaklida bo'ladi. Uchala *r*-orbitalning elektron bulutlari o'zaro bir-biriga perpendikular joylashgan. *r*-orbital bo'ylab harakat qilayotgan elektronlar *r* elektronlar deyiladi. Ikkinchi qavatdagi *s* elektronlarning energiyasi o'sha qavatning *r* elektronlari energiyasidan biroz bo'lsa-da farq qiladi. *2s* elektronning energiyasi ancha katta bo'lishi sababli yadrodan *1s* elektronga qaraganda ancha uzoqda turadi. 3- pog'onachada 9 ta orbital bo'lib, shundan bittasi *3s*-orbital, uch tasi *3p*-orbital va beshtasi *3d*-orbitaldir. 4- pog'onada 16 ta orbital bo'lib, shundan 1 tasi *4s* orbital, 3 tasi *4p* orbital, 5 tasi *4d* orbital va 7 tasi *4f* orbitaldir. *d*-orbital va *f*-orbitalning shakli *r*-orbitaldan ham murakkabroq bo'ladi. Eng ko'pi bilan *s*-orbitalda 2 ta, *r*-orbitalda 6 ta, *d*-orbitalda 10 ta va *f*-orbitalda 14 ta elektron bo'ladi. Demak, bitta orbitalda ikkita elektron bo'lishi mumkin.

Endi I, II va III davr elementlari misolida atomda elektronlarning energetik pog'ona va pog'onachalar bo'ylab taqsimlanishi-

ni ko'rib chiqaylik. Minimal energiyali orbital —  $1s$  orbital hisoblanadi. Vodorod atomida bu orbitalni vodorodning yagona elektroni egallagan. Shu sababli vodorod atomining elektron formulasi  $1s^1$  ko'rinishda bo'ladi. I davrda vodoroddan keyin geliy turadi. Geliy atomining ikkala elektroni  $1s$  orbitalda joylashadi. Geliyning elektron formulasi —  $1s^2$ . Demak, geliyning elektron qobig'i tugallangan. Shuning uchun ham geliy ancha barqarordir. II davr elementlarida  $L$ -pog'ona ( $h = 2$ ) to'lib boradi. Bunda dastlab  $s$ -pog'onachaning orbitali, so'ngra  $p$ -pog'onachaning 3 ta orbitali to'lib boradi. Masalan:

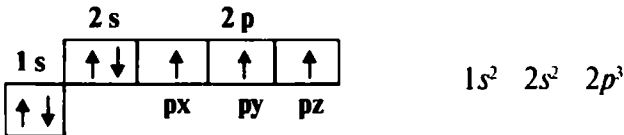


Demak, neon elementining sirtqi qavatida 8 ta elektron bo'lib, ( $s^2 p^6$ ), bunday sirtqi qavatda atomlar juda barqaror bo'ladi. Uchinchi davr elementlaridan boshlab atomlarda  $3s - 3p$  va  $4d$  pog'onachalardan tarkib topgan  $3-M$  pog'ona to'la boshlaydi. Masalan:



Elektron qobiqlarning tuzilishi, ko'pincha, yacheykalar yordamida tasvirlanadi va ular *grafik elektron formulalar* deyiladi.

Yacheykalarda 1 ta yoki 2 ta elektron bo'lishi mumkin. Misol tariqasida azot atomining kvant yacheykalarida elektronlarning taqsimlanishini ko'raylik:



Azot atomida  $1s^2$  va  $2s^2$  elektronlar juftlashgan,  $2p$  elektronlar esa *juftlashmagan elektronlar* deyiladi.

Atomda elektronlarni pog'onachalarga joylashtirishda quyidagi uch qoidaga amal qilish lozim:

1. Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi.

2. Elektronlarning joylanishi Pauli prinsipiga zid kelmasligi lozim.

3. Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarni band qilishga intiladi (Gund qoidasi). Bu qoidalarga muvofiq, g'alayonlanmagan atomda elektronlar ma'lum pog'onalar tarzida joylanadi: avval atomning birinchi  $s$ - pog'onasi elektronlar bilan to'ladi, undan keyin ikkinchi pog'onaning  $s$ - pog'onachasi, uning ketidan  $p$ - pog'onachalari elektronlar bilan to'ladi. Elektronning harakati to'rtta kvant son bilan ifodalanaadi.

1. **Bosh kvant son** —  $n$  elektronning umumiy energiya zaxirasini yoki uning energetik darajasini (qavatni) ko'rsatadi.  $n$ - ning son qiymati 1 dan 7 gacha bo'ladi.

Bosh kvant son $n$ (qavat)	1	2	3	4	5	6	7
Atomning energetik pog'onalarini harf belgisi	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>

2. **Orbital (yonaki) kvant son** —  $L$  elektronning pog'onachadagi energetik holatini, elektron bulut shaklini bildiradi, u elektronning qanday orbita bo'ylab harakat qilayotganligini ko'rsatadi, orbital kvant soni noldan  $n - 1$  gacha bo'lgan barcha butun sonlarni o'z ichiga oladi. Masalan:  $n = 1$  bo'lganda  $L = n - 1 = 1 - 1 = 0$  bo'ladi.

$$\begin{array}{lll}
 n = 2 & L = n - 1 = 2 - 1 = 1 & L = 0; 1 \\
 n = 3 & L = n - 1 = 3 - 1 = 2 & L = 0; 1; 2. \\
 n = 4 & L = n - 1 = 4 - 1 = 3 & L = 0; 1; 2; 3. \\
 n = 5 & L = n - 1 = 5 - 1 = 4 & L = 0; 1; 2; 3; 4.
 \end{array}$$

$L$ ning son qiymati	0	1	2	3	4	5
Harf belgisi	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>

Har qaysi energetik pog'onadagi elektronlar soni  $2n^2$  bilan, pog'onachadagi elektronlarning maksimal qiymati esa  $(2L + 1) \cdot 2$  bilan, pog'onadagi orbitallar soni esa  $N = n^2$  formula bilan aniqlanadi:

1. Har qaysi energetik pog'onadagi elektronlar soni quyidagi  $2n^2$  formuladan topiladi:

$$\begin{aligned}
 n = 1 & \quad 2 \cdot 1^2 = 2 \\
 n = 2 & \quad 2 \cdot 2^2 = 8 \\
 n = 3 & \quad 2 \cdot 3^2 = 18 \\
 n = 4 & \quad 2 \cdot 4^2 = 32 \\
 n = 5 & \quad 2 \cdot 5^2 = 50
 \end{aligned}$$

2. Pog'onachadagi elektronlarning maksimal qiymati  $(2 \cdot L + 1) \cdot 2$  dan aniqlanadi. Masalan:

$$\begin{aligned}
 s = L = 0 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 0 + 1) \cdot 2 = 2 \\
 p = L = 1 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 1 + 1) \cdot 2 = 6 \\
 d = L = 2 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 2 + 1) \cdot 2 = 10 \\
 f = L = 3 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 3 + 1) \cdot 2 = 14 \\
 g = L = 4 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 4 + 1) \cdot 2 = 18 \\
 h = L = 5 & \quad (2 \cdot L + 1) \cdot 2 = (2 \cdot 5 + 1) \cdot 2 = 22
 \end{aligned}$$

3. Pog'onadagi orbitallar soni  $N = n^2$  formula bilan ifodalandi. Masalan:

$$\begin{aligned}
 n = 1 & \quad N = 1^2 = 1 \\
 n = 2 & \quad N = 2^2 = 4 \\
 n = 3 & \quad N = 3^2 = 9 \\
 n = 4 & \quad N = 4^2 = 16 \\
 n = 5 & \quad N = 5^2 = 25
 \end{aligned}$$

Demak,  $n$  - qavatda bo'ladigan barcha orbitallar soni  $n^2$  ga tengdir. Birinchi qavat bitta orbitalga, ikkinchi qavat to'rtta orbitalga, uchinchi qavat to'qqizta orbitalga, to'rtinchi qavat o'n oltita orbitalarga ega ekan. Buni quyidagicha tasvirlash mumkin:

	$s$	$p$	$d$	$f$
$n = 4$	1	3	5	7
$n = 3$	1	3	5	
$n = 2$	1	3		
$n = 1$	1			

3. **Magnit kvant son** —  $m$  - elektronlarning magnit momentini xarakterlaydi va elektron bulutining magnit maydoniga nisbatan yo'nalishini ko'rsatadi. Demak, elektron orbitallarining fazodagi vaziyatini xarakterlash uchun magnit kvant son kiritilgan. Uning qiymatlari  $-L$  dan  $+L$  gacha bo'la oladi, nol ham bo'lishi mumkin.  $m$  — ayni energetik pog'onada necha xil orbital bor ekanligini, orbitallarining shaklini ko'rsatadi. Masalan, birinchi qavatda faqat bir xil  $s$  - orbital bo'ladi ( $m = 0$ ), ikkinchi qavatda bitta  $s$  - orbital

bo'ldi ( $m = 0$ ), uchta  $p$ - orbital ( $m = -1; 0; +1$ ) bordir. Uchinchi qavatda bitta  $s$ - orbital uchta  $p$ - orbital ( $m = 0; -1; +1$ ) beshta  $d$ - orbital ( $m = -2; -1; 0; +1; +2$ ) bordir.

4. **Spin kvant son** —  $m_s$  — elektronni ichki harakatini xarakterlaydi, u ikki qiymatga: elektronni yadro atrofida magnit maydonga parallel yoki antiparallel harakatiga qarab,  $+1/2$  va  $-1/2$  qiymatga ega bo'ldi.

Agar ikki elektronning uchta kvant soni ( $n, L, M$ ) bir xil, lekin qarama-qarshi  $\uparrow\downarrow$  spinli bo'lsa — juftlashgan, agar to'yingan spinli bo'lsa  $\uparrow\uparrow$ , juftlashmagan elektronlar deyiladi. Orbitallarda elektronlarning joylanish tartibini V. M. Klechkovskiy o'rgangan va u bosh kvant son —  $n$  bilan orbital kvant son —  $L$  par o'rtasidagi qonuniyatni aniqladi:

1. Atomning tartib raqami ortishi bilan elektron sathlari tobora to'lib ( $n + L$ ) boradi. Masalan:  $k = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$  kaliy elementi atomining  $4s$  orbitalida  $n = 4$ ,  $L = 0$ , bunda  $n + L = 4 + 0 = 4$  bo'ldi.  $3d$ -orbitalida esa  $n = 3$ ,  $L = 2$  yig'indisi  $n + L = 3 + 2 = 5$  bo'ldi, demak, avval  $4s$  keyin  $3d$ - orbitalalar to'ldi.

Agar sathchalardagi  $n + L$  qiymati teng bo'lsa,  $BM$  Klechkovskiyning ikkinchi qoidasi qo'llaniladi.

2.  $n - L$  ning qiymati teng bo'lsa, orbitalalar bosh kvant son ortib borish tartibida to'lib boradi. Masalan, 21- raqamli element skandiyni ko'raylik.  $Sc = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ .

$3d$ - ga	$n = 3$	$L = 2$	$n + L = 3 + 2 = 5$
$4p$ - ga	$n = 4$	$L = 1$	$n + L = 4 + 1 = 5$
$5s$ - ga	$n = 5$	$L = 0$	$n + L = 5 + 0 = 5$

Qoida bo'yicha  $n + L$  qiymatlari teng bo'lganda orbitalalar bosh kvant sonning ortib borish tartibida to'lib boradi. Demak, kalsiydan keyingi elementlarda avval  $3d$ , keyin  $4p$ , so'ngra  $5s$  orbitalalar to'la boradi.  $3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s$ .

#### Atom orbitallar va ularning ifodalanishi

Kvant sonlar				Elekt-ron soni	Or-bital-lar	Elekt-ronlar-ni-ning u-mu-miy soni
Bosh kvant soni, $n$	Orbital kvant son, $L$	Magnit kvant son, $m$	Spin kvant son, $m_s$			
1	0	0	+ ~	2	$s$	2



1	2	3	4	5	6	7
2	0 1	0 +1, 0, -1	+ - + -	2 6	s p	8
3	0 1 2	0 +1, 0, -1 +2, +1, 0, -1, -2	+ - + - + -	2 6 10	s p d	18
4	0 1 2 3	0 +1, 0, -1 +2, +1, 0, -1, -2 +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3	+ - + - + - + -	2 6 10 14	s p d f	32
5	0 1 2 3 4	0 +1, 0, -1 +2, +1, 0, -1, -2 +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3, -4	+ - + - + - + - + -	2 6 10 14 18	s p d f g	

21- raqamli element skandiydan boshlab 30- raqamli element ruxgacha  $3d$ - orbital to'lib boradi. 21- raqamli element bilan 30- raqamli element orasidagi 10 ta element o'tma elementlar deb yuritiladi. Elektronlarning g'alayonlanmagan atomda joylanishi quyidagi tartibda bo'ladi:  $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s$ .

Davrlarda elektronlar quyidagi tartibda to'lib boradi.

1- davr. ....  $1s^{1-2}$

2- davr. ....  $2s^{1-2} 2p^{1-6}$

3- davr. ....  $3s^{1-2} 3p^{1-6}$

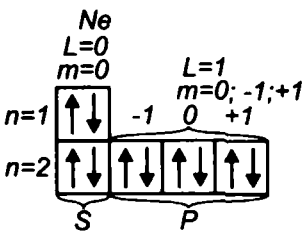
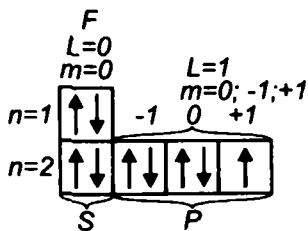
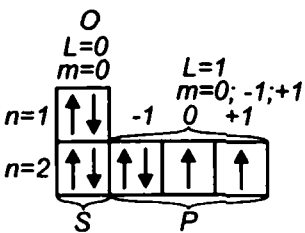
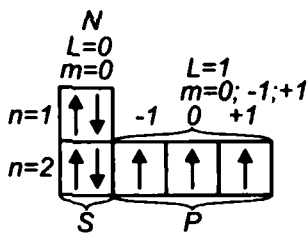
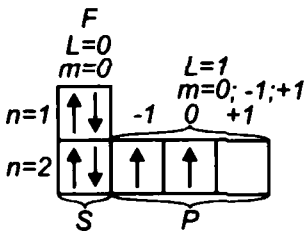
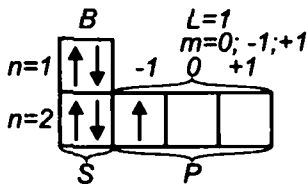
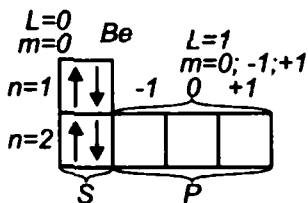
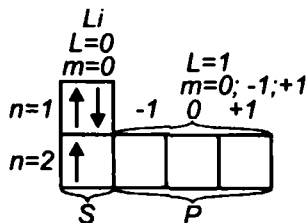
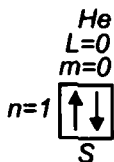
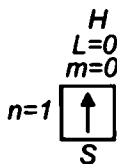
4- davr. ....  $4s^{1-2} 3d^{1-10} 4p^{1-6}$

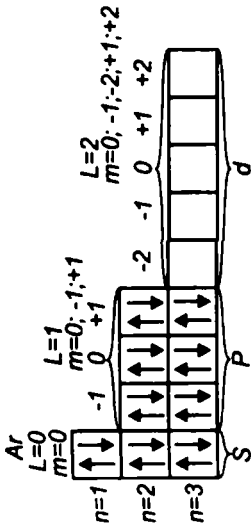
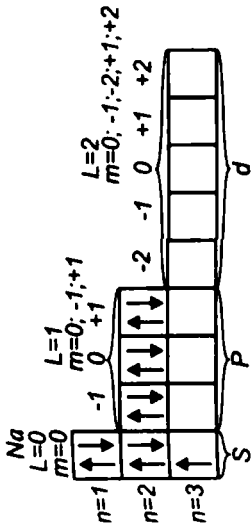
5- davr. ....  $5s^{1-2} 4d^{1-10} 5p^{1-6}$

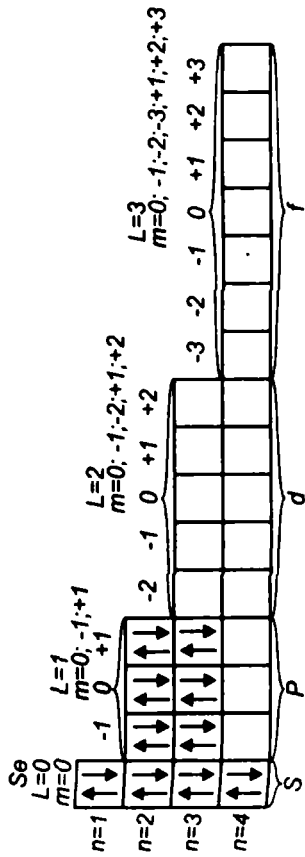
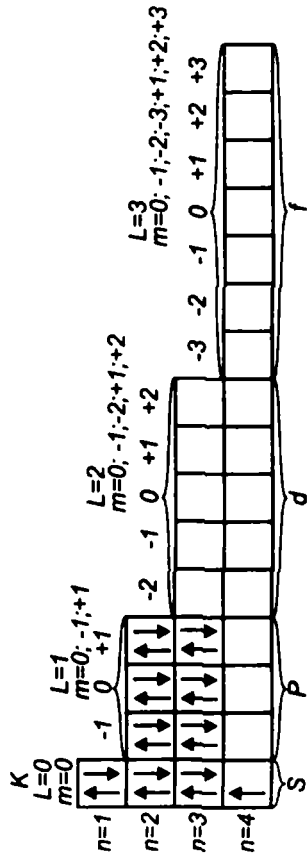
6- davr. ....  $6s^{1-2} 5d^1 4f^{1-14} 5d^{2-10} 6p^{1-6}$

7- davr. ....  $7s^{1-2} 6d^1 5f^{1-14} 6d^2 6d^{3-10} 7p^{1-6}$

Birinchi, ikkinchi va uchinchi davr elementlarida elektronlarning kvant yacheykalar bo'yicha joylanishini ko'raylik:







**1- misol.** Galliy atomining valent  $p$ - elektroni uchun kvant sonlari ( $n, L, M, M_s$ )ni aniqlang.

*Javob:* 4, 1, -1, +1/2.

**2- misol.** Galliy atomi valent elektronlarining kvant sonlari ( $n, L, M, M_s$ )ni aniqlang.

*Javob:*  $n = 4; 4; 4$        $L = 0; 0; 1.$

$M = 0; 0; -1$        $M_s = +\frac{1}{2}; -\frac{1}{2}; +\frac{1}{2}.$

**3- misol.** Natriy atomining valent elektronining kvant sonlari ( $n, L, M, M_s$ )ni aniqlang.

*Javob:*  $n = 3; L = 0; m = 0.$

**4- misol.** Azot atomining  $p$ - elektroni uchun kvant sonlari ( $n, L, M, M_s$ )ni aniqlang.

*Javob:*  $n = 2; L = 1; m = -1; 0; +1.$        $m_s = +1/2$

**5- misol.** Uglerod atomi elektronlarining kvant sonlari ( $n, L, M, M_s$ )ni aniqlang.

*Javob:*  $n = 2, 2, 2, 2; L = 0, 0, 1, 1; M = 0; -1; +1.$

### 3.5- §. Atom yadrolarining tarkibi. Izotoplar

Ma'lumki, atom yadrosi proton va neytronlardan tashkil topgan. Proton ( $p$ ) ning massasi taxminan 1 u. b. ga, zaryadi +1 ga teng. Neytron ( $n$ ) elektroneytral zarrachadir. Protonlar musbat zaryadli bo'lganidan ular bir-birini kulon kuchi bilan itaradi. Ammo yadrodagi bir xil zaryadli protonlar bilan zaryadsiz neytronlarning o'zaro tortilish kuchi ham bor. Bu kuch *yadro kuchi* deb ataladi. Yadro kuchlari kulon kuchlariga nisbatan ancha ortiq bo'lgani uchun elementlarning yadrolari barqaror bo'ladi. Har qaysi elementning atom yadrosi D.D.Ivanenko va B.I.Gapon nazariyasiga muvofiq bir necha proton va bir necha neytrondan tashkil topgan bo'ladi (elektronning massasi 0,000549 u. b. ga, zaryadi -1 ga teng. Protonning massasi 1,007276 u. b. ga, zaryadi esa +1 ga teng. Neytronning massasi 1,008665 u. b. ga, zaryadi yo'q zarracha — elektroneytraldir).

Biror elementning atom yadrosida neytronlar sonini aniqlash uchun massa sonidan tartib nomerini ayirish kerak:  $A - Z = N.$

Bu yerda  $Z$  — tartib raqami,  $N$  — neytronlar soni,  $A$  — element atomining massa soni. Masalan, kalsiyning massa soni 40, tartib nomeri esa 20. Demak, uning yadrosida 20 ta proton va 20 ta neytron bor. Uranning massa soni 238, tartib nomeri 92 ( $238 - 92 = 146$ ). Demak, uning yadrosida 92 ta proton, 146 ta neytron bor.

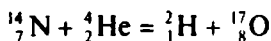
Agar element yadrosidagi proton va neytronlarning soni bir-biridan ancha farq qilsa, bunday element radioaktiv bo'ladi. Turli elementlar atom yadrolarining massa va zaryadlarini puxta o'rganish natijasida yadro zaryadlari tamomila bir xil, massalari esa bir-biridan farq qiladigan atomlar borligi aniqlandi. Masalan, uran rudalari tarkibida uchraydigan qo'rg'oshinning atom massasi 208, aktiniydan kelib chiqqan qo'rg'oshinning atom massasi 207, lekin bu sonlar odatdagi qo'rg'oshinning atom massasi (207,19) ga teng emas. Ammo uchala qo'rg'oshinning kimyoviy xossalari bir xil va odatdagi qo'rg'oshinning kimyoviy xossasidan farq qilmaydi.

Yoki xlor atomini olaylik. Xlor atomlarining massasi 35 va 37 bo'ladi. Bu atomlarning yadrolarida protonlar soni bir xil, ammo neytronlar soni har xildir. Bitta elementning yadro zaryadi bir xil, ammo massa soni har xil bo'lgan atomlar turlari *izotoplar* deyiladi va bu so'z bir o'ringa ega degan ma'noni bildiradi. Chunki ayni elementning barcha izotoplari D.I. Mendeleyevning jadvalida birgina katakdan o'rin oladi.

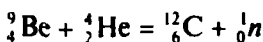
Izotopiya hodisasi deyarli hamma elementlarda uchraydi. Ko'pchilik elementlar o'zining bir necha izotopining aralashmasidan iborat bo'ladi. Izotoplar soni turli elementlarda turlicha bo'ladi. Masalan, kaliy elementining 10 ta tabiiy izotopi ma'lum, simobniki 7 ta, kislorodniki 3 ta. Biroq fluor faqat yagona tabiiy izotopdan iborat. Elementlarning tartib nomeri ortishi bilan ularning barqaror izotoplari yadrolaridagi neytronlarning soni ham ortib boradi. Hozir ma'lum bo'lgan 107 ta elementning 250 dan ortiq izotopi bor (radioaktiv izotoplar bular jumlasiga kirmaydi).

### 3.6- §. Yadro reaksiyalar

Tabiiy radioaktiv elementlarning o'z-o'zidan yemirilishi bizga ma'lum bo'lgan birinchi yadro reaksiyasidir. Inson ixtiyori bilan o'tkazilgan birinchi yadro reaksiyasi Rezerford tajribasi bo'ldi. 1919- yilda Rezerford azot atomlarini  $\alpha$ -zarrachalar bilan bombardimon qilib, azotni vodorod va kislorodga aylantirdi:

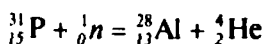


Berilliy atomlariga  $\alpha$ -zarrachalar yog'dirilganda uglerod atomlari bilan neytronlar paydo bo'ldi:

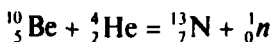


$\alpha$ -zarracha (geliy yadrosi), protonlar, neytronlar, deyteriy va ko'p zaryadli ionlar oqimi element yadrosiga ta'sir ettirilganda elementlarni yadro zaryadlari va atom massalari boshqacha bo'lgan elementlarga aylantirish jarayoni *yadro reaksiyalari* deyiladi.

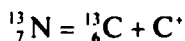
Yadro reaksiyalarini amalga oshirishda neytronlar bilan bombardimon qilish alohida ahamiyatga ega, chunki neytron elektroneytral zarracha bo'lgani uchun atomlarning yadrolariga juda yaqin yetib boradi va bunda, ko'pincha,  $\alpha$ -zarrachalar hosil bo'ladi, masalan:



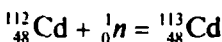
1934- yilda Mariya bilan Pyer Kurining qizi va kuyovi Iren hamda Frederik Jolio-Kurilar sun'iy radioaktivlikni kashf etdilar. Masalan, bor elementi  $\alpha$ -zarrachalar bilan bombardimon qilinda azotning radioaktiv izotopi  ${}^{13}_7\text{N}$  hosil bo'ldi:



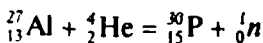
${}^{13}_7\text{N}$  yemirilganda uglerodning izotopi  ${}^{13}_6\text{C}$  hosil bo'ladi va pozitron chiqadi:



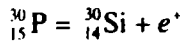
$\text{C}^+$  iopozitron, uning massa va zaryadi elektron massasi va zaryadiga teng, ammo musbat ishoralidir. Elektron chiqarib yemirilish  $\beta^-$ - yemirilish deb, pozitron chiqarib yemirilish  $\beta^+$ -yemirilish deb ataladi. Agar yadro reaksiyalarida sust harakat qiluvchi (issiq) neytronlar qo'llanilsa, bombardimon qilinuvchi element yadrosi neytronni qamrab olib, shu elementning og'irroq izotopi hosil bo'ladi. Masalan:



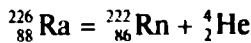
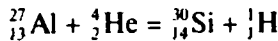
Yadro reaksiyalarini amalga oshirish uchun turli zarrachalarni ishlatish mumkin. Faqat ularga yetarli tezlik berish kerak. Yadro reaksiyalari o'zining unumi bilan xarakterlanadi. Aluminiy  $\alpha$ -zarrachalar bilan bombardimon qilinib, radioaktiv fosfor  ${}^{30}_{15}\text{P}$  olindi:



Hosil bo'lgan fosfor  $^{30}_{15}\text{P}$  pozitron chiqarib kremniyga aylana-  
di:

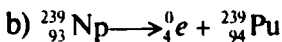
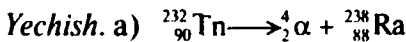
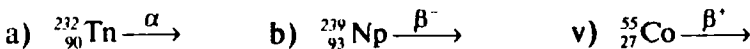


Elementlarning sun'iy yo'l bilan olingan radioaktiv izotop-  
lari, ko'pincha, yo elektron yoki pozitron chiqarib yemiriladi.  
Radioaktiv izotoplarning og'irlari b-yemiriladi, yengilroqlari esa  
 $\beta^+$  yemiriladi,  $\alpha$ -yemiriladiganlari oz bo'ladi. Yadro reaksiyala-  
rining tenglamalarini yozish massa va zaryadning saqlanish qonu-  
niga asoslangan. Bu degan so'z, tenglamaning chap qismida mas-  
salar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisi tenglamaning o'ng qis-  
midagi massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi  
kerak, demakdir. Masalan:

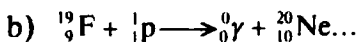
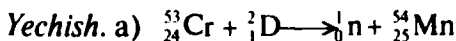
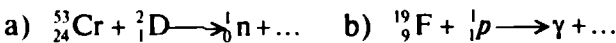


Barcha kimyoviy elementlarning radioaktiv izotoplari olingan.  
Yadro reaksiyalarining muhim xususiyati — hosil bo'ladigan zar-  
rachalarning kinetik energiyasi yoki nurlanish energiyasi holda  
ko'p miqdorda energiya chiqishidir. Kimyoviy reaksiyalarda ener-  
giya, asosan, issiqlik holida ajralib chiqadi. Yadro reaksiyalarining  
energiyasi kimyoviy reaksiyaning energiyasidan millionlab marta  
ko'p bo'ladi.

**1-misol.** Quyidagi radioaktiv yemirilish tenglamalarini tugal-  
lang:



**2-misol.** Yadro reaksiyasini oxiriga yetkazing:

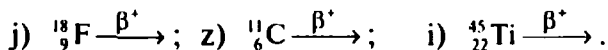
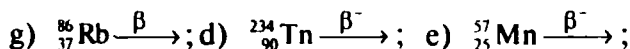
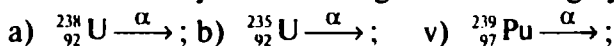




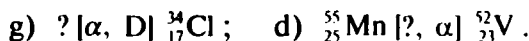
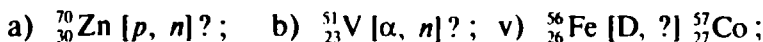


## Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Radioaktiv yemirilish tenglamasini oxiriga yetkazing:



2. Yadro reaksiyasini to'liq yozing:



### 3.7- §. Kimyoviy bog'lanishlar

Ikki yoki bir necha atomning molekula, kristall, ion va radikal kabi murakkab sistemalarda bir-birini ushlab turish kuchlari *kimyoviy bog'lanish* deb qaraladi.

Atomlardan molekularlar hosil bo'lganida har qaysi atom o'zining sirtqi qavatini sakkiz elektronga yoki ikki elektronga yetkazishga intiladi. Ko'pincha, tashqi elektron qavatlarida bir, ikki va uchta elektron bo'lgan atomlar o'zining shu elektronlarini boshqa atomlarga osonlik bilan beradi. Agar atomning sirtqi qavatida elektronlar soni sakkizga yaqin (5, 6, 7) bo'lsa, bunday atom mustahkam elektron qavat hosil qilish uchun yetishmagan elektronlarni boshqa atomlardan tortib olishga intiladi. Barqaror elektron qavatning turli yo'llar bilan hosil bo'lishiga asoslanib, kimyoviy bog'lanishlarni bir necha turlarga bo'lish mumkin: ion bog'lanish, kovalent bog'lanish (qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish), metall bog'lanish va vodorod bog'lanish.

1. **Ion bog'lanish.** Ion bog'lanish kimyoviy xossalari bilan bir-biridan juda keskin farq qiladigan ikki element atomlari orasida vujudga keladi. Masalan, ishqoriy yoki ishqoriy yer metallari bilan galogenlar o'zaro reaksiyaga kirishganda hosil bo'ladigan mahsulot tarkibidagi atomlar bir-biri bilan ionli bog'lanadi.

1916-yilda yaratilgan Kassel nazariyasiga asosan, har qaysi elementning atomi kimyoviy reaksiya vaqtida o'ziga elektron birlashtirib olishi yoki o'zidan elektron chiqarishi natijasida o'zining sirtqi elektron qavatini 8 ta yoki 2 ta elektronli barqaror qavatga aylantirishga intiladi. Atomning elektron berishi va elektron qabul qilishi natijasida qarama-qarshi zaryadlangan ionlar hosil bo'ladi. Bu

holatni natriy fluorid molekulasini hosil bo'lishida osonlik bilan kuzatish mumkin.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  tuzilishga ega bo'lgan natriy atomi o'zining sirtqi elektron qavatidagi ( $3s^1$ ) bir elektronini osonlik bilan beradi. Natijada natriy atomi sirtqi qavatida 8 ta elektron bor musbat ( $1s^2 2s^2 2p^6$ ) ionga aylanadi.

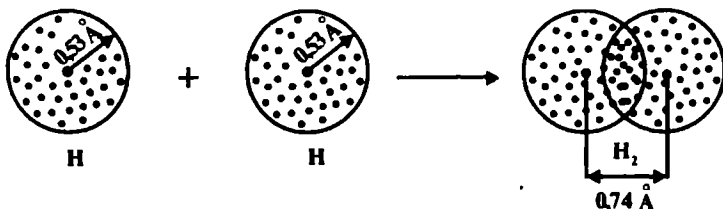
$Na - 1e^- = Na^+$  shu vaqtning o'zida  $1s^2 2s^1 2p^5$  tuzilishga ega bo'lgan fluor atomi o'ziga bir elektronni qabul qilib ( $1s^2 2s^2 2p^6$ ) manfiy zaryadli ionga aylanadi:  $F + 1e^- = F^-$ , qarama-qarshi zaryadli ionlarning o'zaro birikishi natijasida esa natriy fluorid hosil bo'ladi.

Demak, ikkita turli ishorali zaryadlangan ionlarning elektrostatik tortilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lanish ionli bog'lanish deyiladi.

## 2. Kovalent bog'lanish.

a) **Qutbsiz kovalent bog'lanish.** Elektron berish yoki elektron qabul qilish xususiyati bir xil bo'lgan yoki bir-biridan kam farq qiladigan elementlar atomlari o'zaro birikanda qutbsiz kovalent bog'lanishdagi molekular hosil bo'ladi. Bu bog'lanishda barqaror molekular bir atomdan ikkinchi atomga elektron ko'chishi natijasida emas, balki ikki atom orasida bir yoki bir nechta umumiy elektron juftlar hosil bo'lishi natijasida vujudga keladi. Elektron juftlar hosil bo'lishida ikkala atom ham ishtirok qiladi. Shuning uchun har bir atom umumiy juft hosil qilish uchun o'zidan, albatta, elektron beradi.

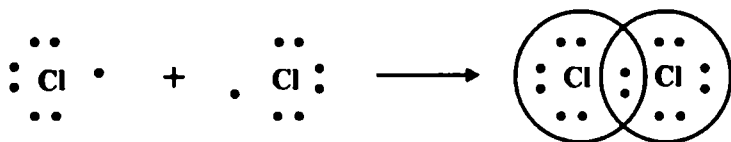
Ko'pgina elementlarning atomlari o'zaro birikib molekula hosil qiladi. Masalan,  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ . Har birida bittadan elektroni bo'lgan ikki vodorod atomlari o'zaro yaqinlashganda vodorod molekulasini ( $H_2$ ) hosil bo'ladi:  $H^0 - H^0 \quad H : H$ . Vodorod molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida aylanib, elektron buluti fazoda ikkala atom yadrosiga nisbatan simmetrik taqsimlanadi. Har qaysi vodorod atomining radiusi  $0,53 \text{ \AA}$  ga teng. ( $\text{\AA}$ ) =  $10^{-8}$  sm. Vodorod molekulasidagi yadrolar orasida-



4- rasm. Vodorod molekulasining hosil bo'lish sxemasi.

gi masofa 0,74 Å. Vodorodning ikkita atomidagi bittadan elektron o'zaro birlashib, elektron juft hosil qiladi. Bu elektronlar ikkala atomning yadrosiga tegishli bo'lib, ikkala yadro atrofida aylanadi va umumiy juft elektron deb ataladi. Bu hodisa 4-rasmda tasvirlangan.

Xlor molekulasida ham kovalent bog'lanish ikkita umumiy elektron, ya'ni elektronlar jufti yordamida amalga oshiriladi:



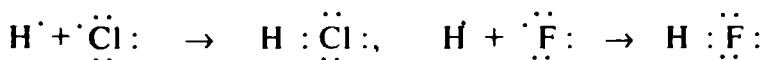
Ikkita azot atomidan azot molekulasining hosil bo'lishini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:



Azot molekulasida uch karrali bog'ning borligi uning molekulasiga juda katta mustahkamlik beradi va u kimyoviy reaksiyalarga qiyin kirishadi;

b) **Qutbli kovalent bog'lanish.** Elektron berish yoki elektron qabul qilish xususiyati bir-biridan farq qiladigan, lekin bu farq ion bog'lanish darajasiga yetmagan element atomlari o'zaro birikkanda *qutbli kovalent bog'lanish*dagi molekularlar hosil bo'ladi. Qutbli kovalent bog'lanishli birikmalarda elektronlar uzilmaydi, ular biriktirib olinmaydi. Ikki element elektronlaridan hosil bo'lgan juft elektronlar qutbsiz kovalent bog'lanishdagi kabi shu ikki elementga taalluqli bo'lib, ular atomlarining yadrolari atrofida aylanadi. Bunda juft elektronlar metallmaslik xossalari kuchliroq element tomon siljigan bo'ladi. Uchuvchan anorganik birikmalarining molekularlari: HF, HCl, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> va boshqalar bunga misol bo'la oladi.

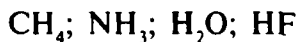
HCl, HF molekulasining hosil bo'lishini ushbu sxema bilan ko'rsatish mumkin:



Elektronlar juft xlor va fluor atomi tomon siljigan, chunki fluor va xlor atomining metallmaslik xossasi vodorod atominikiga qaraganda ko'p marta ortiq. Shuning uchun u umumiy elektron juftini o'ziga kuchliroq tortadi. Bunday birikmaning tuzilishi simmetrik bo'lmaydi va elektron jufti xlor atomi va fluor atomi yadrosiga

yaqin turgani sababli elektron buluti xlor hamda fluor yonida quyuroq, xlor va fluorning manfiy zaryadi esa ortiqroq bo'ladi, ya'ni unda manfiy qutb vujudga keladi. Vodorodda esa juft elektron uzoq turganligi uchun musbat qutb hosil bo'ladi.

Elementlarning elektromanfiyliklari farqi qancha katta bo'lsa (davriy jadvalda bir-biridan qancha uzoq joylashsa), ular orasidagi bog'ning qutbliligi shuncha ko'p bo'ladi. Masalan, quyidagi qatorda bog'ning qutbliligi ortib boradi:



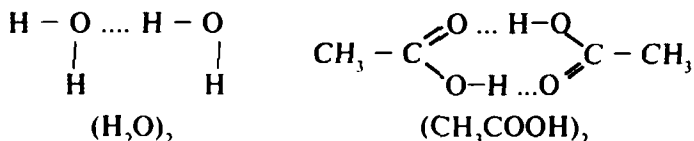
**3. Metall bog'lanish.** Metall kristallaridagi panjara tugunlarining bir qismida atomlar, bir qismida esa ionlar turadi. Valent elektronlar metall atomining yadrosi bilan bo'shgina bog'langanligi uchun oson uziladi. Atomlardan uzilgan elektronlar atom va ionlar orasida erkin harakat qiladi. Biror elektronini yo'qotgan atomga, ya'ni ionga yaqin kelib qolgan elektron unga bog'lanib, uni neytral atomga aylantirishi, boshqa bir neytral atom esa o'z elektronini yo'qotib, ion holiga o'tishi mumkin.

Demak, erkin holdagi elektronlar goh bir ion atrofida, goh ikkinchi ion atrofida aylanib yuradi. Metall zarrachalari bir-biriga ana shunday elektronlar vositasi bilan bog'lanib turadi. Bunday bog'lanish *metall bog'lanish* deyiladi. Kristall ichida erkin yurgan elektronlar *elektron buluti* deb ataladi. Nisbatan ancha kam miqdordagi elektronlar ko'p miqdordagi metall ionlarini bir-biri bilan bog'lab turadi. Metall bog'lanishning mustahkamligi kovalent bog'lanishnikiga qaraganda 3–4 marta kam.

**4. Vodorod bog'lanish.** Vodorod vositasida bo'ladigan bog'lanish *vodorod bog'lanish* deyiladi. Vodorodning ioni faqat yadrodan iborat bo'lib, yadro esa bitta protondir. Boshqa barcha elementlarning ionlari bir yoki bir necha elektron yo'qotganda ham yadrolari atrofida yana elektronlar qoladi. Vodorodning ioni faqat yadrodan iboratligi sababli boshqa ionlarga qaraganda minglarcha marta kichikdir. Vodorod ioni kichik va elektronlari bo'lmagani uchun boshqa element atomi yoki ionining elektron quvvatini o'ziga tortadi. Natijada vodorod bog'lanish vujudga keladi.

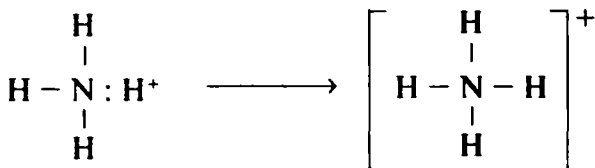
Vodorod bog'lanishning mohiyati shundan iboratki, biror modda molekulasidagi fluor, xlor, kislorod va azot kabi elektrmanfiy elementlarning atomlari bilan birikkan bir valentli vodorod atomi yana boshqa fluor, kislorod, azot va xlor atomlari bilan kuchsizroq bog'lanish xususiyatiga ega. Masalan, HF molekulasida qutbli bog'lanishga ega. Ikkala atom orasidagi elektron juft fluor atomiga yaqin siljiganligi tufayli vodorod atomi musbat zaryadga ega, ya'ni

HF da vodorod ioni bor deyish mumkin. Bu vodorod ioni fluor atomining juft elektronlariga tortilishi natijasida vodorod atomi ikki tomondan bog'lanib qoladi. Shu tartibda HF ning bir necha molekulari o'zaro birlashib, yirikroq zarrachalarni hosil qiladi. H—F ... H—F ..., umuman (HF)<sub>n</sub> = 2, 3, 4, 5, 6 bo'lishi mumkin. Suv va sirka kislotada dimerlarining hosil bo'lishini quyidagi sxema bilan tasvirlasa bo'ladi:

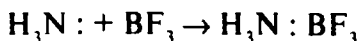


Odatda, vodorod bog'lanish nuqtalar bilan belgilanadi. Shunday qilib, elektrmanfiyligi katta bo'lgan element atomi bilan vodorod atomi orasida vujudga keladigan ikkinchi darajali kimyoviy bog'lanish *vodorod bog'lanish* deb yuritiladi. Lekin bu bog'lanishning energiyasi uncha katta emas. Masalan, kimyoviy bog'lanishlarning asosiy turlarining mustahkamligi 20–230 kkal/mol ga teng bo'lgan holda, vodorod bog'lanishning mustahkamligi 5–8 kkal/molni tashkil qiladi.

**5. Donor-akseptor bog'lanish.** Donor-akseptor bog'lanish bir atomning taqsimlanmagan elektron juftga va ikkinchi atom yoki ionning bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'ladi. Elektron jufti bilan qatnashuvchi zarraga **donor**, bo'sh orbitali bilan qatnashuvchi zarraga **akseptor** deyiladi. Masalan:



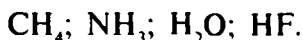
NH<sub>3</sub> (ammiak) molekulasida azot tashqi qavatidan uchta juftlashgan elektroni hisobiga uchta vodorod atomlari bilan kovalent bog'lanish hosil qiladi. Azotning tashqi qavatida yana ikkita juft holdagi s- elektronlari bor, ular bo'sh orbitali bo'lgan vodorod ionlari bilan donor-akseptor bog' orqali ammoniy NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ionini hosil qiladi: azot — donor, vodorod — akseptor. Lekin undagi to'rtala bog'ning xossalari bir xilda, shuning uchun donor-akseptor bog'ni kovalent bog'ning bir ko'rinishi deb qarash mumkin. Donor-akseptor bog'lanish ikki xil molekular orasida ham yuzaga chiqishi mumkin. Masalan:



Bu yerda  $\text{NH}_3$  elektron juft donori bo'lib,  $\text{BF}_3$  bu elektron juft uchun akseptordir.  $\text{CO}$  — molekulasida, xuddi azot molekulasidagi kabi uch karrali bog'lanish mavjud: C va O. Bu bog'lanishdan ikkita — kislorod va uglerod atomlaridagi yakka-yakka elektronlarning juftlanishi natijasida hosil bo'lgan, uchinchi bog'lanish esa — donor-akseptor mexanizm bo'yicha (uglerodning bo'sh  $2p$ -orbitali va kislorodning bu juft elektroni hisobiga) hosil bo'ladi. Agar  $\text{N}_2$  va  $\text{CO}$  molekulasini bir-biriga taqqoslasak, bularda elektronlar soni bir-biriga tengligini ko'ramiz :  $\text{N}::\text{N}$  : va :  $\text{C}::\text{O}$  : ular o'zaro izoelektron moddalardir. Ularning xossalari bir-biriga o'xshash bo'ladi.

**6. Kovalent bog'ning xossalari.** Kovalent bog'lanishning o'ziga xos xususiyatlari — ularning energiyasi, qutbliligi, karraliligi, uzunligi, to'yinuvchanligi, fazoviy yo'nalishi va boshqalar bilan tavsiflanadi. Kimyoviy bog'ni uzish uchun sarflanadigan minimal energiya **bog'lanish energiyasi** deyiladi. Bog' hosil bo'lishida shuncha energiya ajralib chiqadi. Odatda, bog'lanish energiyasi 1 mol modda uchun hisoblanadi.

Elementning elektromanfiyliklari farqi qancha katta bo'lsa (davriy jadvalda bir-biridan qancha uzoq joylashsa), ular orasidagi bog'ning **qutbliligi** shuncha ko'p bo'ladi. Masalan, quyidagi qatorda bog'ning qutbliligi ortib boradi.



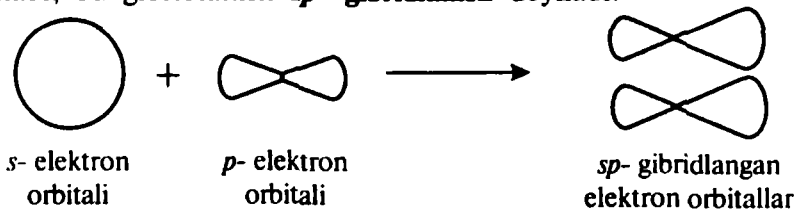
Simmetrik molekular tarkibida qutbli bog'lar bo'lsa ham, molekularni o'zi qutbsiz bo'ladi, masalan:  $\text{CH}_4$ ;  $\text{BCl}_3$ ;  $\text{CO}_2$  va boshqalar **karralilik** — ikkita atom o'rtasidagi bog'lanishlar sonini ko'rsatadi. Karralilik ortib borsa, atomlarning o'zaro bog'lanish energiyasi ortadi, ular orasidagi masofa qisqaradi. Bog'lanib turgan ikki atomning yadrolari orasidagi masofa **bog'ning uzunligi** deyiladi.

Kovalent bog'ning **yo'nalishi** atomdagi valent elektronlarining gibridlanish holatiga bog'liq. **Gibridlanish** deb turli elektron bulutlarining (orbitalarning) qo'shilib, yangi bulutlar hosil qilish hodisasiga aytiladi.

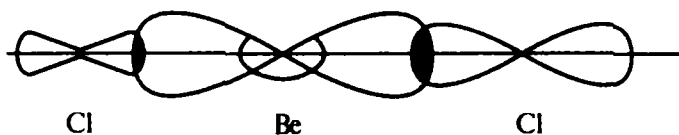
Davriy jidvalning I asosiy gruppacha elementlarining tashqi qavatida bitta elektron bor, ularda gibridlanish yo'q. II asosiy gruppaga elementlarining tashqi qavatida 2 ta  $s$ -elektrondan bit-tasi qo'zg'algan holatda  $p$ -orbitalga ko'chib o'tadi; 1 ta  $s$ , 1 ta  $p$ -elektronli vaziyat yuzaga keladi. Bu elektronlar gibridlanadi, bu gibridlanish  **$sp$ -gibridlanish** deyiladi:

Davriy jadvalning I asosiy gruppacha elementlarining tashqi qavatida bitta elektron bor, ularda gibridlanish yo'q.

II asosiy gruppacha elementlarining tashqi qavatida 2 ta  $s$ -elektrondan bittasi qo'zg'algan holatda  $p$ -orbitalga ko'chib o'tadi. 1 ta  $s$ -, 1 ta  $p$ -elektronli vaziyat yuzaga keladi. Bu elektronlar gibridlanadi, bu gibridlanish  **$sp$ -gibridlanish** deyiladi:



Zaryadlari bir xil bo'lgani uchun elektron bulutlari fazoda bir-biridan maksimal uzoqlashishda harakat qiladi va ularning to'lqin funksiyalari bir xil ishoraga ega bo'lishi natijasida ular qarama-qarshi tomonga yo'naladi. Shuning uchun bunday gibridlanish holatidagi atomlarga ega bo'lgan molekularlar fazoda chiziqli tuzilgan, valent burchaklari  $180^\circ$  ga ega bo'ladi. Masalan,  $\text{BeCl}_2$  molekulasining fazoviy yo'nalishi quyidagicha:



III asosiy gruppacha elementlari bir valentli elementlar bilan hosil qilgan birikmalarida  $sp^2$ -gibridlanish holatda bo'ladi. Masalan:  $\text{AlH}_3$ ;  $\text{BF}_3$  va boshqalar. Bu molekularlar fazoda tekislikda joylashadi, valent burchaklari  $120^\circ$ .

IV asosiy gruppacha elementlarining  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{SiH}_4$  kabi birikmalarida valent elektronlarning elektron orbitallari  $sp^3$ -gibridlangan holatda bo'ladi. Bunday molekularlar fazoda tetraedr shaklini hosil qiladi, valent burchaklari  $109,28^\circ$ . Gibridlangan orbitallar  $\sigma$ -bog'larni hosil qiladi,  $\pi$ -bog'larni esa gibridlanmagan  $p$ -elektronlar hosil qiladi IV gruppacha elementlarining birikmalarida bitta  $\pi$ -bog' bo'lsa (masalan,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ), ularda bitta  $p$ -elektron gibridlanishda qatnashmaydi va  $sp^2$ -gibridlanish kuzatiladi. Agar ikkita  $\pi$ -bog'i bo'lsa (masalan,  $\text{CH}=\text{CH}$ ,  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ), ularning valent elektronlari  $sp$ -gibridlangan orbitallarda joylashadi. Ionlarning markaziy atomlardagi valent elektronlari ham gibridlanish holida bulishi mumkin. Masalan:  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  kabi ionlarda  $sp^2$ -

gibridlanish,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  kabi ionlarda  $sp^3$ -gibridlanish mavjud.  $\text{NH}_3$  va  $\text{H}_2\text{O}$  molekularida bog'lar orasidagi burchak  $107^\circ$  va  $104,5^\circ$ , ya'ni  $sp^3$ -gibridlanish holatidagi valent burchagiga yaqin, shuning uchun ularda ham  $sp^3$ -gibridlanish mavjud deb hisoblanadi.  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  kabi molekularlarda bog'lar orasidagi burchak  $90^\circ$  ga yaqin, ularda gibridlanish ham  $sp^3$  holatda bo'ladi. Elektron orbitalar gibridlangan holatida atomlarning  $\delta$ -bog'lanishini hosil qilishda qatnashgan elektron orbitallardan tashqari, markaziy atomning valent pog'onasidagi taqsimlanmagan elektron juftlari ham gibridlanishda qatnashadi.

Masalan:  $\text{NH}_3$  molekulasida 3 ta  $\sigma$ -bog' hosil qilishda qatnashgan elektron juftlardan tashqari, azot atomidagi  $2s$ -orbitaldagi taqsimlanmagan juft ham  $sp^3$ -gibrid orbitalda joylashadi. Ammiak molekulasida ammoniy ioniga aylanganda, shu elektron proton bilan azot atomi orasidagi bog'lovchi juft vaziyatiga o'tadi.  $\text{NH}_3$  va  $\text{NH}_4^+$  zarrachalarining gibridlanish turi bir xil. Xuddi shunday vaziyat suv molekulasida ( $\text{H}_2\text{O}$ ) kislород atomli ( $\text{H}_2\text{S}$  da ham)  $sp^3$ -gibridlangan holatda bo'ladi,  $[\text{H}_3\text{O}]^+$  kationida ham kislород shunday gibridlangan holatda bo'ladi. Gibridlanishda faqat  $\sigma$ -bog' hosil qilishda qatnashgan elektron juftlar (bog'lovchi juftlar)gina emas, donor vazifasini bajaradigan taqsimlanmagan elektron juftlarni hisobga olish kerak.

Gibridlanish haqidagi nazariyani 1931-yilda amerika olimi L. Poling yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq, turli orbitallarga mansub elektronlar ishtiroki bilan kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida elektronlarning bulutlari bir-biriga ta'sir ko'rsatib o'z shaklini o'zgartiradi, natijada, turli orbitallarning o'zaro qo'shilish mahsuloti — gibridlangan orbitalar hosil bo'ladi. Shunday qilib, 1 ta  $s$ -orbital bilan 1 ta  $p$ -orbitaldan hosil bo'lgan ikkita gibrid orbital bir-biriga nisbatan  $180^\circ$  li burchak ostida joylashadi va bunday gibridlanish  $sp$ -gibridlanish deyiladi. Agar gibridlangan orbitalar hosil bo'lishida bitta  $s$  va  $p$ -orbitalar o'zaro qo'shib, yangi uchta bir xil gibrid orbital hosil qilsa, bunda  $sp^2$ -gibridlanish sodir bo'ladi. Uchta gibrid orbital bir-biriga nisbatan  $120^\circ$  li burchak ostida joylashgan bo'ladi. Agar bitta  $s$  va uchta  $p$ -orbitalar qo'shilsa, o'zaro  $109^\circ 28'$  li burchak bo'ylab joylashgan to'rtta gibrid orbital hosil bo'ladi. Bu  $sp^3$ -gibridlanish deyiladi.  $sp^3$ -gibridlanish kislород, azot, uglerod va uning analoglari — kremniy hamda germaniy elementlarida ko'p uchraydi.



### 3.8- §. Elektrmanfiylik

„Elektrmanfiylik“ni o‘zlashtirish uchun „atomlarning davriy xossalari“, „ionlanish energiyasi“, „elementning elektronga moyilligi kabi“ tushunchalarni mukammal bilish kerak.

1. **Atomlarning davriy xossalari.** Elementlarning tartib nomeri ortishi bilan atomlarining o‘lchami, ionlanish energiyasi, elektronga moyilligi, elektrmanfiyligi, oksidlanish darajasi kabi xossalarning o‘zgarishida davriylik kuzatiladi. Atomning radiusi – uning muhim xarakteristikasidir. Atom radiusi qancha katta bo‘lsa, tashqi elektronlar yadro bilan bo‘sh bog‘langan bo‘ladi. Aksincha, atom radiusi kichrayishi bilan elektronlar yadroga kuchliroq tortiladi. Davrda chapdan o‘ngga o‘tgan sari atom radiusi kichrayib boradi. Bunga sabab yadroning zaryadi ortishi bilan elektronlarning yadroga kuchliroq tortilishidir. Gruppalarda yuqoridan pastga tomon atom radiusi kattalashib boradi, chunki elektron qavat oshib boradi va uning radiusi kattalashadi.

2. **Ionlanish energiyasi.** Ionlanish energiyasi – bu eng bo‘sh bog‘langan elektronni atomdan uzish uchun kerak bo‘lgan energiya. U, odatda, elektron-voltda ifodalanadi. D.I.Mendeleyev davriy sistemasida har qaysi davrning boshidan oxiriga o‘tgan sayin elementning ionlanish energiyasi ortib boradi. Gruppalarda bu energiya elektron yadrodan uzoqlashishi tufayli yuqoridan pastga tomon kattalashib boradi. Masalan: litiyning ionlanish potentsiali 5,39 eV ga teng; berilliyniki 9,32 eV, ftorning ionlanish potentsiali 17,42 eV, natriyning ionlanish potentsiali 5,14 eV, kaliyniki 4,34 eV va hokazo.

Ionlanish energiyasi elementning kimyoviy xossalari bilan bog‘langan, masalan, ionlanish energiyasi kichikroq bo‘lgan ishqoriy metallar yaqqol ifodalangan metallik xossalarga ega, nodir gazlarning esa ionlanish energiyasi nihoyatda katta.

3. **Elementning elektronga moyilligi.** Element atomi bir elektron biriktirib olganda ajralib chiqadigan energiya miqdori ayni elementning elektronga moyilligi deb ataladi. Davriy sistemada har qaysi davr ichida chapdan o‘ngga o‘tgan sayin atomning elektron biriktirib olish xossasi ortib boradi. Atom elektron biriktirib olib, o‘sha elementning manfiy ioniga aylanadi. Ionlanish potentsiali bilan elektronga moyillik orasida bog‘lanish yo‘q. Biror atomning ionlanish potentsiali qancha yuqori bo‘lsa, ya‘ni u o‘zining elektronini qancha mustahkam tutib tursa, u boshqa elektronni o‘ziga shuncha oson biriktirishi kerak, degan mulohaza to‘g‘ri emas. Elektronga moyillik elektron qavatining tuzilishiga

bog'liq. Elektronga moyillik kJ/mol, kkal/mol yoki eV (elektron-volt)lar bilan o'lchanadi va  $E$  harfi bilan belgilanadi. Elementning elektronga moyilligi qancha katta bo'lsa, uning metallmaslik xossalari shuncha kuchli ifodalangan bo'ladi. Elementlarning elektronga moyilligi II davrda chapdan o'ngga o'tgan sari ortib boradi. Berilliy, azot va neoning elektronga moyilliklari manfiy qiymatga ega. Tashqi pog'onasida 7 tadan elektron bo'ladigan galojenlarda elektronga moyillikning qiymati eng katta bo'ladi. Bundan chiqadigan xulosa shuki, davr oxiriga yaqinlashgan sari elementning metallmaslik xossalari kuchayadi.

4. **Elektrmanfiylik.** Elektrmanfiylik atomning birikmada o'ziga elektronlarni tortish xususiyatidir. Elementlarning metallmaslik xossalarini yaqqol namoyon qilishi uchun „elektrmanfiylik“ (EM) tushunchasi 1932-yilda amerika olimi L.Poling tomonidan kiritildi. Ayni elementning elektrmanfiyligi uning ionlanish energiyasi bilan elektronga moyilligi yig'indisiga (yoki uning yarmiga) teng:

$$EM = E + L \text{ yoki } EM = (E + L)/2,$$

bu yerda:  $E$  – elektronga moyillik,  $L$  – ionlanish energiyasi.

$E + L$  qiymati katta bo'lgan element atomi molekula tarkibidagi elektronni o'ziga qo'shib oladi va osonlik bilan manfiy ion holatiga o'tadi.

Masalan, litiy va fluor uchun EM ni topaylik:

$$L_F = 17,42 \text{ eV}, E_F = 3,62 \text{ eV} \quad EM_F = 17,42 + 3,62 = 21,04 \text{ eV}$$

$$L_{Li} = 5,39 \text{ eV}, E_{Li} = 0,22 \text{ eV} \quad EM_{Li} = 5,39 + 0,22 = 5,61 \text{ eV}$$

Ular orasidagi nisbat  $21,04/5,61 = 4$ . Elementlarning metallik va metallmaslik xossalarini taqqoslab ko'rish uchun R.Malliksi va L.Poling elektrmanfiylikning nisbiy qiymatlaridan foydalanishni taklif qildilar. Buning uchun litiyning elektrmanfiyligi I deb qabul qilingan. I-jadvalda elementlarning Ollred va Roxov bo'yicha nisbiy elektrmanfiyliklari (NEM) keltirilgan. Nisbiy elektrmanfiylik davriy qonunga bo'ysunadi: davrda u elementning nomeri ortishi bilan ortadi. Uning qiymati elementlarning metallmaslik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Nisbiy elektrmanfiylik qancha katta bo'lsa, element metallmaslik xossalarini shuncha kuchli namoyon qiladi. Metallar nisbiy elektrmanfiylikning kichikligi bilan xarakterlanadi. Kimyoviy bog'lanishlarning xarakteri o'zaro birikuvchi elementlarning nisbiy elektrmanfiyliklari ayirmasiga bog'liq bo'ladi. Elementlar kimyoviy o'zaro ta'sirlashganda elektronlar nisbiy elektrmanfiyligi kichik atomdan nisbiy elektrmanfiyligi katta atomga

tomon siljiydi. Ikki elementning nisbiy elektrmanfiyliklari orasida ionli bog'lanish hosil bo'ladi. Masalan:

$$\begin{array}{l} \text{NaCl} \qquad \qquad \text{EM}_{\text{Na}} = 1,01 \qquad \qquad \text{EM}_{\text{Cl}} = 2,83 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad 2,83 - 1,01 = 1,82 \\ \text{NaF} \qquad \qquad \text{EM}_{\text{Na}} = 1,01 \qquad \qquad \text{EM}_{\text{F}} = 4,10 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad 1,01 - 4,1 = 3,09 \end{array}$$

Agar bu ayirma juda kichik bo'lsa, qutbli kovalent bog'lanish hosil bo'ladi.

### 3.9- §. Kristallarning ichki tuzilishi. Kristall panjara

Qattiq moddalar kuch ta'sirida qanday maydalanishiga qarab amorf va kristall moddalarga bo'linadi. Kristall moddalar qancha bo'linmasin, muayyan shakldagi bo'lakchalar kristallning dastlabki shaklini saqlab qoladi. Ularga osh tuzi, olmos, grafit, metallar va boshqalar misol bo'la oladi. Kristall moddalarning zarrachalari moddaning butun hajmi bo'yicha aniq geometrik shakldagi panjaralarni hosil qiladi.

Kristall panjaralar tugunlarda joylashgan zarrachalarning tabiatiga va bog'lanishiga qarab 4 guruhga bo'linadi: atomli, molekular, ionli va metall kristall panjaralar.

1. Molekular panjarali kristallar fazoda batartib joylashgan qutblangan yoki qutblanmagan molekulalardan tuziladi. Molekular panjarada molekularlar bir-biri bilan ancha bo'sh bog'langan, shuning uchun molekular strukturali kristallar qattiq emas, struktura panjarali yoki kovalent bog'lanishli kristallarga nisbatan past temperaturada suyuqlanadi. Bunga ko'pchilik moddalarning kristallari va ammiak, muz, uglerod (IV) oksid (quruq muz), qattiq galogenidlar, bir atomli (nodir gazlar), ikki ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $Br_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ), uch ( $O_3$ ), to'rt ( $R_4$ ) va sakkiz ( $S_8$ ) atomli molekulalardan hosil bo'lgan qattiq oddiy moddalar misol bo'ladi.

2. Atom panjaraning tugunlarida joylashgan atomlar elektron juftlari hisobiga bir-birini tutib turadi. Demak, atom panjaralarda atomlar o'zaro puxta kovalent bog'lanishlar orqali birikkan bo'lib, juda mustahkam, qattiq va yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'ladi. Masalan, olmos, karborund, qattiq bor, kremniy, germaniy va ba'zi elementlarning uglerod va kremniy bilan hosil qilgan birikmalari shunday moddalar jumlasiga kiradi. Olmos tarkibidagi har qaysi uglerod atomi tetraedrning markazida turadi. Uning atrofiga to'rtta qo'shni atom joylashadi.

3. Ionli panjaralarda musbat va manfiy ionlar almashinib joy-

### Elementlarning nisbiy elektrmanfiyligi (NEM) qiymatlari

I		H 2.1																H	He
II		Li 0.97	Be 1.47											B 2.01	C 2.50	N 3.07	O 3.50	F 4.10	Ne -
III		Na 1.01	Mg 1.28											Al 1.47	Si 1.74	P 2.1	S 2.5	Cl 2.83	Ar -
IV		K 0.91	Ca 1.04	Se 1.20	Ti 1.32	V 1.45	Cr 1.56	Mn 1.60	Fe 1.64	Co 1.70	Ni 1.75	Cu 1.75	Zn 1.66	Ga 1.82	Ce 2.02	As 2.20	Se 2.48	Br 2.74	Kr -
V		Rb 0.89	Sr 0.99	V 1.11	Zr 1.22	Nb 1.23	Mo 1.30	Te 1.36	Ru 1.42	Rn 1.45	Pd 1.55	Ag 1.42	Cd 1.46	In 1.49	Sh 1.72	Sb 1.82	Te 2.01	I 2.21	Xe -
VI		Cs 0.86	Ba 0.97	La 1.08	Hf 1.23	Ta 1.33	W 1.40	Re 1.46	Os 1.52	Ir 1.55	Pt 1.44	Au 1.42	Hg 1.44	Tl 1.44	Pb 1.55	Bi 1.67	Po 1.76	At 1.90	Rn -
VII		Fr 0.86	Ra 0.97	Ae 1.00	Ku														
Lantanoidlar			Ce 1.08	Pr 1.07	Nd 1.07	Pm 1.07	Sm 1.07	Eu 1.01	Gd 1.11	Tb 1.11	Dy 1.10	Ho 1.10	Er 1.11	Tm 1.11	Yb	Lu			
Aktinoidlar			Th 1.11	Pa 1.14	U 1.22	Np 1.22	Pu 1.2	Am 1.2	Cm 1.2	Bk 1.2	Cf 1.2	Es 1.2	Fm 1.2	Md 1.2	No 1.2	Lr 1.2			
Metallmaslar jadvalning o'ng tomonida qora chiziq bilan ajratilgan																			

lashadi. Bular biri ikkinchisini elektrostatik kuch hisobiga tutib turadi. Ko'pchilik tuzlar, oksidlar va asoslar ionli panjara hosil qilish bilan kristallanadi. Ion panjarali kristallarning tugunlarida ionlar bo'lganligi uchun ionlarning zaryadlari bir-biriga kuchli tortilib turadi va bu moddalar qiyin suyuqlanuvchi mustahkam moddalardir. Bular da har bir musbat zaryadli ion atrofini manfiy zaryadli ionlar, har bir manfiy zaryadli ion atrofini esa musbat ionlar o'rab turadi.

4. *Metall* panjara musbat zaryadli ionlardan va ular orasida harakat qiluvchi elektronlardan tuzilgan bo'ladi. Kristall panjaralarning ba'zi tugunlarida neytral atomlar, ba'zi tugunlarida esa elektronlar yo'qotgan ionlar turadi. Bu ionlardan uzilgan elektronlar kristall ichida erkin harakat qiladi va *elektron gaz* deb ataladi. Elektronlar o'z harakatida ionlarga yaqinlashib, ular bilan birikadi va ionlarni neytral holga aylantiradi, ba'zi neytral atomlardan elektronlar uzilib, ion holiga o'tadi. Demak, metall kristallarida atomlarning ionlarga, ionlarning esa atomlarga aylanish jarayoni to'xtovsiz davom etib turadi. Metall kristallar erkin elektronlar borligi uchun metall elektr tokini va issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Metallar uch xil ko'rinishdagi panjaralar shaklida kristallanadi:

a) yoqlari markazlashgan kub shaklida, ya'ni kubning sakkizta uchida sakkizta zarracha, oltita yoqda 6 ta zarracha turadi. Masalan, mis, kumush, oltin, platina, palladiy va nikel;

b) hajmi markazlashgan kub shaklida, ya'ni diagonallarning kesishgan joyida bitta zarracha, kubning uchlarida sakkizta zarracha bo'ladi (masalan, bariy, kaliy, ishqoriy metallar, xrom va b.);

v) geksagonal katak shaklida (berilliy, magniy, kadmiy, rux va b.) bo'ladi. Metallarning fizik xossalari ularning kristall tuzilishi bilan izohlanadi.

Kristallni tashkil qilgan zarrachalar orasidagi bog'lanishning mustahkamligi kristall panjara energiyasining qiymati bilan belgilanadi. Kristall panjara energiyasi 1 g-mol kristalldagi zarrachalarni bir-biridan ajratish uchun zarur bo'lgan energiya bilan o'lchanadi.

Modda suyuqlanganida, biror erituvchida eriganida yoki sublimatsiyalanganida (ya'ni qattiq modda suyuq holatga o'tmay birdaniga bug'ga aylanganida) kristall panjara yemiriladi. Shuning uchun ham moddaning suyuqlanish issiqligi, erish issiqligi va sublimatlanish issiqligi o'sha moddaning kristall panjarasi energiyasiga bog'liq. Kristall panjara energiyasi kichik bo'lgan tuz ayni erituvchida kristall panjara energiyasi katta bo'lgan tuzga nisbatan ko'proq eriydi.

### 3.10- §. Modda holatlari

Moddalar gaz, suyuq, qattiq va plazma holatida bo'lishi mumkin. Gaz holatdagi moddalarda molekulararo o'zaro ta'sir kuchsiz ifodalangan bo'ladi. Gazning bir molekulasi bilan ikkinchi molekulasi orasidagi masofa uzoq bo'lganligi uchun gazga tashqaridan bosim berilsa, gaz o'z hajmini keskin kamaytiradi. Gaz molekulari har doim tartibsiz harakatda bo'lib, gaz qanday idishga to'ldirilsa, shu idishning hajmini egallaydi. Suyuqliklar qattiq jism bilan gazlar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Shuning uchun temperatura qancha ko'tarilsa, suyuqlikning gazga o'xshashligi shuncha ortadi. Suyuqlik ma'lum shaklga ega emas. U qanday idishga solingan bo'lsa o'sha idish shaklini oladi. Lekin ba'zi suyuqliklar, masalan, simob va suv tomchi holatida shar shaklini oladi, chunki shar eng kichik sirtga ega bo'ladi. Suyuqlik molekulari orasida o'zaro tortishuv kuchlari gazlardagidan katta bo'lganligi uchun suyuqlik odatdagi temperaturada ma'lum hajmini egallaydi va hajmini o'zgartirishga katta qarshilik ko'rsatadi. Suyuqliklarni rentgen nurlari va elektronlar difraksiyasi usuli bilan tekshirish asosida ularning qisman kristall tuzilishga ega ekanligi aniqlandi. Lekin temperatura ko'tarilishi bilan suyuqliklarning kristall tuzilishi yo'qola boshlaydi. Qattiq jismlar hajmi ham muayyan shaklga egadir. Ularning shakl va hajmlarini o'zgartirish uchun nihoyatda katta kuch talab qilinadi, chunki qattiq jismni tashkil qilgan molekula, atom va ionlar o'zaro mahkam bog'langan bo'ladi. Modda gaz yoki suyuqlik holatida bo'lsa, uning zarrachalari ilgarilama harakat qiladi. Qattiq jismlarda esa zarrachalar ma'lum muvozanat markazlari atrofida tebranib turadi, ular bir joydan ikkinchi joyga ko'chmaydi, qattiq jismlar amorf va kristall holatda bo'ladi.

**1. Amorf holat.** Amorf moddalar aniq bir temperaturada emas, balki ma'lum temperatura oralig'ida suyuqlanadi. Shunga asosanib, ko'pincha, amorf moddalar qovushqoqligi juda katta bo'lgan suyuqlik deb qaraladi. Moddaning amorf holatida ayrim atomlar va molekular tartibsiz joylashadi. Amorf moddalarda elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik,urning tarqalish tezligi va boshqa xossalari temperaturaga bog'liq bo'lmaydi. Bunday moddalar *izotrop moddalar* deyiladi. Amorf moddalarga qattiq smolalar, polimerlar, yelim, kanifol, shisha va boshqalar misol bo'ladi. Umuman amorf modda bilan kristall modda orasida keskin chegara yo'q. Ayni moddani ma'lum sharoitda sovitib, kristall holida, boshqa bir sharoitda esa amorf holatda olish mumkin. Amorf moddalar suv qovushqoqligidan  $10^{15}$  marta katta qovushqoqlikka ega bo'lgan suyuq-

liklardir. Shuning uchun ularning kristallanishi juda sekin – o'n, hatto yuz yillar davomida amalga oshadi.

**2. Kristall holat.** Kristall modda o'ziga xos suyuqlanish temperaturasidagina suyuq holatga o'tadi. *Kristall* deb, to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan moddaga aytiladi. Kristall moddalar o'ziga xos ko'rinishda kristallanadi. Masalan, osh tuzi kub shaklida kristallanadi, kaliy nitrit prizma shaklidagi kristallarni hosil qiladi. Kristallarning shakli juda ko'p, ular asosan, 32 guruhga bo'linadi, bu guruhlar 6 ta sistemaga to'plangan:

1. Kubik sistema.
2. Tetragonal (kvadrat) sistema.
3. Geksagonal sistema.
4. Triklinik sistema.
5. Monoklinik sistema.
6. Rombik sistema.

Kristallar, ko'pincha, eritmalardan olinadi. Eritma isitilganda erituvchi bug'lanib, kristall cho'kmaga tusha boshlaydi. Bu hodisa kristallanish deb ataladi. Kristall hosil bo'lishining asosiy xususiyati ularning o'z-o'zicha tekis qirralar (yoqlar) paydo qilish xossasidir. Kristall moddalar elektr va issiqlikni o'tkazadi, mexanik mustahkam, issiqdan kengayadi, sovuqdan esa torayadi.

**3. Plazma** modda nihoyatda yuqori temperatura (ming va million gradus) gacha qizdirilsa, zaryadli zarrachalari yuqori konsentratsiyaga ega bo'lgan ionlangan gaz holatiga – *plazma* holatiga o'tadi. Plazmada manfiy zarrachalarning soni musbat zarrachalarning soniga teng bo'ladi. Yer sharida moddalar plazma holatida kam uchraydi. Bu holat elektr yoyda, neon va argon lampalarining shu'la chiqaradigan qismida, gazlarning alangalarida uchraydi. Lekin kosmik jismlar bo'lgan yulduzlar va tumanliklar plazmasimon moddalardan iborat. Hatto quyosh ham quyuk holatdagi yirik plazmadir.



### ***Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar***

1. Atomlar elektron qobiqlarining tuzilishini misollar bilan tushuntiring.

2. Atomning murakkab tuzilganligini tasdiqlovchi tajribalarni aytib bering.

3. Atom tuzilishining davriy modeli va atom yadrosining tarkibi haqida gapirib bering.

4. D.I.Mendeleyev davriy qonunining hozirgi ta'rifini tushun-

tiring. Gruppalarda, davrlarda elementlarning xossalari qanday o'zgaradi?

5. Kimyoviy bog'lanishlarni misollar bilan tushuntiring.

6. D.I.Mendeleyev davriy sistemasining I–II, VI–VII gruppalarining asosiy gruppachalariga umumiy tavsif bering.

7. Nima uchun vodorod davriy sistemaning I va VII gruppalariga kiritiladi?

8. IV va V davrdagi eng tipik metall va metallmasni ko'rsating. Javobingizni asoslab bering.

9. 4 g metall suv bilan o'zaro ta'sir ettirilganda 0,1 mol vodorod ajralib chiqdi. Shu qanday metall ekanligini aniqlang.

*Javob:* Ca.

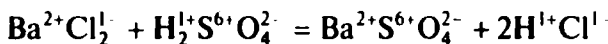




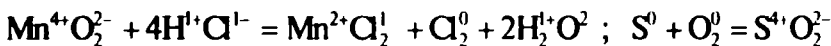
#### 4.1- §. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Kimyoviy reaksiyalar ikki turda bo'ladi:

1) reaksiyada ishtirok etayotgan elementlarning valentligi o'zgarib boradigan reaksiyalar. Masalan:



2) reaksiyada elementlarning valentligi o'zgaradigan reaksiyalar. Masalan:



Bu reaksiyalardagi oltingugurt, kislorod, marganes va xlor o'z valentligini o'zgartiradi. Agar biror reaksiyada ishtirok etuvchi elementning valentligi o'zgarsa, bunday reaksiya oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi jumlasiga kiradi. Elementlar valentligining o'zgarishi elektronlarning bir atom yoki iondan boshqa atom yoki ionga batamom ko'chib o'tishi yoki bir atomning elektron butunligi zichligi kamayib, ikkinchi atomniki ortishi natijasida sodir bo'ladi.

Elementlar valentliklarining o'zgarishi ikki xil bo'ladi:

1) reaksiyadan keyin elementlarning valentliklari ortishi mumkin;

2) reaksiyadan keyin elementlarning valentliklari kamayishi mumkin.

1. Agar reaksiyada ishtirok etayotgan atom, molekula yoki ionning valentliklari reaksiyadan keyin ortsa, bu atom, molekula yoki ion o'zidan elektron bergan bo'ladi. Elektron bergan molekula, atom yoki ion oksidlanadi.

Demak, atom, molekula yoki ionning o'zidan elektron yo'qotish jarayoni *oksidlanish* deb ataladi. Atomlari yoki ionlari elektron beradigan (ya'ni o'zlari oksidlanadigan) moddalar *qaytaruvchilar* deb ataladi.

2. Agar reaksiyada ishtirok etayotgan atom, molekula yoki ionning valentligi reaksiyadan keyin kamaysa, bu atom, molekula yoki ion o'ziga elektron qabul qilgan bo'ladi. Elektron qabul qilgan atom, molekula yoki ion qaytariladi.

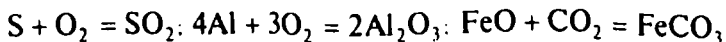
Demak, atom, molekula yoki ionning o'ziga elektron biriktirib olish jarayoni *qaytarilish* deb ataladi. Atomlari yoki ionlari elektron qabul qilgan (ya'ni o'zlari qaytariladigan) moddalar *oksid-*

*lovchilar* deb ataladi. Qaytaruvchi bergan elektronlarning umumiy soni oksidlovchi biriktirib olgan elektronlarning umumiy soniga teng bo'ladi. Ishqoriy metallar va ishqoriy-yer metallari kuchli qaytaruvchilar, oltinchi va yettinchi gruppning asosiy gruppachasi elementlari, ya'ni elektronga ko'proq moyil bo'lgan elementlar eng kuchli oksidlovchilardir. Ba'zi elementlar yuqori valentlikni namoyon qilganida — oksidlovchi, kichik valentlikni namoyon qilganda esa qaytaruvchi vazifasini bajaradi. Masalan, olti valentli oltingugurt oksidlovchi, ikki valentli oltingugurt qaytaruvchidir.

Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari, odatda, birgalikda sodir bo'lganligi uchun ular *oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari* deyiladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari uch turga bo'linadi:

1. *Atomlararo yoki molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari*. Bunga har xil atomlar, har xil molekula yoki har xil ionlar orasida elektron almashinish bilan boradigan reaksiyalar kiradi. Masalan:



2. *O'z-o'zidan boruvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari*. Bu holda bir atom, bir molekula yoki biror ion ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi rolini bajaradi. Masalan:



Bu reaksiyada oksidlovchi ham, qaytaruvchi ham  $Mn^{6+}$  ionidir. Demak,  $H_2MnO_4$  molekulasidagi  $Mn^{6+}$  atomi ham elektron beradi, ham elektron qabul qiladi.

3. Molekula ichida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi element ham, qaytaruvchi element ham birgina molekula tarkibida bo'ladi. Masalan:



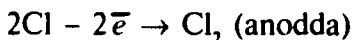
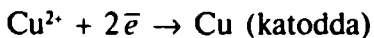
Bunda  $Mn^{7+}$  — oksidlovchi,  $O^{2-}$  — qaytaruvchidir.

## 4.2- §. Oksidlanish darajasi

Ayni birikma batamom ionli tuzilishga ega deb faraz qilinganida uning tarkibidagi biror elementning zaryadi o'sha elementning oksidlanish darajasi nomi bilan yuritiladi. Oksidlanish darajasi musbat, manfiy va nol qiymatga ega bo'lishi mumkin. „Oksidlanish darajasi“ tushunchasini boshqacha ta'riflash mumkin: *oksidlanish darajasi* — bu atomni birikmadagi boshqa atomlar bilan bog'lab turgan elektron juftlar elektrmanfiyroq atomlarga tomon siljiganda, shuningdek, bir xil atomlarga taalluqli elektron juftlar ular orasida bo'lganda vujudga kelishi mumkin bo'lgan elektr zaryaddir.

#### 4.4- §. Elektroliz

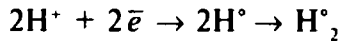
Biror elektrolitning eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'zgar-  
mas tok o'tganida eritmadagi kationlar katodga, anionlar esa anodga  
tomon harakat qiladi. Katodga yetib kelgan kationlar elektronlarni  
biriktirib olib qaytariladi. Anodga borgan anionlar elektronlarini  
berib oksidlanadi. Masalan, qizdirib suyuqlantirilgan mis (II)  
xlorid yoki uning eritmasi orqali o'zgar-  
mas tok o'tganda quyidagi  
jarayonlar sodir bo'ladi:



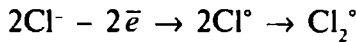
*Suyuqlantirilgan elektrolit yoki uning suvdagi eritmasi orqali  
elektr toki o'tganida elektrodalarda sodir bo'ladigan oksidlanish-  
qaytarilish jarayonlari elektroliz deyiladi.* Elektrolizning mo-  
hiyati kimyoviy reaksiyani elektr energiyasi hisobiga amalga oshi-  
rishdan iboratdir.

Elektroliz jarayonlarida katod qaytaruvchi, anod oksidlovchi  
vazifasini bajaradi. Katod elektronlar beradi, anod elektronlarni  
qabul qiladi. Lekin bu jarayonlar elektr toki ta'sirida amalga osha-  
di. Shuning uchun ular elektr-qaytarilish va elektr-oksidlanish  
ham deyiladi. Elektr tokining qaytaruvchi va oksidlovchi ta'sirlari  
kimyoviy oksidlovchi va qaytaruvchilar ta'siriga qaraganda ancha  
kuchlidir. Shuning uchun ham sanoatda aktiv metallar elektroliz  
usuli bilan olinadi. Elektroliz vaqtida birlamchi va ikkilamchi jarayonlar borishi mumkin. Elektr toki berilganida ionlarning elektron biriktirib olish yoki elektron berish hodisasi birlamchi jarayondir. Bu jarayon natijasida, ko'pincha, elektrolizning dastlabki mahsulotlari hosil bo'ladi. Elektroliz mahsulotlari erkin holda ajralib chiqishi hamda o'zaro yoki erituvchi bilan kimyoviy reaksiyaga kirishishi mumkin. Reaksiyaga kirishganida elektrolizning ikkilamchi mahsulotlari hosil bo'ladi. Suyuqlantirilgan elektrolitlar elektroliz qilinganda faqat birlamchi mahsulotlar chiqadi. Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida elektroliz ancha murakkab boradi, chunki, ko'pincha, ikkilamchi jarayonlar sodir bo'ladi. Umuman, elektrolizning borishi va oxirida qanday mahsulotlar hosil bo'lishi birlamchi mahsulotlarga va erituvchining tabiatiga, elektrodning qanday materialdan yasalganiga, temperaturaga, elektrodlardagi tokning zichligiga va boshqalarga bog'liq. Ishqoriy (litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziiy) va ishqoriy-yer metallari (kalsiy, magniy, stronsiy, bariy)ning hamda aluminiy tuzlarining eritmalari elektroliz qilinganda katodda vodorod ionlari qaytariladi, chunki eritmada elektrolitning gidratlangan ionlaridan tashqari,  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$

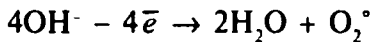
ionlar ham bo'ladi. Masalan, osh tuzi eritmasida gidratlangan  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ionlari va oz miqdorda  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  ionlari bo'lganligi uchun osh tuzi eritmasining elektrolizida katodda gaz holdagi vodorod ajralib chiqadi:



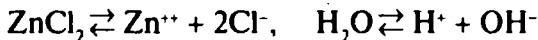
Kislorodsiz kislotalar ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HI}$ ) ning suvdagi eritmalari elektrolizida anionlar anodda oksidlanadi: Masalan:



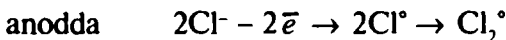
Kislorodli kislotalar tuzlari ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ) eritmalarining elektrolizida anodda gidroksil ionlari oksidlanadi:



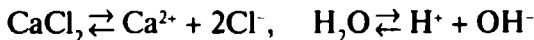
Neytral gidroksil beqaror bo'lgani uchun parchalanib, anodda kislorod ajralib chiqadi. Rux xlorid eritmasining elektrolizi quyidagicha boradi. Eritmada  $\text{ZnCl}_2 = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  va oz miqdorda  $\text{H}^+$  hamda  $\text{OH}^-$  ionlari bo'ladi:



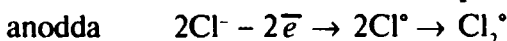
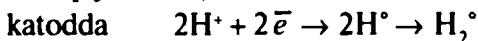
Elektr toki berilganida rux ionlari katodga, xlor ionlari esa anodga tomon harakat qiladi. Ruxning har qaysi ioni katoddan ikkitadan elektron olib, rux metaliga qadar qaytariladi. Katodda metall — rux ajralib chiqadi. Xlor ionlari anodda xlor atomlariga qadar oksidlanadi, so'ngra bu atomlar o'zaro birikib, xlor molekulariga aylanadi:



Endi kalsiy xloridning suvdagi eritmasi elektrolizini ko'rib chiqaylik. Kalsiy xloridning suvdagi eritmasida  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  va oz miqdorda  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari bo'ladi:

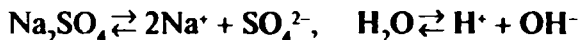


Elektr toki berilganda, birinchi navbatda, katodda vodorod ionlari qaytariladi, anodda esa xlor ionlari oksidlanadi:

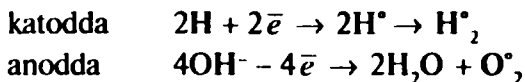


Kalsiy ionlari gidroksil ionlari bilan birikib, kalsiy gidroksidni hosil qiladi.

Natriy sulfat eritmasining elektrolizida katodda vodorod va anodda kislorod ajralib chiqadi, chunki  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasida  $\text{Na}^+$  va  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlaridan tashqari  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari ham bo'ladi:



Elektr toki berilganida katodda vodorod ionlari qaytariladi, anodda esa gidroksil ionlari oksidlanadi:



Binobarin, natriy sulfat eritmasi elektroliz qilinganida suv elektrolizga uchraydi. Juda aktiv metallarni olishda ularning tuzlarini suyuqlantirib, elektroliz qilinadi.

Yuqorida keltirilgan misollarimizda elektrod materialini elektroliz mahsulotlari yoki erituvchi bilan reaksiyaga kirishmaydigan indifferant modda deb faraz qilinadi. Umuman, elektrodlar, ayniqsa, anod materiali elektroliz vaqtida eruvehan va erimaydigan modda bo'lishi mumkin. Masalan, ko'mir, grafit, platina va iridiydan yasalgan anod erimaydi, lekin mis, kumush, rux, kadmiy, nikel va boshqa metallardan yasalgan anodlar elektroliz vaqtida erib ketadi. Eritma va suyuqlanmalarining elektrolizidan texnikada keng foydalaniladi. Juda ko'p metallar, tuzlar, kislotalar elektroliz yo'li bilan olinadi. Turli materiallar elektroliz yo'li bilan tozalanadi. Galvanostegiyada po'lat buyumlarning sirtini xrom yoki nikel bilan qoplashda, galvanoplastikada turli buyumlarning ko'chirma nusxa va qoliplarini olishda elektrolizdan keng foydalaniladi. Masalan, po'lat buyum sirtini xrom bilan qoplash uchun xrom tuzi eritmasi solingan elektroliz vannasiga po'lat buyum tushirilib, o'zgarmas tok manbayining manfiy qutbi bilan birlashtiriladi. Tok beriladi, sirt xrom bilan yetarli darajada qoplanguncha elektroliz davom ettiriladi. Xrom yoki nikel bilan qoplangan buyum sirti ham chiroyli, ham pishiq bo'ladi. Po'lat buyumni xrom zanglashdan ham himoya qiladi.

**Elektroliz qonunlari.** 1836-yilda ingliz olimi M. Faradey elektroliz haqidagi ikkita qonunni ta'rifladi.

Faradeyning birinchi qonuniga muvofiq, *elektroliz vaqtida anodda oksidlangan yoki katodda qaytarilgan moddaning miqdori elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'tgan elektr miqdoriga proporsional:*

$$m = R \cdot Q = R \cdot i \cdot t,$$

bunda,  $m$  – oksidlangan yoki qaytarilgan moddaning miqdori,  $t$  – vaqt,  $Q$  – elektr miqdori,  $i$  – tok kuchi,  $R$  – moddaning elektr-kimyoviy ekvivalenti, ya'ni eritma orqali 1 kulon elektr o'tganida katodda qaytariladigan yoki anodda oksidlanadigan moddaning miqdori.

Faradeyning ikkinchi qonuniga muvofiq, *bir necha elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali (ketma-ket ulangan) bir xil miqdorda elektr o'tkazilsa, elektrodlarda oksidlangan yoki qaytarilgan moddalarning miqdorlari ularning kimyoviy ekvivalentlariga proporsional bo'ladi*. Masalan, bir idishga  $\text{AgNO}_3$ , ikkinchi idishga  $\text{CuSO}_4$ , uchinchi idishga  $\text{FeCl}_3$  eritmasi solinib, har qaysi idishga bir xil moddadan yasalgan va bir xil kattalikdagi ikki elektrod tushirilsa, va barcha elektrodlar bir-biri bilan ketma-ket ulanib, ularga tok berilsa, sistema orqali 96500 kulon elektr o'tganida birinchi idishda 108 g kumush va 8 g kislorod, ikkinchi idishda 31,8 g mis va 8 g kislorod, uchinchi idishda 18,66 g temir va 35,5 g xlor ajralib chiqadi. Binobarin, 96500 kulon elektr o'tganida bir gramm-ekvivalent modda anodda oksidlanadi yoki katodda qaytariladi. 96500 kulon *faradey soni* deb ataladi va *F* harfi bilan belgilanadi. Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$K = (1/96500) \cdot E,$$

bunda, *E* – moddaning kimyoviy ekvivalenti. Agar bu formula e'tiborga olinsa, Faradeyning birinchi va ikkinchi qonunlari uchun

$$m = (E \cdot i \cdot t)/96500$$

ifoda kelib chiqadi.

Elektroliz vaqtida asosiy jarayondan tashqari, turli qo'shimcha jarayonlar ham sodir bo'ladi, shuning uchun ma'lum miqdor elektr berilganida elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning miqdori Faradey qonunlari bilan hisoblangan miqdordan kamroq bo'ladi. Shu sababli *elektroliz unumi* yoki *tokka nisbatan unum* degan tushuncha kiritilgan:

$$\eta = (m_1/m) \cdot 100\%$$

bunda,  $m_1$  – amalda ajralib chiqqan modda miqdori,  $m$  – Faradey qonunlari asosida hisoblangan (nazariy) miqdor. Demak, amalda ajralib chiqadigan modda miqdorining nazariy miqdorga bo'lgan nisbati (foiz hisobida) *tokka nisbatan unum* deb yuritiladi. Agar nazariy miqdor uchun Faradey qonunlaridan foydalanilsa,  $\eta$  uchun quyidagi formula kelib chiqadi:

$$\eta = (m_1 \cdot 96500)/i \cdot t \cdot \Theta \cdot 100\%$$

Bularni misollarda ko'rib chiqaylik.

**1-misol.** Mis tuzi eritmasi 0,50 amper tok bilan 1 soat elektroliz qilinsa, 0,54 g mis ajralib chiqadi. Elektroliz unumini aniqlang.

*Yechish.*  $m_1 = 0,54$  g ekanligi ma'lum, endi nazariy miqdorni hisoblaymiz.

$$m = (E \cdot i \cdot t) / 96500 = (31,8 \cdot 0,50 \cdot 1 \cdot 60 \cdot 60) / 96500 = 0,60 \text{ g.}$$

$$\text{Elektroliz unumi: } \eta = (0,54 / 0,60) \cdot 100\% = 90\%.$$

**2-misol.** Bir metall tuzining suvdagi eritmasi orqali 2 soat davomida 75 amper tok o'tkazilsa, 1,69 g metall ajralib chiqadi. Tokka nisbatan unum 95% bo'lsa, metallning kimyoviy ekvivalentini toping.

*Yechish.* Masalani yechish uchun  $\eta = (m_1 \cdot 96500) / i \cdot t \cdot E$  tenglamadan foydalaniladi.

$$\eta = 0,95, \quad i = 0,75, \quad t = 2 \cdot 60 \cdot 60,$$

$$E = (m_1 \cdot 96500) / i \cdot t \cdot \eta = (1,69 \cdot 96500) / (0,75 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95) = 31,799 \text{ g.}$$

**3-misol.** Sulfat kislotasi eritmasi orqali 1,5 soat davomida 6 amper tok o'tkazildi. Bunda parchalangan suvning miqdorini va ajralib chiqqan vodorod hamda kislorod hajmini toping.

*Yechish.*

1) 1,5 soat = 5400 s

2)  $E_{H_2O} = 9 \text{ mol}$

3) Faradey qonuniga asosan:

$$m_{H_2O} = (\mathcal{E} \cdot i \cdot t) / 96500 = (9 \cdot 6 \cdot 5400) / 96500 = 3,02 \text{ g}$$

4) Ajralib chiqqan gazning hajmini topish uchun Faradey qonunidagi tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$V = (V_E \cdot I \cdot t) / F$$

bunda,  $V$  — ajralib chiqqan gazning hajmi,  $V_E$  — ekvivalent hajm, l/mol.

Normal sharoitda vodorodning ekvivalent hajmi 11,2 l, kislorodniki esa 5,6 l/mol. Bu qiymatlarni tenglamaga qo'ysak:

$$V_{H_2} = (11,2 \cdot 6 \cdot 5400) / 96500 = 3,76 \text{ l,}$$

$$V_{O_2} = (5,6 \cdot 6 \cdot 5400) / 96500 = 1,88 \text{ l}$$



### ***Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar***

1. Valentlik bilan oksidlanish darajasi orasidagi farqni aytib bering.

2. D.I.Mendeleyevning elementlar davriy sistemasiga qarab, qaysi elementlar oksidlovchi, qaysilar qaytaruvchi bo'lishini tushuntiring.

3. Metallmaslar va metallarga umumiy ta'rif berib, javobingizni asoslab bering.

4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini misollar bilan tushuntiring.

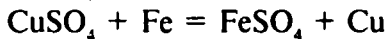
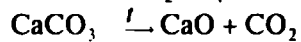
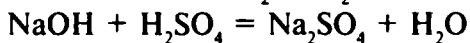
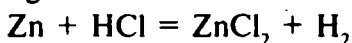
5. Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'ladigan elementlarga misollar keltiring. Javobingizni asoslab bering.

6. Valentlik va oksidlanish darajasi tushunchalarini izohlab bering. Javobingizni misollar bilan tushuntiring.

7. Ftordan yodga o'tgan sari galogenlarning va galogenvodorodlarning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari qanday o'zgaradi? Javobingizni asoslab bering.

8. Quyidagi moddalarda har qaysi atomning oksidlanish darajasini toping:  $C_2H_5OH$ ,  $H_2SO_3$ ,  $Cu$ ,  $C_2H_6$ ,  $HNO_3$ ,  $CH_3COOH$ ,  $CuSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $FeS_2$ ,  $S$ ,  $H_3PO_4$ ,  $C_2H_4$ .

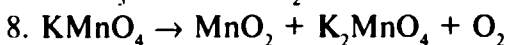
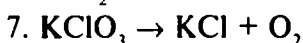
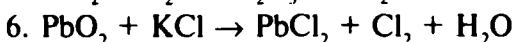
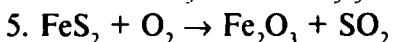
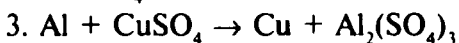
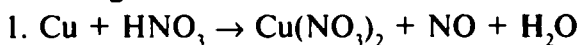
9. Quyidagi reaksiyalarning qaysilari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari jumlasiga kiradi:



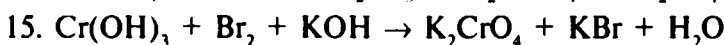
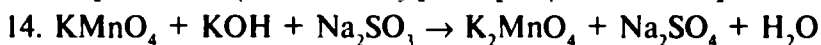
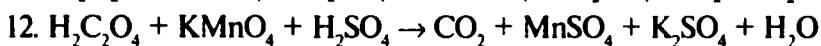
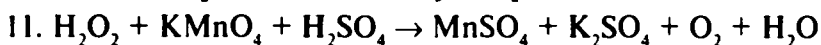
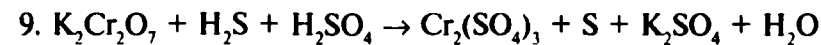
10. Quyidagi atom va ionlarning qaysilari: a) oksidlovchi; b) qaytaruvchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'lishi mumkin:

$Na^{1+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $S^{2+}$ ,  $S^{6+}$ ,  $N^{3+}$ ,  $N^{5+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $K^{1+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^{1-}$ ,  $Cl^{7+}$ ,  $Mn^{7+}$ ?

11. Quyidagi tenglamalarga elektron balans usuli bilan koeffitsiyentlar qo'yib chiqing hamda oksidlovchi va qaytaruvchilarni aytib bering:

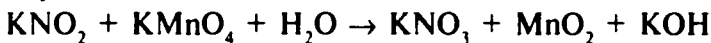




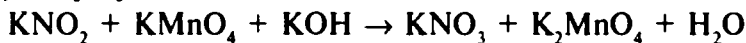


**12.** Oksidlanish-qaytarilish jarayonlarining borishiga muhitning ta'sirini ko'rsatuvchi quyidagi tenglamalarga koeffitsiyentlar toping:

a) neytral muhitda



b) ishqoriy muhitda



d) kislotali muhitda



**13.** Quyidagi sxemalar bo'yicha sodir bo'ladigan reaksiyalarining to'liq tenglamalarini tuzing:



**14.** Kumush nitrat eritmasidan 2 soat davomida 0,804 amper tok o'tkazilganda katodda 6,156 g kumush ajralib chiqqan. Kumushning tok bo'yicha unumini aniqlang.

**15.** Mis kuporosi eritmasidan 2 soat davomida tok o'tkazilganda katodda 2,24 g mis ajralib chiqqan. Tok kuchi nimaga teng?

**16.** Mis kuporosi eritmasidan 30 minut davomida 5,36 amper tok o'tkazilganda katodda ajralib chiqqan mis miqdorini aniqlang.

**17.** Kaliy sulfat  $K_2SO_4$  ning suvdagi eritmasi elektroliz qilindanda sodir bo'ladigan jarayonlarni tushuntirib bering. Nima uchun katodda kaliy ajralib chiqmaydi?

**18.** Qo'rg'oshin (II) nitrat  $Pb(NO_3)_2$  ning suvdagi eritmasi elektroliz qilinganda sodir bo'ladigan jarayonlarni tushuntirib bering.



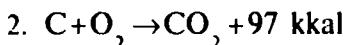
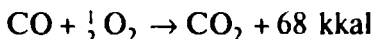
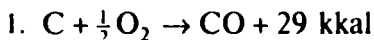
### 5.1- §. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti

Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar issiqlik chiqarish yoki issiqlik yutish bilan boradi. Har qanday kimyoviy reaksiya jarayonida dastlabki modda zarrachalaridagi bog'lanishlar uzilib, yangi moddalar hosil bo'ladi. Agar boshlang'ich moddalardagi uziladigan bog'lanishlarning puxtaligi reaksiya mahsulotlarida hosil bo'ladigan bog'lanishlarning puxtaligidan kamroq bo'lsa, u holda energiya ajralib chiqadi va aksincha. Oddiy moddalardan bir gramm-molekula birikma hosil bo'lganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori o'sha *birikmaning hosil bo'lish issiqligi* deyiladi. Masalan, 2 g suv hosil bo'lishida 68,5 kkal issiqlik chiqadi. Demak, suvning hosil bo'lish issiqligi 68,5 kkal/mol; bunda oddiy moddalarning hosil bo'lish issiqligi nolga teng, deb qabul qilinadi.

Issiqlik chiqarish bilan boradigan reaksiya *ekzotermik reaksiya* deb, issiqlik yutilish bilan boradigan reaksiya esa *endotermik reaksiya* deb ataladi. Metallarning xlor bilan birikishi, ishqorlarning kislota bilan neytrallanishi, natriyning suvda erishi ekzotermik reaksiyalarga misol bo'ladi. Azotning kislorod bilan, vodorodning xlor bilan birikishi ekzotermik reaksiyalar qatoriga kiradi:



Reaksiya vaqtida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan maksimal issiqlik reaksiyaning *issiqlik effekti* deb ataladi. Bu kattalik mahsulotlarning hosil bo'lish issiqliklari bilan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari orasidagi ayirmaga teng. Issiqlikning yutilishi hamda chiqishini o'rganuvchi soha *termokimyo* bo'lib, uning asosiy qonunini rus olimi G.I.Gess 1840-yilda quyidagicha ta'riflagan: *reaksiyaning issiqlik effekti jarayonning birdaniga yoki bir necha bosqich bilan borishiga bog'liq emas, balki sistemaning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liqdir*. Masalan:



Gess qonunidan quyidagicha xulosa kelib chiqadi: *reaksiyaning issiqlik effekti mahsulotlarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi bilan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi orasidagi ayirmaga teng*:

$$Q = (Q'_1 + Q'_2 + Q'_3) - (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Bu yerda  $Q$  – reaksiyaning issiqlik effekti,  $Q'_1$ ,  $Q'_2$ ,  $Q'_3$  – mahsulotlarning hosil bo'lish issiqliklari,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  – dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari.

## 5.2- §. Kimyoviy reaksiyalarning tezligi

Kimyoning kimyoviy reaksiyalarning tezligi va unga turli omillarning ta'sirini o'rganadigan bo'limi *kimyoviy kinetika* deyiladi. Ba'zi reaksiyalar bir onda tamom bo'ladi, ba'zi reaksiyalar esa soatlar, oylar va hatto yillar bo'yi davom etadi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyada ishtirok etayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanadi. Reaksiya tezligini hisoblab topishda dastlabki moddalar yoki reaksiya mahsulotlari konsentratsiyalaridan qaysi birining o'zgarishini asos qilib olishning farqi yo'q. Ko'pincha, dastlabki moddalar konsentratsiyalarining kamayishidan foydalaniladi. Agar ma'lum bir vaqtda dastlabki moddalardan birining konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lib, ikki minut o'tgandan keyin 0,6 mol/l gacha kamaysa, reaksiya tezligi  $\frac{1-0,6}{2} = 0,2$  mol/l Ch minut bo'ladi.

Reaksiyaning tezligi bir necha omillarga, masalan, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiati, reagentlarning konsentratsiyalari, temperatura, katalizatorlarga, qattiq moddalar ishtirok etadigan reaksiyalarda esa moddalar sirtining katta-kichikligiga, gazlardagi reaksiyalarda – bosimga bog'liqdir.

1. **Reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining reaksiya tezligiga ta'siri.** Odatda, qutblanmagan molekulari moddalar reaksiyaga sekin, oson qutblanuvchi yoki qutbli molekulari esa tezroq kirishadi. Ayniqsa, ion bog'lanishli moddalar suvdagi eritmalarda o'zaro g'oyat tez reaksiyaga kirishadi.

2. **Modda sirti katta-kichikligining reaksiya tezligiga ta'siri.** Agar reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri qattiq modda bo'lsa, bunday reaksiyani tezlatish uchun qattiq moddaning sirtini kattalashtirish (moddani maydalash) kerak. Qattiq moddaning sirti qancha katta bo'lsa, reaksiyaga kirishayotgan ikkinchi moddaning zarrachalari bilan to'qnashish ehtimolligi shuncha oshadi, zarrachalar qancha tez to'qnashsa, reaksiya shuncha tez boradi.

**3. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi.** Ikkita modda o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishishi uchun ularning molekularlari (zarrachalari) to'qnashishi kerak. Lekin hamma to'qnashish ham kimyoviy reaksiyaga olib kelavermaydi, chunki modda zarrachalarining energiyasi teng bo'lmaydi. Ulardan ba'zilarida kam energiya bo'lganidan *passiv*, ba'zilarida ortiqroq energiya bo'lganidan *aktiv* bo'ladi. Moddaning aktiv zarrachalari o'zaro to'qnashgandagina kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, to'qnashuvlar soni shuncha ko'p bo'ladi. To'qnashuvlar soni ko'p bo'lgandan keyin reaksiyaning tezligi ham ortadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining o'zgarishi bilan reaksiya tezligining o'zgarishini o'rganish natijasida 1867-yilda massalar ta'siri qonuni kashf etildi: *kimyoviy reaksiyaning tezligi (o'zgarmas temperaturada) reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir*. Agar  $A + V = S$  reaksiyada to'qnashuvchi  $A$  va  $V$  moddalarning konsentratsiyalarini  $[A]$  va  $[B]$  bilan belgilasak, reaksiyaning tezligi  $V = k \text{ Ch } [A] \cdot [B]$  bo'lib,  $k$  – *tezlik konstantasi* deb ataladi. U reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga, temperaturaga, katalizatorning bor-yo'qligiga bog'liq. Agar reaksiyaga kirishuvchi har qaysi moddaning konsentratsiyasi 1 ga teng bo'lsa,  $V = k$  bo'ladi, ya'ni tezlik konstantasi  $[A] = 1$  va  $[V] = 1$  bo'lgandagi tezlikni ko'rsatadi.

**4. Reaksiya tezligiga temperaturaning ta'siri.** Temperatura o'rishi bilan reaksiya tezligi ortadi. Reaksiya tezligiga temperaturaning ta'sirini o'rganish natijasida Vant-Goff quyidagi qonuni kashf etdi: *temperatura har 10° oshganda reaksiyaning tezligi 2–4 marta ortib boradi*. Demak, temperatura 10° ga ko'tarilganda reaksiyaning tezligi kamida 1000 marta oshadi. Temperatura o'zgarganda, reaksiya tezligini quyidagi tenglama yordamida hisoblash mumkin:

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

bunda,  $V_{t_2}$  – reaksiyaning  $t_2^\circ$  temperaturadagi tezligi,

$V_{t_1}$  – reaksiyaning  $t_1^\circ$  temperaturadagi tezligi,

$\gamma$  – temperatura 10° ko'tarilganda reaksiyaning tezligi necha marta ortganligini ko'rsatuvchi son (ya'ni, reaksiya tezligining temperatura koeffitsiyenti).

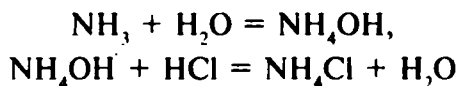
Temperatura ko'tarilganda molekularlarning o'zaro to'qnashuvlari soni ham ortadi. Masalan, temperatura 100° ga ortganda molekularlarning o'zaro to'qnashuvlari soni atigi 1,2 marta, reaksiyaning tezligi esa, eng kamida, 1000 marta ortadi. Bundan ma'lumki, qizdirish bilan reaksiyaning tezligi ortishini faqat molekularlar orasidagi

to'qnashuvlar sonining ortishi bilan tushuntirib bo'lmaydi. Temperatura ortganda passiv (kam energiyali) molekular energiya olib aktivlashadi va sistemada aktiv molekularning soni ortadi. Sistemada aktiv molekular qancha ko'p bo'lsa, reaksiya shuncha tez boradi. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molekularini (zarrachalarini) aktiv molekularga aylantirish uchun ularga berish kerak bo'lgan energiya *aktivlash energiyasi* deyiladi. Agar aktivlash energiyasi kam bo'lsa, reaksiya borayotganda ma'lum vaqt oralig'ida energetik g'ovni ko'p sonli zarrachalar yengib o'tadi va reaksiyaning tezligi yuqori bo'ladi. Lekin aktivlashgan energiya katta bo'lsa, reaksiya sekin ketadi.

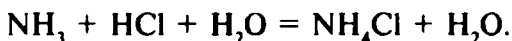
### 5.3- §. Kataliz

Kimyoviy reaksiya tezligini oshirishning eng muhim yo'llaridan biri reaksiya aralashmasiga katalizator qo'shishdir. Katalizatorlar reaksiya tezligini o'zgartirib, o'zlari reaksiya jarayonida sarflanmaydigan va oxirgi mahsulotlar tarkibiga kirmaydigan moddalardir. Katalizatorlar ishtirokida boradigan kimyoviy reaksiyalar *katalitik reaksiyalar* deyiladi. Katalizatorlar qattiq, suyuq va gaz moddalar bo'lishi mumkin. Katalizning ikki xil turi bor – *gomogen* (bir jinsli) va *geterogen* (turli jinsli) kataliz.

**Gomogen katalizda** reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator bir xil fazada (gaz yoki eritma holatda) bo'ladi. Masalan, ammiak  $\text{NH}_3$  (gaz) bilan vodorod xlorid  $\text{HCl}$  (gaz) o'zaro ta'sir etib, ammoniy xlorid  $\text{NH}_4\text{Cl}$  hosil qiladi. Bu reaksiyada suv bug'i katalizator vazifasini o'taydi:



Gomogen katalizda katalizator ( $\text{H}_2\text{O}$ ) reaksiya uchun olingan ( $\text{NH}_3$ ) modda bilan birikib, reaksiyaga oson kirishadigan oraliq modda ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )ni vujudga keltiradi. So'ngra u ikkinchi modda ( $\text{HCl}$ ) bilan reaksiyaga kirishib, oxirgi moddani hosil qiladi. Umumiy holda



Birinchi va ikkinchi reaksiyalarning aktivlanish energiyalari kichik bo'lganligi uchun bu reaksiyalar tez boradi.

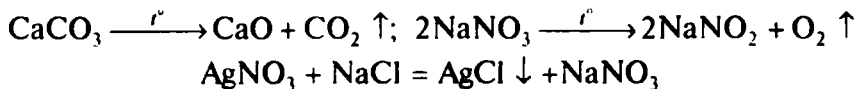
**Geterogen katalizda** reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator har xil fazada bo'ladi. Geterogen katalizda katalizator sifatida, ko'pincha, qattiq modda ishlatiladi. Masalan, sulfid angidridning oksidlanib sulfat angidridga o'tishida qo'llaniladigan katalizator

vanadiy (V) oksid ( $V_2O_5$ ) qattiq moddadir. Yoki vodorod peroksidning (suyuq) marganes (IV) oksidi (qattiq faza) ishtirokida parchalanishini olishimiz mumkin. Geterogen katalizda barcha reaksiyalar katalizator sirtida sodir bo'ladi. Geterogen katalizning mohiyati — oraliq mahsulotlar hosil bo'lishi va reaksiya uchun olingan moddalarning avval katalizator sirtida (aslida esa sirtning aktiv markazlari deb yuritiladigan nuqtalarida) yig'ilishi (adsorbsiyalanishi) bilan izohlanadi. Reaksiya uchun olingan moddalar tarkibidagi ayrim atomlarga katalizator atomlari ta'sir etishi natijasida ba'zi bog'lanishlar uzilishi mumkin. Erkin atomlar reaksiyaga tezroq kirishganligidan katalizator ishtirokida reaksiya tez boradi. Katalizator ta'siridan reaksiyaning aktivlanish energiyasi pasayib, uning tezligi ortadi.

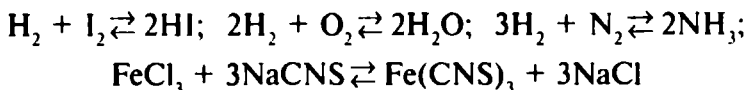
Kataliz jarayoni birin-ketin boradigan bir necha bosqichli jarayon bo'lib, har qaysi bosqichning aktivlanish energiyasi jarayonning umumiy aktivlanish energiyasidan kichik bo'ladi. Shuning uchun musbat katalizatorlar kimyoviy reaksiyani tezlashtiradi. Tirik organizmlarda sodir bo'ladigan turli-tuman reaksiyalar ham maxsus katalizatorlar — fermentlar ishtirokida boradi.

#### 5.4- §. Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Kimyoviy reaksiya muvozanati

Kimyoviy reaksiyalar qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'linadi. Reaksiya mahsulotlari o'zaro ta'sirlashmaydigan reaksiyalar *qaytmas reaksiyalar* deb ataladi. Masalan:

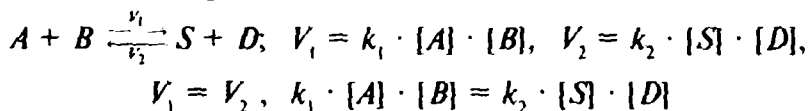


Agar reaksiya mahsulotlaridan biri cho'kmaga tushsa yoki gaz holda ajralib chiqsa, bunday reaksiyalar qaytmas bo'ladi. Qaytmas reaksiyalar unchalik ko'p emas. Ko'pchilik reaksiyalar qaytar bo'ladi. Bir vaqtning o'zida bir-biriga qarama-qarshi ikki yo'nalishda sodir bo'ladigan reaksiyalar *qaytar reaksiyalar* deyiladi. Qaytar reaksiyalar ikki qarama-qarshi yo'nalgan strelkalar bilan ko'rsatiladi. Masalan:



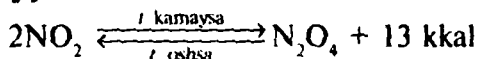
Chapdan o'ngga boradigan reaksiya *to'g'ri reaksiya*, o'ngdan chapga boradigani *teskari reaksiya* deyiladi. To'g'ri reaksiyadan hosil

bo'lgan mahsulotning miqdori ortib borishi bilan teskari reaksiyaning tezligi ortadi. Birmuncha vaqt o'tgandan keyin to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari tenglashib, sistema kimyoviy muvozanat holatiga keladi. Masalan:



Demak, kimyoviy muvozanatda boshlang'ich moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasi reaksiyadan keyingi hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga teng bo'ladi. Kimyoviy muvozanat vaqtida harakat to'xtamaydi, vaqt birligi ichida qancha mahsulot parchalansa, xuddi o'shancha mahsulot hosil bo'ladi. Tashqi sharoit (bosim, temperatura va moddalar konsentratsiyasi)ni o'zgartirish orqali muvozanatni siljitish mumkin. Muvozanatning siljishi 1884-yilda kashf etilgan Le-Shatelye prinsipiga bo'ysunadi. Le-Shatelye prinsipi quyidagicha ta'riflanadi: *kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemaga tashqaridan ta'sir ko'rsatilsa, sistemada shu ta'sirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi. Katalizator kimyoviy muvozanatni siljitmaydi, faqat muvozanatning tezroq qaror topishiga yordam beradi.*

**Kimyoviy muvozanatga temperaturaning ta'siri.** Muvozanatdagi sistemaning temperaturasi kamaytirilsa, Le-Shatelye prinsipiga ko'ra, issiqlik chiqishi bilan sodir bo'ladigan reaksiya kuchayadi, ya'ni kimyoviy muvozanat ekzotermik reaksiya tomonga siljiydi. Agar muvozanatdagi sistemaning temperaturasi ko'tarilsa, Le-Shatelye prinsipiga ko'ra, issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladigan reaksiya kuchayadi, ya'ni kimyoviy muvozanat endotermik reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



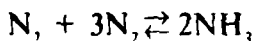
Bu ikkala modda  $-9,3^\circ\text{C}$  bilan  $+144^\circ\text{C}$  orasida muvozanatda turadi. Agar temperatura  $-9,3^\circ\text{C}$  gacha sovitilsa, u holda sistemada  $\text{NO}_2$  yo'qolib,  $\text{N}_2\text{O}_4$  ning miqdori oshadi. Agar sistema  $+144^\circ\text{C}$  gacha qizdirilsa, sistemada  $\text{N}_2\text{O}_4$  yo'qolib,  $\text{NO}_2$  ning miqdori oshadi.

**Kimyoviy muvozanatga konsentratsiyaning ta'siri.** Kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemadagi dastlabki moddalardan (tenglamaning chap tomonida turgan) birining konsentratsiyasi ortsa to'g'ri reaksiyaning tezligi oshadi. Natijada moddalar ko'proq sarf bo'la boshlaydi va muvozanat o'ngga siljiydi. Masalan, muvozanatdagi  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  sistemaga qo'shimcha CO berilsa, u holda Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, sistema CO ning

konsentratsiyasini kamaytirishga intiladi, ya'ni kimyoviy muvozanat  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$  reaksiya tomonga siljiydi. Tenglamaning o'ng tomonidagi birorta moddaning konsentratsiyasi oshirilsa, teskari reaksiyaning tezligi oshadi. Muvozanat chapga siljiydi. Masalan, yuqoridagi reaksiyada CO ning konsentratsiyasi oshirilsa, sistema CO ning konsentratsiyasini kamaytirishga intiladi, ya'ni kimyoviy muvozanat  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiya tomonga siljiydi.

Demak, bitta modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan barcha moddalarning konsentratsiyasi o'zgaradi, natijada muvozanat biror tomonga siljiydi. Lekin muvozanat konstantasi o'zgarmaydi.

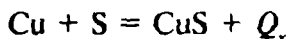
**Kimyoviy muvozanatga bosimning ta'siri.** Kimyoviy muvozanatda gaz holatidagi moddalar ishtirok etsa, bosim ham ahamiyatga ega bo'ladi, chunki bosimning o'zgarishi konsentratsiyaning o'zgarishi demakdir. Muvozanatda turgan sistemaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat oz sondagi molekula hosil bo'ladigan reaksiya tomonga, bosim pasayganda esa ko'p sondagi molekularlar hosil bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



reaksiyaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat molekula kam tomonga, ya'ni ammiak hosil bo'lish tomonga siljiydi. Bosim kamaytirilganda esa molekula o'ng tomonga, ya'ni ammiak parchalanishi tomonga siljiydi, chunki reaksiyaning o'ng tomonida ikki molekula, chap tomonida esa to'rt molekula bor. Agar reaksiya natijasida molekularlarning soni ikkala tomonda bir xil bo'lsa, bunday muvozanatdagi sistemaga bosim ta'sir qilmaydi. Masalan,  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$  reaksiyaning muvozanat holatiga bosim ta'sir ko'rsatmaydi.

**1- misol.** 4 g mis oltingugurt bilan birikib, CuS hosil bo'lishida 3,033 kJ issiqlik chiqqan. Mis (II) sulfidning hosil bo'lish issiqligi  $Q$  ni toping.

*Yechish.* Reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini yozamiz:



1 mol CuS = 64 + 32 = 96 g. Reaksiya tenglamasiga muvofiq, 1 gramm-atom mis bilan 1 gramm-atom oltingugurt reaksiyaga kirishganda 1 mol CuS hosil bo'lgani uchun bu reaksiya vaqtida ajralib chiqqan issiqlik miqdori ( $Q_x$ ) CuS ning hosil bo'lish issiqligiga teng. Shunga ko'ra,  $Q_x$  ni topish uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz:

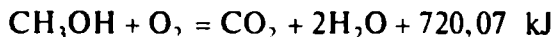
4 g Cu reaksiyaga kirishganda 3,033 kJ issiqlik ajraladi,



64 g Cu reaksiyaga kirishganda  $x$  kJ issiqlik ajraladi;

$$\text{bundan } x = \frac{64 \cdot 3,033}{4} = 48,1 \text{ kJ}$$

**2- misol.** Quyidagi termokimyoviy tenglamaga asosanib, metil spirtining hosil bo'lish issiqligi  $Q_{\text{CH}_3\text{OH}}$  ni toping:



*Yechish.* Gess qonuniga ko'ra, reaksiyaning issiqlik effekti

$$Q = g_{\text{CO}_2} + 2g_{\text{H}_2\text{O}(\text{s})} - g_{\text{CH}_3\text{OH}} \cdot \text{Bundan, } g_{\text{CH}_3\text{OH}} = g_{\text{CO}_2} + 2g_{\text{H}_2\text{O}(\text{s})} - Q.$$

Bu tenglikka tegishli qiymatlar:  $g_{\text{CO}_2} = 393,51$ ;  $g_{\text{H}_2\text{O}(\text{s})} = 285,77$  va  $Q = 720,07$  ni qo'yib,

$$g_{\text{CH}_3\text{OH}} = 393,51 + 2 \cdot 285,77 - 720,07 = 244,98 \text{ kJ/molga teng-}$$

ligini topamiz. Demak, metil spirtining hosil bo'lish issiqligi 244,98 kJ/mol ga teng.



### *Mustaqil ishlash uchun mashq va masalalar*

1. Kimyoviy reaksiya turlarini misollar bilan tushuntiring.

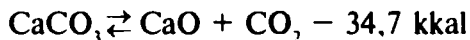
2. Reaksiyaning issiqlik effekti haqida tushuncha bering.

3. 30 g Bertolle tuzi parchalanganda qancha hajm (n.sh.) kislorod ajralib chiqadi? Shuncha hajm kislorodni qancha kaliy permanganatdan olish mumkin?

4. 30 g azot qancha: a)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; b)  $\text{KNO}_3$ ; d)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  da bo'ladi?

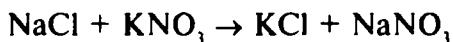
5. Kimyoviy muvozanatga bosimning, temperaturaning va konsentratsiyaning ta'sirini Le-Shatelye prinsipi asosida tushuntiring.

6.  $\text{CaCO}_3$  ning parchalanish reaksiyasi

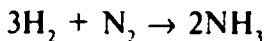


tenglama bilan ifodalanadi: a) bosim oshirilganda; b) temperatura oshirilganda muvozanat qaysi reaksiya tomonga siljiydi?

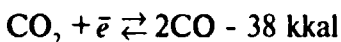
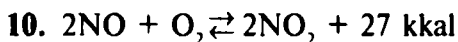
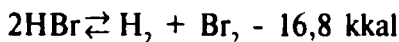
7. Quyidagi reaksiyaning qaysi biri qaytar va nima uchun?



8. a) vodorodning konsentratsiyasi ikki marta ko'paytirilsa;  
b)  $N_2$  va  $H_2$  lardan har birining konsentratsiyasini ikki marta ko'paytirilsa, quyidagi reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?



9. Quyidagi reaksiyaning: a) bosimi; b) temperaturasi; d)  $A$  moddaning konsentratsiyasi oshirilsa, muvozanat qaysi tomonga siljiydi?



reaksiyalar berilgan. Temperatura pasaytirilsa, bu reaksiyalar qaysi tomonga siljiydi?

11. Katalizator nima? Gomogen va geterogen katalitik reaksiya larga misollar keltiring.

12. Le-Shatelye prinsipini misollar bilan tushuntiring.

13.  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$  reaksiyada: a) NO ning konsentratsiyasi 2 marta; b)  $O_2$  ning konsentratsiyasi 5 marta oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

14. Sulfat angidridning oltingugurt va kisloroddan hosil bo'lish issiqligi 288 kJ/mol bo'lsa, 1 kg oltingugurt yonganda qancha issiqlik chiqadi?

*Javob:* 9000 kJ.

15. Tarkibida 10% qo'shimcha mahsulot bo'lgan 80 g mis oksid vodorod gazi oqimida qizdirildi. Reaksiya oxiriga borguncha qizdirish davom ettirildi. Bunda necha gramm vodorod reaksiyaga kirishgan, qancha mis va suv hosil bo'lgan?

*Javob:* 1,81 g  $H_2$ ; 57,6 g Cu; 16,3 g  $H_2O$ .

16. 4,6 g organik moddaning to'la yonishidan 8,8 g karbonat angidrid va 5,4 g suv hosil bo'ladi. Bu modda bug'ining bir litri normal sharoitda 2,053 g. Uning molekular formulasini toping.

*Javob:*  $C_2H_5OH$ .

## 6.1- §. Eritmalar

Eritmalar ikki yoki undan ko'p tarkibiy qismlardan va ularning o'zaro ta'sirlashish mahsulotlaridan iborat bir jinsli sistemadir. Masalan, osh tuzining eritmasida erituvchi suv (birinchi tarkibiy qism), erigan modda osh tuzi (ikkinchi tarkibiy qism) va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlari – gidratlangan ionlar ( $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$ ) dan iborat. Biror hajmda bo'lgan bir yoki bir necha modda yig'indisi *sistema* deyiladi. Sistemadagi ayrim moddalar *tarkibiy qismlar* deyiladi. Eritmalar suyuq, qattiq va gaz holida bo'lishi mumkin. Suyuq eritmalarga har xil tuz, kislota va asoslarning suvdagi eritmaları, qattiq eritmalarga nikel bilan misning qotishmasi (chaqatangalar materiali) yoki mis bilan oltinning qotishmasi, gaz holiday eritmalarga esa gazlar aralashmasi, ya'ni havo misol bo'la oladi.

Eritmalar to'yingan, to'yinmagan va o'ta to'yingan bo'ladi. To'yingan eritmalarda erishga qarshi jarayon – *kristallanish* ham sodir bo'lib turadi. To'yingan eritma hosil bo'lishini quyidagicha izohlash mumkin: dastlab erish jarayoni tez boradi. Eritmada erigan modda zarrachalarining soni ko'paygandan keyin kristallanish jarayoni tezlashadi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin ikkala jarayon tezliklari baravarlashadi, ya'ni 1 minutda kristalldan necha molekula eritmaga o'tsa, shuncha molekula qaytadan kristallanadi. Moddaning erigan qismi bilan erimay qolgan qismi orasida muvozanat qaror topadi, ya'ni eritma to'yinadi. Shunday qilib, erigan qismi bilan erimagan qismi o'rtasida muvozanat qaror topgan eritma *to'yingan eritma* deyiladi.

Agar eritmada erish jarayoni tezligi kristallanish jarayonining tezligidan ortiq bo'lsa, ya'ni bu ikkala jarayon orasida muvozanat bo'lmasa, bunday eritma *to'yinmagan eritma* deyiladi. *Erigan moddaning konsentratsiyasi shu temperaturadagi to'yingan eritmaning konsentratsiyasidan kam bo'lgan eritma to'yinmagan eritma deb ataladi.* Konsentratsiyasi ayni bir temperaturada to'yingan eritma konsentratsiyasidan ortiq bo'lgan eritma *o'ta to'yingan eritma* deyiladi. O'ta to'yingan eritmada moddaning erimay qolgan qismi bo'lmaydi. O'ta to'yingan eritmalar beqaror sistemalaridir. Vaqt o'tishi bilan yoki tashqi ta'sir natijasida ular to'yingan eritmaga aylanadi.

**Moddalarning eruvchanligi.** *Eruvchanlik* – moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish xususiyatidir. Suvda yoki boshqa erituv-

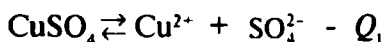
chida qattiq, suyuq va gaz holidayi moddalar erishi mumkin. Qattiq va gaz moddalarning suyuqlikda erishi hamma vaqt chegaralangan bo'ladi. *Moddaning 100 g erituvchida ayni temperaturada eriy oladigan miqdori shu moddaning eruvchanligi yoki eruvchanlik koeffitsiyenti deyiladi.* Demak, eruvchanlik ayni temperaturada to'yingan eritmaning konsentratsiyasini bildiradi.

Barcha moddalar suvda eruvchanligiga qarab uch guruhga bo'linadi: 1) yaxshi eriydigan; 2) oz eriydigan; 3) amalda deyarli erimaydigan moddalar.

Yaxshi eriydigan moddalarga ayrim tuzlar ( $KCl$ ,  $KNO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NaNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ , ...), ishqorlar, organik moddalar (shakar, spirt, atseton) va gazlar ( $HCl$ ,  $NH_3$ ) misol bo'la oladi. Oz eriydigan moddalarga  $CaSO_4$ ,  $PbSO_4$ ,  $MgCO_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $AgCl$ ,  $BaSO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$  (qattiq moddalar), dietil efir, benzol, yog', kerosin, benzin (suyuq moddalar) metan, azot, vodorod (gaz moddalar) misol bo'ladi. Amalda deyarli erimaydigan moddalarga shisha tayoqcha, oltin, mis, kumush va h.k. kiradi.

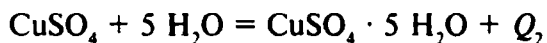
Yuqorida keltirilgan misollardan, eruvchanlik, avvalo, moddaning tabiatiga bog'liq, degan xulosa kelib chiqadi. Moddalar eriganda kristallarning yemirilishi, ularning zarralarini bir-biridan ajratish uchun qancha ko'p kuch talab etilsa, ularning erishi shuncha qiyin bo'ladi. Temperatura o'zgarishi bilan moddalarning eruvchanligi ham o'zgaradi. Odatda, qattiq moddalarning eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Temperatura ko'tarilganda eruvchanligi kamayadigan moddalar ham bor. Le-Shatelye prinsipiga binoan, temperatura ko'tarilgan sari eruvchanlikning ortishi yoki kamayishi issiqlik ta'siri bilan bog'liq. Ko'pchilik qattiq moddalar eriganda issiqlik yutiladi va shuning uchun temperatura ko'tarilishi bilan ularning eruvchanligi ortadi. Temperatura ko'tarilganda tuzning kristallarini tashkil etgan ionlarning tebranish harakati kuchayadi va ionlar oson uzilib, kristallar oson yemiriladi, ya'ni eruvchanlik ortadi. Gazlarning eruvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan kamayadi, bosim ortishi bilan esa ko'payadi. Gazlarning erishida issiqlik ajralib chiqadi, ya'ni ularning erish jarayoni ekzotermik jarayondir. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, temperatura ko'tarilishi bilan muvozanat chap tomonga siljiydi, suyuqlik ustidagi gaz ko'payadi va eruvchanlik kamayadi. Qattiq moddalarning suyuqlikda erish vaqtida ketma-ket ikki jarayon sodir bo'ladi:

1. Qattiq moddalarning kristall panjarasi buzilib, modda zarrachalari eritma hajmiga tarqaladi:



Bu jarayon vaqtida issiqlik yutiladi. Mazkur yutiladigan issiqlikni  $Q_1$  deb belgilaymiz.

2. Modda erigan vaqtida uning zarrachalarini erituvchi (suv) zarrachalari bilan, ko'pincha, kimyoviy birikadi. Bu birikma *gidrat* deb ataladi:



jarayonning o'zi esa *gidratlanish* deyiladi. Agar erituvchi sifatida suvdan boshqa moddalar olinsa, bu jarayon umumlashtirilib, *solvatlanish* deb, birikmalar esa *solvatlar* deb ataladi. Bu jarayonda issiqlik chiqadi. Gidratlanish issiqligini  $Q_2$  desak, reaksiyaning umumiy issiqligi  $Q = Q_2 - Q_1$  bo'ladi. Agar  $Q_2 = Q_1$  bo'lsa, erish vaqtida issiqlik chiqmaydi. Agar eriyotgan modda gidratlanmasa yoki solvatlanmasa (yoki kuchsiz solvatlansa), ya'ni  $Q_1 > Q_2$  bo'lsa, uning erish issiqligi manfiy qiymatga ega bo'ladi. Bu holda issiqlik yutilib, eritma soviydi. Masalan, ammoniy nitrat yoki kaliy nitrat suvda eriganda temperatura keskin pasayadi. Agar erish vaqtida kuchli gidratlanish ro'y bersa, ya'ni  $Q_1 < Q_2$  bo'lsa, eritma isib ketadi. Masalan, sulfat kislotasi yoki natriy gidroksid suvda eriganda eritma temperaturasi keskin ko'tariladi.

**Eritma konsentratsiyasining ifodalanishi.** Og'irlik yoki hajm birligida olingan eritmada erigan moddaning miqdori *eritmaning konsentratsiyasi* deb ataladi. Eritma konsentratsiyasi, ko'pincha, to'rt usulda: *foiz konsentratsiya*, *normal konsentratsiya*, *molyal konsentratsiya* va *molyal konsentratsiya* bilan ifodalanadi:

1. *Foiz konsentratsiya* 100 g eritmadagi erigan moddaning grammalar sonini ko'rsatadi. Masalan, 3% li vodorod peroksid eritmasi deganda vodorod peroksid eritmasining 100 grammida 3 g vodorod peroksid va 97 g suv borligi tushuniladi. Agar 90 g suvda 10 g natriy gidroksid eritilsa, 10% li eritma hosil bo'ladi.

**Misol.** 250 g suvda 50 g osh tuzi eritildi. Hosil bo'lgan eritmaning: a) 100 grammida qancha tuz bor; b) hosil bo'lgan eritma necha foizli?

*Yechish.* a) hosil bo'lgan eritmaning massasini topamiz:



b) endi hosil bo'lgan eritmaning 100 grammida qancha tuz borligini topamiz:

300 g eritmada 50 g NaCl bor  
bundan

100 g eritmada  $x$  g bo'ladi

$$x = \frac{100 \cdot 50}{300} = 16,66 \text{ g}$$

d) hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini topamiz:

300 g eritmani 100% desak,  
50 g NaCl —  $x$  % bo'ladi,

bundan

$$x = \frac{100 \cdot 50}{300} = 16,66 \%$$

kelib chiqadi.

2. *Molyar konsentratsiya* 1 l eritmada erigan moddaning mollar sonini ko'rsatadi. Agar 1 l eritmada 1 mol modda erigan bo'lsa, bunday eritma 1 molyar eritma deyiladi. Masalan, 1 *M* natriy gidroksid (NaOH) eritmasi deyilganda shu eritmaning 1 litrida 40 g NaOH eriganligi tushuniladi. 2 *M* sulfat kislota eritmasi deyilganda esa shu eritmaning 1 litrida 196 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> borligi tushuniladi.

**1- misol.** Kaliy nitratning 3 molyarli eritmasidan 1 litr tayyorlash uchun qancha kaliy nitrat kerak?

*Yechish.*  $\text{KNO}_3 = 39 + 14 + (16 \cdot 3) = 101 \text{ g}$ .

Demak, 1 litr molyar eritma tayyorlash uchun 101 g tuz kerak. Undan 1 litr 3 molyarli eritma tayyorlash uchun  $3 \cdot 101 = 303 \text{ g}$  kaliy nitrat kerak bo'ladi. Tarozida 303 g kaliy nitratni tortib olib, uning ustiga 1 l ga yetguncha suv qo'shiladi.

3. *Normal konsentratsiya* 1 l eritma tarkibidagi erigan moddaning gramm-ekvivalentlar sonini ko'rsatadi. Agar 1 l eritmada 1 gramm-ekvivalent erigan modda bo'lsa, bunday eritma 1 normal eritma deb yuritiladi. Normal, odatda, *n* (ba'zan *N*) harfi bilan belgilanadi. Masalan, 1 *n* sulfat kislota eritmasi deyilganda shu eritmaning 1 litrida 49 g sulfat kislota borligi tushuniladi. 2 *n* deyilganda esa 1 litrida 98 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> borligi tushuniladi.

**2- misol.** 1 litrida 20 g NaOH erigan eritmaning normalligini aniqlang.

*Yechish.* a) natriy gidroksidning gramm-ekvivalentini topamiz:

$$\text{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40, E_{\text{NaOH}} = 40/1 = 40 \text{ g}$$

b) eritmaning normalligini topamiz:

40 g NaOH 1 *n* bo'lsa,  
20 g NaOH  $x$  *n* bo'ladi,

bundan

$$x = \frac{20 \cdot 1}{40} = 0,5 \text{ n}$$

**3- misol.** Solishtirma og'irligi 1,063 bo'lgan 2 n sulfat kislota eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

*Yechish.* a) 2 n bo'lgan 1 litr eritmaning og'irligini topamiz:

$$m = V \cdot d, \quad m = 1000 \text{ ml} \cdot 1,063 = 1063 \text{ g}$$

b) 1 l yoki 1063 g eritmadagi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning gramm miqdorini topamiz:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ g}; \quad E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

Demak, 1 litr eritmada 49 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lsa, 1 n bo'ladi.

49 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 n bo'lsa,

$x$  g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 n bo'ladi,

bundan

$$x = \frac{49 \cdot 2}{1} = 98 \text{ g}$$

Demak, 1 litr eritmada 49g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lsa, 1n bo'ladi.

d) eritmaning foiz konsentratsiyasini topamiz:

1063 g eritmani 100% desak,

98 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $x$  % bo'ladi.

Demak,

$$x = \frac{98 \cdot 100}{1063} = 9,21 \%$$

Eritmalar konsentratsiyasini formulalar asosida tushuntiramiz.

1. Ergan moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi erigan modda massasini eritmaning massasi nisbatiga teng.

$$\omega_{\text{modda}} = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{m_{\text{eritma}}} \quad \text{yoki} \quad C = \frac{m}{m + m_1} \cdot 100$$

$C$  — og'irlik foiz konsentratsiya  $m_1$  — erituvchining massasi  $m$  — erigan modda massasi  $\omega$  ni 100 ga ko'paytirsak prosent (foiz) konsentratsiya hosil bo'ladi.

Foiz konsentratsiya 100 g eritmadagi erigan moddaning mas-sasini ko'rsatadi.

*Misol.* 60 g tuzni 240 g suvda eritilganda hosil bo'lgan erit-maning foiz konsentratsiyasini toping.

$$\text{Yechish. } \omega_{\text{tuz}} = \frac{m_{\text{tuz}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{60}{60 + 240} = \frac{60}{300} = 0,2 \text{ yoki } 20\%$$

2. Molyar konsentratsiya ( $C_m$ ) — erigan modda miqdorining ( $n$ ) eritma hajmiga ( $v$ ) nisbatiga teng.

$$C_m = \frac{n_{\text{modda, mol}}}{V_{\text{eritma}} \text{ litr}} \text{ yoki } C_m = \frac{m}{m \cdot v} \cdot 100$$

molyar konsentratsiyaning birligi mol/l (m) bo'lib, u 1 l eritmadagi erigan moddaning mollari sonini ko'rsatadi.

*Misol.* 400 ml eritma tarkibida 71 g natriy sulfat bor. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini toping.

*Yechish.* Natriy sulfatning miqdorini topamiz:

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}} = \frac{71}{142 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$V_{\text{eritma}} = 400 \text{ ml} = 0,4 \text{ l}$$

$$C_{M\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{0,5 \text{ mol}}{0,4 \text{ l}} = 1,25 \text{ mol/l}$$

3. Normal konsentratsiya yoki eritmaning normalligi ( $C_N$ ) — erigan modda ekvivalent miqdorining ( $V_E$ ) eritma hajmining nisbiy

$$C_N = \frac{n_e \text{ (modda)}}{v \text{ (eritma)}} \text{ yoki } C_N = \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000$$

normal konsentratsiyaning birligi ekvivalent/l (N) bo'lib, u 1 l eritmadagi erigan moddaning ekvivalent sonini ko'rsatadi. Moddaning ekvivalent miqdori modda massasining ekvivalent massasiga nisbati orqali topiladi  $n_e \rightarrow V_e = m/e$ .

*Misol.* 2 l 0,1 n eritma tayyorlash uchun soda kristall gidratidan  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  necha gramm olish kerak?

*Yechish.* Bu masalani yechish uchun  $C_N \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000$  formuladan foydalanamiz.

$$\begin{aligned} C_N &= \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000, \text{ bundan, } m = \frac{C_N \cdot e \cdot v}{1000} \\ &= \frac{0,1 \cdot 143 \cdot 2000}{1000} = 28,6 \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

4. **Titr.** 1 mm eritma tarkibidagi erigan moddaning grammlarda ifodalangan miqdori eritmaning *titri* deb ataladi.

$$T = \frac{N \cdot E}{1000} \text{ g/ml} \quad \left| \begin{array}{l} T - \text{titr.} \\ N - \text{eritmaning normalligi.} \\ E - \text{erigan moddaning gramm-ekvivalenti.} \end{array} \right.$$



**3- misol.** Solishtirma og'irligi 1,063 bo'lgan 2 n sulfat kislota eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

*Yechish.* a) 2 n bo'lgan 1 litr eritmaning og'irligini topamiz:

$$m = V \cdot d, \quad m = 1000 \text{ ml} \cdot 1,063 = 1063 \text{ g}$$

b) 1 l yoki 1063 g eritmadagi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning gramm miqdorini topamiz:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ g}; \quad E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

Demak, 1 litr eritmada 49 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lsa, 1 n bo'ladi.

49 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 n bo'lsa,

$x$  g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 n bo'ladi,

bundan

$$x = \frac{49 \cdot 2}{1} = 98 \text{ g}$$

Demak, 1 litr eritmada 49g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'lsa, 1n bo'ladi.

d) eritmaning foiz konsentratsiyasini topamiz:

1063 g eritmani 100% desak,

98 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $x$  % bo'ladi.

Demak,

$$x = \frac{98 \cdot 100}{1063} = 9,21 \%$$

Eritmalar konsentratsiyasini formulalar asosida tushuntiramiz.

1. Ergan moddaning massa ulushi yoki foiz konsentratsiyasi erigan modda massasini eritmaning massasi nisbatiga teng.

$$\omega_{\text{modda}} = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{m_{\text{eritma}}} \quad \text{yoki} \quad C = \frac{m}{m + m_1} \cdot 100$$

$C$  — og'irlik foiz konsentratsiya  $m_1$  — erituvchining massasi  $m$  — erigan modda massasi  $\omega$  ni 100 ga ko'paytirsak prosent (foiz) konsentratsiya hosil bo'ladi.

Foiz konsentratsiya 100 g eritmadagi erigan moddaning mas-sasini ko'rsatadi.

*Misol.* 60 g tuzni 240 g suvda eritilganda hosil bo'lgan erit-maning foiz konsentratsiyasini toping.

$$\text{Yechish. } \omega_{\text{tuz}} = \frac{m_{\text{tuz}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{60}{60 + 240} = \frac{60}{300} = 0,2 \text{ yoki } 20\%$$

2. Molyar konsentratsiya ( $C_m$ ) — erigan modda miqdorining ( $n$ ) eritma hajmiga ( $v$ ) nisbatiga teng.

$$C_m = \frac{n_{\text{modda, mol}}}{V_{\text{eritma}} \text{ litr}} \text{ yoki } C_m = \frac{m}{m \cdot v} \cdot 100$$

molyar konsentratsiyaning birligi mol/l (m) bo'lib, u 1 l eritmadagi erigan moddaning mollari sonini ko'rsatadi.

*Misol.* 400 ml eritma tarkibida 71 g natriy sulfat bor. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini toping.

*Yechish.* Natriy sulfatning miqdorini topamiz:

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}} = \frac{71}{142 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$V_{\text{eritma}} = 400 \text{ ml} = 0,4 \text{ l}$$

$$C_{M\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{0,5 \text{ mol}}{0,4 \text{ l}} = 1,25 \text{ mol/l}$$

3. Normal konsentratsiya yoki eritmaning normalligi ( $C_N$ ) — erigan modda ekvivalent miqdorining ( $V_E$ ) eritma hajmining nisbiy

$$C_N = \frac{n_e \text{ (modda)}}{v \text{ (eritma)}} \text{ yoki } C_N = \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000$$

normal konsentratsiyaning birligi ekvivalent/l (N) bo'lib, u 1 l eritmadagi erigan moddaning ekvivalent sonini ko'rsatadi. Moddaning ekvivalent miqdori modda massasining ekvivalent massasiga nisbati orqali topiladi  $n_e \rightarrow V_e = m/e$ .

*Misol.* 2 l 0,1 n eritma tayyorlash uchun soda kristall gidridan  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  necha gramm olish kerak?

*Yechish.* Bu masalani yechish uchun  $C_N \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000$  formuladan foydalanamiz.

$$\begin{aligned} C_N &= \frac{m}{e \cdot v} \cdot 1000, \text{ bundan, } m = \frac{C_N \cdot e \cdot v}{1000} \\ &= \frac{0,1 \cdot 143 \cdot 2000}{1000} = 28,6 \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

4. **Titr.** 1 mm eritma tarkibidagi erigan moddaning grammlarda ifodalangan miqdori eritmaning *titri* deb ataladi.

$$T = \frac{N \cdot E}{1000} \text{ g/ml} \quad \left| \begin{array}{l} T - \text{titr.} \\ N - \text{eritmaning normalligi.} \\ E - \text{erigan moddaning gramm-ekvivalenti.} \end{array} \right.$$



## ***Mustaqil yechish uchun mashq va masalalar***

1. 5 g kaliy nitrat 60 g suvda eritilgan. Eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

2. 10% li eritma olish uchun 200 g suvda necha gramm natriy gidroksidni eritish kerak?

3. 180 g 3% li eritmadagi erigan moddaning miqdorini toping.

4. 0 °C dagi 100 g suvda 10 g kaliy sulfat eriydi. Uning eruvchanlik koeffitsiyentini mol hisobida ifodalang.

5. 500 g suvda 50 g mis kuporosi ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) eritilgan. Eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

6. Moddaning 40 va 60% li eritmalaridan 90 grammdan aralashtirildi. Necha foiz eritma hosil bo'lganligini toping?

7. Natriy nitratning 2 g eritmasidan 0,5 l tayyorlash uchun necha gramm natriy talab qilinadi?

8. 500 grammida 25 g  $\text{AlCl}_3$  erigan eritmaning normalligi topilsin.

9. 3 l 0,1 n eritmada necha gramm  $\text{HNO}_3$  bor?

10. 500 ml eritmada 20 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  erigan. Shu eritmaning molyarligini va normalligini toping.

11. Solishtirma massasi 1,44  $\text{sm}^3$  bo'lgan 34% li sulfat kislota eritmasining normalligini toping.

12. Nima uchun suvsiz kalsiy xlorid va aluminiy xlorid suvda eritilganda issiqlik chiqadi, kalsiy kristallgidrat eritilganda esa issiqlik yutiladi?

13. 20% li eritma hosil qilish uchun 400 g suvda qancha natriy nitratni eritish kerak?

*Javob:* 100 g.

14. 100 ml 35% xlorid kislota (zichligi 1,175 g/ml) olish uchun qancha hajm (n.sh.) vodorod xlorid kerak?

*Javob:* 41,125 g.

15. 20% li sulfat kislota hosil qilish uchun 300 g suvga 50% li sulfat kislotadan qancha qo'shish kerak?

*Javob:* 200 g.

16. 25 g mis sulfat  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  375 g suvda eritildi. Hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.

*Javob:* 4%.

17. Kaliy nitratning 2 m eritmasidan 200 ml tayyorlash uchun necha gramm kaliy nitrat talab qilinadi?

*Javob:* 40,4 g.

18. Natriy gidroksid eritmasining 16 ml ni neytrallash uchun

kislotaning 0,25 m eritmasidan 20 ml sarflangan bo'lsa, ishqor eritmasining 1 litrida necha gramm NaOH borligini toping.

*Javob:* 12,5 g.

19. Tarkibi massa jihatdan bir xil bo'lgan 1 l azot va karbonat angidrid aralashmasi 50 g 28% li o'yuvchi natriy eritmasidan o'tkazildi. Bu reaksiyada qaysi tuz va qancha miqdorda hosil bo'ladi?

20. Nitrat kislotaning 10% li eritmasining (zichligi 1,056 g/sm<sup>3</sup>) molyar konsentratsiyasini hisoblab toping.

*Javob:* 1,68 m.

21. O'yuvchi natriyning 1 l 0,5 m li eritmasi sulfat kislotaning 1 l 0,4 n li eritmasi bilan aralastirildi. Qaysi moddadan qancha mol ortib qoladi?

*Javob:* 0,1 m NaOH.

## 6.2- §. Elektrolitik dissotsilanish

O'zidan elektr o'tkazuvchi barcha moddalar ikki turga bo'linadi. Birinchi xil o'tkazuvchilarda (metallarda) elektr toki elektronlar harakati orqali, ikkinchi xil o'tkazuvchilarda (kislota, asos, tuzlar eritmalarida) esa ionlar harakati orqali o'tadi.

Erigan yoki suyuqlangan moddalar elektrolit va elektrolitmaslarga bo'linadi. Suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmaları ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini o'tkazadigan moddalar *elektrolitlar* deyiladi. Suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmaları elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar *elektrolitmaslar* deyiladi. Elektrolitlarga kislotalar, asoslar va tuzlar, elektrolitmaslarga esa ko'pchilik organik birikmalar kiradi. *Elektrolitlarning suvda eriganda ionlarga ajralishi elektrolitik dissotsilanish deyiladi.*

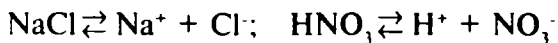
1887-yilga qadar elektrolit eritmaları orqali elektr toki o'tkazilganda elektrolitlar musbat va manfiy ionlarga ajraladi, degan noto'g'ri fikrlar bor edi. 1887-yilda shved olimi S.Arrenius turli konsentratsiyadagi kislota eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini o'lchashi natijasiga asoslanib, kislotalar elektr toki berilmaganda ham ionlarga ajralishini aniqladi va elektrolitik dissotsilanish nazariyasini taklif qildi. Bu nazariya uch qismdan iborat:

1. Elektrolitlar suvda eritilganda musbat va manfiy ionlarga ajraladi. Eritmada ionlar turli yo'nalishlarda tartibsiz harakat qiladi.

2. Eritmaga elektr toki berilganda tok ta'siri ostida musbat ionlar katodga, manfiy ionlar anodga tomon harakat qiladi. Shuning uchun musbat ionlar *kationlar*, manfiy ionlar *anionlar* deyiladi.

3. Barcha elektrolitlar ionlarga bir xil darajada ajralmaydi. Ba'zilar ko'proq, ba'zilar ozroq ajraladi. Elektrolitlarning ionlarga to'liq yoki qisman ajralishi elektrolitning tabiatiga, eritmaning konsen-

tratsiyasiga, erituvchining tabiatiga va temperaturaga bog'liq. Dissotsilanish qaytar jarayon bo'lgani uchun ionlanish tenglamalarini yozishda qarama-qarshi tomonga qaratilgan ikki strelkadan foydalaniladi. Masalan:



Ionlarga ajralish jarayoni suv, umuman, erituvchi molekulari bilan eruvchi modda zarrachalarining o'zaro ta'siri natijasida yuzaga chiqadi.

Elektrolitik dissotsilanish mexanizmini tushuntirishga kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limot yordam beradi.

Qutblanmagan kovalent ( $\text{H}_2$ ), qutblangan kovalent ( $\text{HCl}$ ) va ion bog'lanishli ( $\text{NaCl}$ ) moddalarning ionlanish mexanizmini qarab chiqamiz. Vodorod molekulasida ( $\text{H}_2$ ) dagi kimyoviy bog'lanishda ishtirok etuvchi elektronlar yadrolar atrofida simmetrik joylashgan. Musbat zaryadlarning og'irlik markazi qaysi nuqtada turgan bo'lsa, manfiy zaryadlarning og'irlik markazi ham o'sha nuqtada turadi, ya'ni molekula ichidagi musbat va manfiy zaryadlar bir-biridan siljigan emas. Suv molekulasining musbat va manfiy qutblari bor. Shuning uchun suv molekulasini dipol deb qarash kerak. Vodorod molekulasida suvda eritilganda u qutblanmagan kovalent bog'lanishli molekula ( $\text{H}_2$ ) bo'lganligi uchun suvning musbat va manfiy qutblari bilan ta'sirlashmaydi va natijada ionlanmaydi. Vodorod xlorid ( $\text{HCl}$ ) molekulasida manfiy zaryadlarning og'irlik markazi — xlor atomlari tomon birmuncha siljiganligi uchun ham vodorod xlorid molekulasining musbat va manfiy qutblari bor.

Vodorod xlorid suvda eritilganda suvning qutblangan molekulari o'zining musbat qutbi bilan xlor atomlarini, manfiy qutbi bilan esa vodorod atomlarini tortadi. Natijada qutbli kovalent bog'lanish bo'shashib ion bog'lanishga yaqinlashadi va  $\text{HCl}$  molekulasida xlor hamda vodorodning gidratlangan ionlariga ajraladi. Ion bog'lanishli moddalar eng oson dissotsilanadi. Chunki bu moddalar ionlardan tarkib topgan bo'ladi. Masalan:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  va boshqalarning kristallari ionli panjaraga ega bo'lib, suvga solinganda, suv molekulari qutbli bo'lgani uchun, ular natriy yoki kaliy ionlarini manfiy qutblari bilan, xlor yoki  $\text{NO}_3^-$  ionlarini esa musbat qutblari bilan tortadi. Natijada ionlar orasidagi bog'lanish bo'shashadi, ionlar kristalldan eritmaga o'ta boshlaydi. Bunda gidratlangan ionlar, ya'ni suv molekulari bilan kimyoviy bog'langan ionlar hosil bo'ladi. Elektrolitik dissotsilanish mexanizmi haqidagi yuqorida yozilgan fikrni birinchi bo'lib rus kimyogari I.A.Kablukov ilgari surgan edi.

**Dissotsilanish darajasi.** Elektrolitik dissotsilanish qaytar jarayon bo'lganligi uchun elektrolitlarning eritmalarida ionlar bilan birga molekularlar ham bo'ladi. Elektrolitning qancha qismi ionlar holatida ekanligini belgilash uchun dissotsilanish darajasi degan tushunchadan foydalaniladi. *Ionlarga ajralgan molekularlar sonining eritilgan modda molekulari soni  $N$  ga nisbati elektrolitning dissotsilanish darajasi deb ataladi va  $\alpha$  harfi bilan belgilanadi:*

$$\alpha = \frac{n}{N}$$

Masalan, NaCl suvda eritilganda uning har 100 molekulasidan 90 tasi dissotsilansa,  $\alpha = \frac{90}{100} = 0,9$  bo'ladi. Bu son 100 ga ko'paytirilsa, dissotsilanish darajasi foiz bilan ifodalangan bo'ladi. Bunda dissotsilanish darajasi 90% deyiladi. Agar  $\alpha = 0,1$  bo'lsa, eritmadagi barcha molekularlarning o'ndan bir qismi yoki 10% ionlar va o'ndan to'qqiz qismi yoki 90% molekularlar holatida bo'ladi.

Dissotsilanish darajasi elektrolitning konsentratsiyasiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Elektrolitning konsentratsiyasi kamaysa, ya'ni eritmaga suv qo'shilib suyultirilganda dissotsilanish darajasi doimo ortadi. Konsentratsiya ortganda elektrolitning dissotsilanish darajasi kamayadi. Temperatura ko'tarilganda elektrolitning dissotsilanish darajasi ortadi.

**Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.** Dissotsilanish darajasi katta bo'lgan elektrolitlar *kuchli elektrolitlar* deyiladi. Kuchli elektrolitlar suvda eriganda ionlarga deyarli to'liq dissotsilanadi. Kuchli elektrolitlarga:

1) ko'pchilik anorganik kislotalar, masalan,  $H_2SO_4$ , HCl,  $HClO_4$ ,  $HClO_3$ ,  $HNO_3$ , HBr,  $HMnO_4$ ;

2) deyarli barcha tuzlar;

3) ishqoriy va ishqoriy yer metallarning asoslari kiradi.

Dissotsilanish darajasi kichik bo'lgan elektrolitlar *kuchsiz elektrolitlar* deyiladi. Kuchsiz elektrolitlar suvda eriganda ionlarga qisman dissotsilanadi. Kuchsiz elektrolitlarga:

1) barcha organik kislotalar;

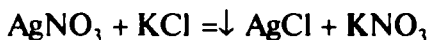
2) ba'zi anorganik kislotalar, masalan,  $H_2CO_3$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_2$ ,  $CH_3COOH$  kiradi;

3) ishqoriy va ishqoriy yer metallarning asoslaridan boshqa barcha asoslar, shuningdek,  $NH_4OH$  kiradi. Suv ham kuchsiz elektrolitdir.

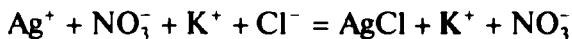
**Reaksiyaning ionli tenglamalari.** Elektrolitlarning eritmalarida sodir bo'ladigan reaksiyalarda ionlar ishtirok etadi. Ionlar orasidagi reaksiyalar *ionli reaksiyalar*, bunday reaksiyalarning tenglamalari esa *ionli tenglamalar* deyiladi.

Elektrolit eritmalarida reaksiya borishi uchun: 1) qiyin eriydigan moddalar; 2) gazsimon moddalar; 3) kam dissotsilanuvchi moddalar hosil bo'lishi kerak. Agar shu moddalar hosil bo'lmasa, u holda reaksiya bormaydi. Ionli tenglamalarni yozishda kuchli elektrolitlar ion ko'rinishida, kam dissotsilanuvchi, qiyin eriydigan va gazsimon moddalar esa molekula ko'rinishida yoziladi.

**Cho'kma hosil bo'ladigan reaksiyalar.** Bunday reaksiyalar oxiriga qadar boradi:



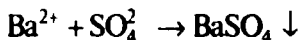
Bu tenglamaning ionli shakli:



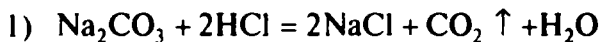
O'xshash ionlar ikkala tomonda qisqartirilsa,



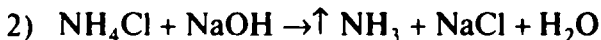
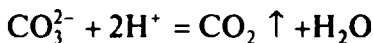
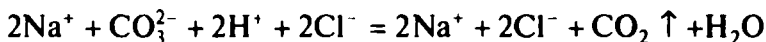
Demak, tarkibida  $\text{Ag}^+$  ionlari bo'lgan har qanday birikma eritmasi tarkibida  $\text{Cl}^-$  ionlari bo'lgan boshqa birikma eritmasi bilan reaksiyaga kirishganda har doim oq rangli kumush xlorid cho'kmasi hosil bo'ladi. Agar tarkibida  $\text{Ba}^{2+}$  ionli bo'lgan har qanday eritmaga tarkibida  $\text{SO}_4^{2-}$  ionli bo'lgan eritma qo'shilsa, oq cho'kma —  $\text{BaSO}_4$  tushadi:



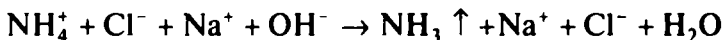
**Gaz hosil bo'ladigan reaksiyalar.** Bunday reaksiyalarda kimyoviy muvozanat reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladigan tomonga siljiydi. Natijada reaksiya oxiriga qadar boradi:



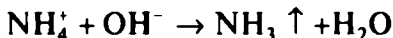
Ion holida:



Ion holida:

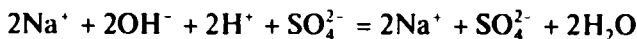
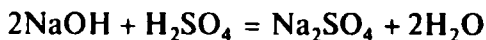


yoki



Bu tenglamalardan karbonat tuzlarga har qanday kislota qo'shilganda hamma vaqt  $\text{CO}_2$ , ammoniy tuzlariga esa har qanday ishqor ta'sir ettirilganda hamma vaqt ammiak ajralib chiqadi, degan xulosa kelib chiqadi.

**Kam dissotsilanuvchi birikmalar hosil bo'lishi.** Ikkita kuchli elektrolit eritmasi o'zaro ta'sir ettirilganda kam dissotsilanadigan birikmalar hosil bo'ladi, masalan:



yoki



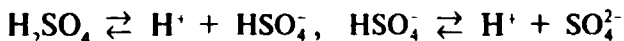
Ionlarning xossalari ularni hosil qilgan atomlarning xossalariidan mutlaqo boshqacha bo'ladi. Masalan, natriy metallining atomlari suvni shiddat bilan parchalab, vodorod ajratib chiqaradi, natriy ionlari  $\text{Na}^+$  esa suvni parchalamaydi. Xlor atomlari o'tkir hidli, zaharli gaz, xlorid ionlari  $\text{Cl}^-$  rangsiz, hidsiz va zaharli emas.

**Kislota, asos va tuzlarning suvdagi eritmalarida dissotsilanishi.** Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi asosida kislota, asos va tuzlarga ta'rif beraylik.

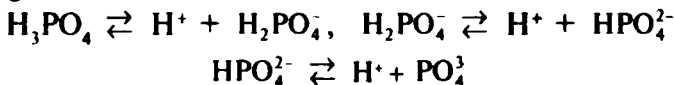
*Dissotsilanganda kation sifatida faqat vodorod kationlarini, anion sifatida esa faqat kislota qoldig'i anionini hosil qiladigan elektrolitlar kislotalar deyiladi.* Kislotalar negizligiga qarab bosqich bilan dissotsilanadi. Masalan, bir negizli kislotalar:



ikki negizli kislotalar:

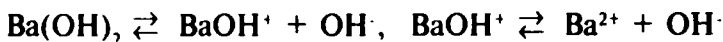
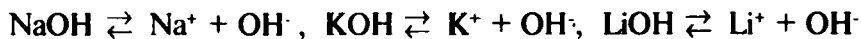


uch negizli kislotalar:



Ko'p negizli kislota, asosan, birinchi bosqich bo'yicha ko'proq, ikkinchi va uchinchi bosqichlarda kamroq darajada dissotsilanadi. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq, kislotalarning o'ziga xos barcha umumiy xususiyatlari — nordon ta'mi, ko'k lakmusni qizartirishi, asoslar, asosli oksidlar va tuzlar bilan o'zaro ta'sirlanishi molekulasida vodorod ionlari ( $\text{H}^+$ ) borligi sabablidir.

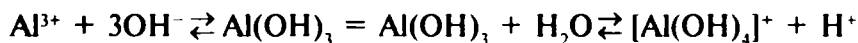
*Dissotsilanganda kation holda metall ionlarini, anionlar sifatida esa faqat gidroksid ionlar hosil qiladigan elektrolitlar asoslar deyiladi.* Asoslar suvdagi eritmalarida tarkibidagi gidroksid guruhning soniga qarab bosqich bilan dissotsilanadi. Masalan:





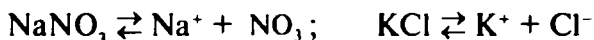


Ishqoriy va ishqoriy yer metallarning gidroksidlari: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, Mg(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub> va Ba(OH)<sub>2</sub> suvda yaxshi eriydi. Bular *ishqorlar* deyiladi va kuchli elektrolitlar jumlasiga kiradi. Boshqa asoslarning hammasi (NH<sub>4</sub>OH dan boshqa) suvda yaxshi erimaydi va kuchsiz elektrolitlar jumlasiga kiradi. Amfoter gidroksidlar (Al(OH)<sub>3</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub>, Be(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub> va boshqalar) dissotsilanganda bir vaqtning o'zida ham vodorod ionlari, ham gidroksid ionlari hosil qiladi:



Demak, amfoter gidroksidlarda vodorod ionlari H<sup>+</sup> borligidan paydo bo'ladigan kislota xossalari bilan birga OH<sup>-</sup> ionlari borligi uchun vujudga keladigan asos xossalari bir xil darajada ifodalangan. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq, asoslar eritmalarining barcha umumiy ishqoriy xossalari – qizil lakmusni ko'kirtirishi, fenoltaleinning pushtirangga kirishi, kislotalar, kislotali oksidlar, amfoter oksid va gidroksidlar, tuzlar bilan o'zaro ta'siri gidroksid ionlar (OH<sup>-</sup>) borligi tufaylidir.

*Dissotsilanganda kation hoida metall kationlarini, anion hoida esa kislota qoldig'i ionlarini hosil qiluvchi elektrolitlar tuzlar deyiladi.* Masalan:



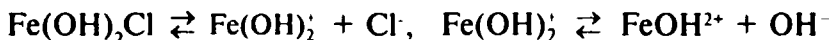
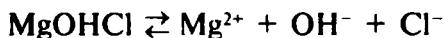
Agar tuz asosli – gidroksil tuz bo'lsa, kislota qoldig'i anionidan tashqari, OH<sup>-</sup> anioni ham hosil bo'ladi, asosli tuzlar bosqich bilan ionlanadi. Masalan:



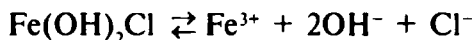
so'ngra



Umumiy holda



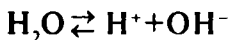
Umumiy holda



Agar tuz nordon bo'lsa, metall kationidan tashqari vodorod kationi ham paydo bo'ladi. Nordon tuzlar bosqich bilan dissotsilanadi. Masalan:

$\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$  va, so'ngra,  $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ,  
 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$  va, so'ngra,  $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{CO}_3^{2-}$ .

**Suvning ionlanishi, pH** Suv nihoyatda kuchsiz elektrolitdir, suv qancha toza bo'lmasin u ozgina bo'lsa ham elektrni o'tkazadi. Suvning elektr o'tkazuvchanligiga sabab uning ionlanishidir.



Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, suv xuddi amfoter gidroksid kabi ionlanadi, ya'ni ham vodorod, ham gidroksid ionlarni hosil qiladi, suvning dissotsilanish konstantasi ushbu formula bilan ifodalanadi:

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Suvning 22° C dagi dissotsilanish konstantasi  $K = 1,8 \cdot 10^{-16}$  ga tengligi aniqlangan. Uning dissotsilanish darajasi  $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-9}$  bo'lib, bu nihoyatda kichik sonidir.

Suvdagi har qaysi 556000000 molekulaning faqat bittasigina ionlarga ajraladi. Shuning uchun ionlarga ajralgan molekullarning nisbiy miqdori nihoyatda ozdir. Suvning umumiy miqdorini hisoblashda buni nazarga olmaslik mumkin. 1 l, ya'ni 1000 g suvda suvning gramm-molekullari soni yoki, boshqacha aytganda, suvning konsentratsiyasi:

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{1000}{18} = 55,26 \text{ ga teng.}$$

Suv uchun

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

K va  $[\text{H}_2\text{O}]$  ning qiymatlarini bu formulaga qo'ysak:

$$1,8 \cdot 10^{-16} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{55,56} \text{ hosil bo'ladi. Bundan } [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

ko'paytma topiladi:

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

$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  ko'paytma suvdagi vodorod ionlari konsentratsiyasining gidroksil ionlari konsentratsiyasiga ko'paytirilgan qiymati bo'lib, suvning ion ko'paytmasi deb ataladi. Uning son qiymati 22° C da  $1 \cdot 10^{-14}$  ga teng.

Suvning bir molekulasining ionlanishidan bitta vodorod va bitta gidroksil ioni hosil bo'lishini nazarda tutib, suvning ion ko'paytmasi qiymatidan toza suvdagi vodorod va gidroksil ionlarining konsentratsiyasi topiladi.

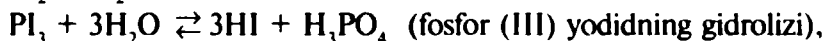
Demak, 22° C dagi neytral suvda vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g · ion/l, gidroksil ionlari konsentratsiyasi ham  $10^{-7}$  g · ion/l ga tengdir. Suvga kislota qo'shish bilan vodorod ionlarining konsentratsiyasi ortadi, lekin gidroksil ionlarining konsentratsiyasi kamayadi. Agar vodorod ionlarining konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, gidroksil ionlari konsentratsiyasini hisoblab topish mumkin. Masalan, biror kuchli kislotalning 0,01 N eritmasida vodorod ionlari konsentratsiyasi  $[H^+] = 0,01$  yoki  $10^{-2}$  g - ion/l ga teng bo'lsa, gidroksil ionlari konsentratsiyasi  $10^{-2} \cdot [OH^-] = 10^{-14}$  dan topiladi:

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ g - ion/l}$$

Demak, neytral muhit uchun  $[H^+] = 10^{-7}$  g - ion/l ga teng, kislotali muhit uchun vodorod ionlari konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g · ion/l dan katta, ya'ni  $[H^+] > 10^{-7}$  g - ion/l ishqoriy muhitda vodorod ionlari konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g - ion/l dan kichik:  $[H^+] < 10^{-7}$  g - ion/l.

### 6.3- §. Tuzlarning gidrolizlanishi

Agar biror modda suv bilan almashinish reaksiyasiga kirishib, kam eruvchan yoki kam ionlanuvchan modda hosil qilsa, bunday reaksiya moddaning *gidroliz reaksiyasi* deb ataladi. Masalan:



Yog'ochning gidrolizi texnikada keng miqyosda amalga oshiriladi. Yog'och, g'o'zapoya, poxol kabi moddalarni gidrolizga uchratib, etil spirt, oqsil achitqi, glukoza, qattiq karbonat angidrid, furfurol, skipidar, metil spirt kabi moddalar ishlab chiqarilmoqda. Tuzlarning gidrolizlanishini ko'rib chiqishdan oldin kislotali, neytral va ishqoriy muhit haqida tushuncha hosil qilaylik.

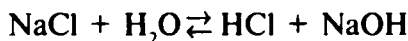
1. Agar eritmada  $H^+$  ionlar  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasiga teng, ya'ni  $[H^+] = [OH^-]$  bo'lsa, bunday muhit *neytral muhit* deyiladi. Neytral muhitda vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g-ion/l, gidroksil ionlari konsentratsiyasi ham  $10^{-7}$  g-ion/l ga teng.

2. Agar vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $[H^+][OH^-]$  ionlarining konsentratsiyasiga qaraganda ko'proq bo'lsa, ya'ni  $[H^+] > [OH^-]$ , bunday muhit *kislotali muhit* deyiladi. Demak, kislotali

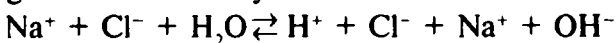
muhit uchun vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g-ion/l dan 'katta, ya'ni  $[H^+] > [10^{-7}]$  m-ion/l bo'ladi. *Ishqoriy* muhitda vodorod ionlari konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g-ion/l dan kichik, ya'ni  $[H^+] < 10^{-7}$  g-ion/l, bunda  $[OH^-] > [H^+]$  bo'ladi.

Tuz ionlarining suv bilan o'zaro ta'siri natijasida kuchsiz elektrolitlar hosil bo'lsa, bunday jarayon *tuzning gidrolizlanishi* deb ataladi. Tuzlar gidrolizlanganda kam eruvchan yoki kam ionlanuvchan mahsulot sifatida kislota, asos, asosli yoki nordon tuzlar hosil bo'lishi mumkin. Tuzlar eritmada gidrolizlanishining sababi shundaki, tuzning kationi va anionlari suvdagi  $H^+$  yoki  $OH^-$  ionlarini bog'lab, kam ionlanuvchan yoki kam eruvchan moddalar bo'lgan kuchsiz elektrolitlarni hosil qiladi va  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  muvozanatni o'ng tomonga siljitadi. Agar tuzlar gidrolizlanganda suvning  $H^+$  ionlari sarflanib ketsa, eritmada  $OH^-$  ionlar ortib qoladi va eritma asosli muhitga ega bo'ladi. Yoki, aksincha,  $OH^-$  ionlar sarflangan bo'lsa, eritmada  $H^+$  ionlarning konsentratsiyasi ortib ketib, eritma kislotali muhitga ega bo'ladi. Tuzning qanday tipda gidrolizlanishi uni hosil qilgan kislota bilan asosning kuchiga bog'liqdir.

1. *Kuchli asos* NaOH, KOH,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  va *kuchli kislota* HCl,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HClO_4$  dan hosil bo'lgan tuzlar (NaCl,  $NaNO_3$ ,  $KNO_3$ , KCl va h.k.) gidrolizga uchramaydi. Chunki, bunday tuzlarning ionlari suvning  $H^+$  yoki  $OH^-$  ionlarini bog'lamaydi va kam ionlanuvchi modda hosil qilmaydi. Masalan, osh tuzi gidrolizga uchraydi, deb faraz qilaylik:

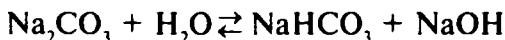


Bu tenglamani ion holda yozamiz:



Tenglamani o'ng va chap tomonidagi o'xshash ionlarni qisqartirsak,  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  qoladi. Eritmada  $H^+$  yoki  $OH^-$  ionlarining miqdori bir-biriga teng bo'ladi. Demak, tuzning ionlari suvning  $H^+$  yoki  $OH^-$  ionlarini bog'lamaydi va kam ionlanuvchan modda hosil qilmaydi. Bunday eritmaning muhiti neytraldir.

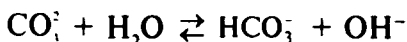
2. *Kuchli asos* NaOH, KOH, LiOH,  $Mg(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  va *kuchsiz kislota*  $H_2S$ ,  $HNO_2$ ,  $H_2SO_3$ ,  $H_2CO_3$ ,  $CH_3COOH$  dan hosil bo'lgan tuzlar ( $CH_3COONa$ ,  $K_2S$ ,  $Na_2CO_3$  va h.k.) gidrolizga uchraydi. Gidroliz natijasida eritmaning muhiti asosli, ya'ni  $[OH^-] > [H^+]$  bo'ladi:



Bu tenglamaning ion shakli:

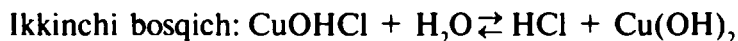
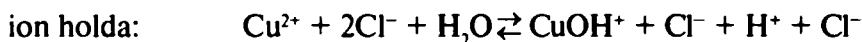


Tenglamaning ikkala tomonidagi bir xil ionlar qisqartirilgandan keyin:



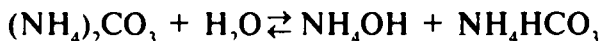
Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, vodorod ionlari tuz ioni bilan bog'lanib, eritmada gidroksil ionlarining miqdori ortib ketadi, ya'ni  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$  bo'ladi, natijada eritmaning muhiti ishqoriy bo'lib qoladi.

3. *Kuchsiz asos* ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  va h.k.) va *kuchli kislota* ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va h.k.) dan hosil bo'lgan tuzlar (masalan,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  va h.k.) gidrolizga uchraydi. Gidroliz natijasida eritmaning muhiti kislotali, ya'ni  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  bo'ladi. Masalan,  $\text{CuCl}_2$  ning gidrolizi ikki bosqichda boradi:

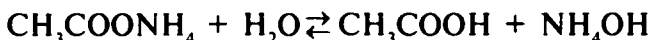


Odatdagi sharoitda faqat birinchi bosqich amalga oshadi. Chunki birinchi bosqich natijasida hosil bo'lgan vodorod ionlari ikkinchi bosqich muvozanatini chappa siljitib, uni amalga oshirmaydi. Eritma qizdirilganda ikkinchi bosqich amalga oshishi mumkin.

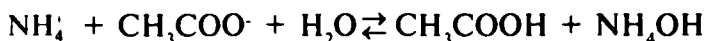
4. *Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar* (masalan,  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ) gidrolizga tezroq va to'liqroq uchraydi. Masalan, ammoniy karbonatning gidrolizlanish reaksiyasini ko'rib chiqaylik:



Bunda eritmaning muhiti kuchsiz asosli bo'ladi,  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ , chunki  $\text{NH}_4\text{OH}$  ning dissotsilanish darajasi ionlarining dissotsilanish darajasidan kattadir. Ammoniy atsetat tuzining gidrolizlanishi:



yoki



Bu tenglamadan ko'rinadiki, tuz ionlari suvning  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarini bog'lagan hamda kam ionlanuvchi  $CH_3COOH$  va  $NH_4OH$  hosil qilgan. Eritmaning muhiti neytral, ya'ni  $[H^+] \approx [OH^-]$ . Ayni moddaning gidrolizlanishini kuchaytirish uchun: a) eritmani ko'p-roq suyultirish; b) eritmaning temperaturasini oshirish kerak.



### *Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar*

1. Elektrolitlarning ionlarga dissotsilanishining asosiy sababi nima?

2. Nima uchun elektrolitlar qutbsiz erituvchilarga dissotsilanmaydi?

3. Qanday elektrolitlar amfoter elektrolitlar deyiladi?

4. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi asosida kislota, asos, tuz tushunchalariga ta'rif bering.

5. Ushbu ionlar eritmada bir vaqtning o'zida mavjud bo'la oladimi:

$Ba^{2+}$  va  $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$  va  $Mg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  va  $OH^-$ ,  $Fe^{3+}$  va  $SO_4^{2-}$ ,  $S^{2-}$  va  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  va  $PO_4^{3-}$  ?

6. Quyidagi tuzlarning qaysi biri gidrolizga uchraydi:

$ZnCl_2$ ,  $CuCl_2$ ,  $CuSO_4$ ,  $K_2S$ ,  $KCl$ ,  $NaNO_3$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,

$ZnSO_4$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Al(NO_3)_3$ ,  $Al_2S_3$ ,  $KNO_2$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $CH_3COONa$ ,  $CH_3COOK$ ?

Bu tuzlarning eritmaları qanday muhitli bo'ladi? Reaksiya tenglamalarini molekular va ion holda yozing.

7. Elektrolitik dissotsilanish darajasi va elektrolit eritmalarida boradigan reaksiyalar haqida tushuncha bering.

8. Quyidagi moddalar suvdagi eritmalarida qanday ionlarga dissotsilanadi? Hosil bo'lgan ionlar zaryadini aniqlang:

$Na_2CO_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $MgOHCl$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$

$AlCl_3$ ,  $Fe(OH)_2Cl$ ,  $MgOHNO_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$

$H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ,  $KHCO_3$

9. Xlorid kislotaning dissotsilanish darajasi 91% bo'lgan 4 / 0,1 n eritmasida necha g-ion  $H^+$  bo'ladi?

Javob: 0,364 g-ion.

10. Aluminij nitrat eritmasiga natriy karbonat eritmasi qo'shilganda aluminij gidroksid cho'kmaga tushish sababini reaksiya tenglamalarini yozib tushuntiring.

11.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KNO}_3$  tuzlar berilgan. Ularning qaysilari gidrolizlanadi? Eritmaning muhiti qanday bo'ladi? Javobingizni reaksiya tenglamalarini molekular va ionli holda yozib isbotlang.

12. Kuchli va kuchsiz elektrolitlarga misollar keltiring. Javobingizni reaksiya tenglamalarini yozish bilan isbotlang.

#### 6.4- §. Kolloid eritmalar

Biror moddaning mayda bo'lakchalari boshqa bir modda ichida taqsimlansa, hosil bo'lgan sistema *dispers sistema* deb ataladi. Taqsimlangan modda *dispers faza*, ikkinchi modda esa *dispersion muhit* deb ataladi.

Agar dispersion muhitga tarqalgan dispers faza zarrachalari-ning kattaligi 1 mmk bilan 100 mmk (mmk – millimikron) orasida bo'lsa, bunday dispers sistemalar *kolloid eritmalar* yoki *zollar* deb ataladi. Zol ichidagi zarrachalar to'xtovsiz harakatda bo'ladi.

Kolloid sistemalar geterogen, aniqroq aytganda, mikrogeterogen sistema deb qaraladi. Odatda, kolloid kimyoga ingliz olimi T.Grem asos solgan deb hisoblanadi, lekin Gremdan avval bu sohada M.V.Lomonosov, Berselik Selmi, Musin-Pushkin, Faradey, I.G.Berigov, P.P.Veymarn va boshqa olimlar ham ilmiy ish olib borganlar. Haqiqiy eritmalarini molekular-dispers, kolloid eritmalar, kolloid-dispers va suspenziya kabi sistemalar *dag'al dispers sistemalar* deb ataladi. Bu uch xil dispers sistemalar bir-biriga aylanishi, biri ikkinchisidan hosil bo'lishi mumkin, chunki, molekular-dispers sistemadan kolloid-dispers sistema hosil qilib, undan dag'al dispers sistema tayyorlash va keyin dag'al dispers sistemani kolloid eritmaga, so'ngra uni haqiqiy eritmaga aylantirish mumkin. Kolloid eritmalar liofil va liofob kolloidlarga ajratiladi<sup>1</sup>. Masalan, oqsilning suvdagi, kauchukning benzoldagi eritmaları liofil kolloidlar jumlasiga kiradi; liofil kolloid olish uchun eruvchi modda bilan erituvchi moddani o'zaro aralashtirish kifoya, chunki ular o'z-o'zicha hosil bo'ladigan sistemalaridir. Liofob kolloidlar mexanik ta'sir yoki kimyoviy reaksiyalar vositasida, qiyinchilik bilan hosil bo'ladi. Ularning dispers fazalari, asosan, anorganik moddalar – oksidlar, kislotalar, asoslar, sulfidlar, erkin metallar yoki metallmaslarning zarrachalaridan tashkil top-

---

<sup>1</sup> *Liofil kolloidlar* – zarrachalari dispersion muhit bilan kuchli bog'langan, *liofof kolloidlar* – bo'sh bog'langan kolloidlar.

gan, yaxshi solvatlanmaydigan zarrachalardir. Aslida, liofil kolloidlar yuqori molekular moddalarning haqiqiy eritmalaridir. Lekin bu moddalarning molekulari nihoyatda yirik bo'lganligi sababli ularning eritmaları kolloid eritmalariga oid xossalarni namoyon qiladi: ular xuddi kolloid eritmalar kabi yarimo'tkazgich pardalardan o'tmaydi, diffuziya tezligi xuddi kolloid zarrachalarniki kabi kichik, yondan tushgan yorug'lik ularda tarqaladi. Agar eritmada yuqori molekular moddaning konsentratsiyasi ortib borsa, ma'lum bir konsentratsiyaga erishilganidan keyin sistema birdaniga qattiq modda, ya'ni iviq, boshqacha aytganda, gel xossasini namoyon qiladi. Demak, zol gelga aylanib qoladi. Iviq hosil bo'lish jarayoni ba'zi liofob kolloidlarda ham ro'y beradi. Shunday qilib, kolloidlarning liofil va liofob kolloidlarga ajratilishi shartlidir. Liofob kolloidlarning gellari yuqori molekular moddalarning gellaridan shu bilan farq qiladiki, liofob kolloid geli ustiga erituvchi solib qo'yilsa, u gel qaytadan yana zolga aylanmaydi. Shuning uchun liofob kolloidlar qaytmas kolloidlar, liofil kolloidlar esa qaytar kolloidlar ham deyiladi. Liofob kolloidlarga oltin, platina, kumush, oltingurt zollari, metall sulfidlarning gidrozollari kiradi. Liofil kolloidlarga oqsil, jelatina, pepsin va molekular og'irliklari juda katta bo'lgan yuqori molekular moddalarning eritmaları kiradi. Zollar turli-tuman xossalari bilan xarakterlanadi. Kolloid eritmalar o'z zarrachalarining katta-kichikligiga qarab turli rangga ega bo'ladi, masalan, oltinning kolloid eritmasi dispers zarrachalarining katta-kichikligiga qarab ko'k, binafsha, gilosrang va qizilrangga ega bo'ladi. Kolloid eritmalarda haqiqiy eritmalarda kuzatilmaydigan hodisa – Tindal effekti kuzatiladi. Bu hodisa quyidagidan iborat: zol orqali yorug'lik nuri o'tkazib, sistemani yorug'lik nuri yo'nalishiga nisbatan biror burchak ostida qaralsa, yorug'likning sistema ichida tarqalishi tufayli hosil bo'lgan yorug' konusni ko'ramiz. Tindal konusi, ayniqsa, qorong'i joyda yaxshi ko'rinadi. Kolloid eritmalarining muhim xos-salaridan biri shundaki, zolning barcha zarrachalari bir xil ishorali elektr zaryadiga ega bo'ladi. Shuning uchun ham kolloid zarrachalar o'zaro birlashib ketmaydi, aks holda ular tezda eritma tubiga cho'kib ketgan bo'lar edi. Metall sulfidlari, silikat kislota zollarining zarrachalari manfiy zaryadli, metall gidroksid zollarining zarrachalari esa musbat zaryadga ega. Kolloid zarrachalarining manfiy yoki musbat zaryadga ega ekanligining sababi shundaki, kolloid eritmalarining zarrachalari eritmaning manfiy yoki musbat ionlarini adsorbilaydi. Kolloid zarrachalar atrofi adsorbilangan ionlar bilan qurshab olingan. Zarrachaning yadrosi bir



necha ming molekullardan iborat neytral modda bo'lib, uni ionlar qurshab turadi. Yadro va unga adsorbilangan ionlar birgalikda *granula* (yoki kolloid zarracha) deb ataladi. Granula musbat yoki manfiy zaryadga ega bo'lganligi uchun uning atrofida qarshi zaryadli ionlar yig'iladi. Lekin bu ionlar zarrachaga bo'shroq tortilib turadi va dispersion muhitning bir qismini tashkil qiladi. Granula va uning atrofidagi qarshi zaryadli ionlardan iborat sistema *mitsella* deb ataladi. Mitsellani qurshab turgan suyuqlik *intermitselar suyuqlik* deyiladi. Mitsella elektr-neytraldir. Masalan, agar kumush nitrat eritmasiga ortiqcha miqdorda kaliy bromid (KBr) qo'shilsa, zarrachaning yadrosi AlBr dan, granula AlBr va uning adsorbilangan Br ionlaridan iborat bo'ladi. Agar kolloid zarrachalar o'zaro birikib, yirikroq agregatlar hosil qilsa, kolloid eritma koagulyatsiyaga uchraydi. Koagulyatsiyaga uchragan zarrachalarning og'irlik kuchi ta'sirida cho'kishi *sedimentatsiya* deb ataladi. Koagulyatsiyani amalga oshirish uchun zolga elektrolit va zolga teskari zaryadli boshqa zol qo'shish hamda zolni qizdirish kerak. Kolloid eritmalar haqiqiy (chin) eritmalariga nisbatan ko'p uchraydi. Tirik hujayralarning protoplazmalari, qon, oqsil, sut va h. murakkab kolloidlardan, o'simlik va hayvonlarning oziq moddalari ham, ko'pincha, kolloidlardan iborat bo'ladi. Sintetik kauchuk, sun'iy ipak, plastmassa va b. ishlab chiqarish texnologiyasi ham kolloid kimyo yutuqlariga asoslanadi.

## 6.5- §. Kolloidlarning olinish usullari

Kolloid eritmalar bir-biriga qarama-qarshi ikki usul bilan hosil qilinadi:

1. Yirikroq zarrachalarni maydalash.

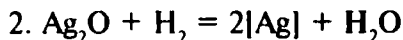
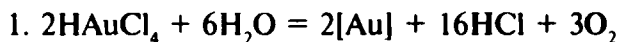
2. Molekula yoki ionlardan yirikroq zarrachalar hosil qilish.

Birinchi usul *dispersatsiya* usuli, ikkinchi usul esa *kondensatsiya* usuli deyiladi. Kolloid eritmalar hosil qilish uchun dispers faza zarrachalarining o'lchamlari 1 mm dan 100 mm gacha bo'ladigan sharoit yaratish kerak.

Bunday zarracha hosil qilishning birinchi sharti: dispers faza moddasi dispersion muhitda mumkin qadar kam eruvchan bo'lishi lozim, ikkinchi sharti, sistemada dispers faza va dispersion muhitdan tashqari, yana uchinchi modda ham bo'lishi kerak. Bu modda kolloid zarrachalar sirtiga yutulib, dispers faza bilan dispersion muhit zarrachalari o'rtasida mustahkam bog'lanishni vujudga keltiradi. Kolloid eritmalarini barqaror qiladigan moddalar *sta-*

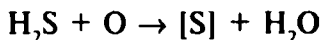
*bilizatorlar* deyiladi. Qattiq jismni maydalash uchun kolloid tegirmon ishlatiladi. Kolloid tegirmon yordami bilan zarrachalarning o'lchami 10 mm dan 100 mm gacha bo'lgan kolloid eritmalar hosil qilish mumkin. Kolloid tegirmonida bo'yoq, oltingugurt, grafit, kvarts va boshqa moddalarning kolloid eritmaları tayyorlanadi. Kolloid tegirmonda tayyorlangan grafit bug' qozonlariga solinganda qozonda quyqa paydo bo'lmaydi. Kolloid oltingugurt tibbiyotda dori sifatida va qishloq xo'jaligida zararkunandalarga qarshi kurashda ishlatiladi. Kolloid eritmalar metallarni elektr yordamida «changlatish», ultratovush yordamida changlatish, fizik kondensatsiya va kimyoviy kondensatsiya usullari bilan ham olinadi. Kimyoviy kondensatsiya usuli kimyoviy reaksiyalar natijasida qiyin eruvchan cho'kmalar hosil bo'lishiga asoslangan. Bu usullar qatoriga qaytarilish, oksidlanish, almashinish, gidroliz va boshqa reaksiyalarga asoslangan usullar kiradi.

*Qaytarish usulida* dispers faza chin eritmadan biror qaytaruvchi modda yordamida qaytariladi, masalan:



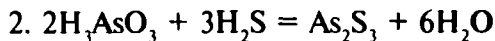
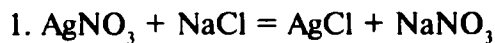
Oltin va kumush zol tarzida hosil bo'ladi. Qaytarish usuli bilan Au, Ag, Pd, Rh, Ru, Os, Hg, Bi, Cu, Te, Se zollari olinadi.

*Oksidlash usulida* molekular eritmani oksidlash yo'li bilan kolloid eritma hosil qilinadi. Masalan:

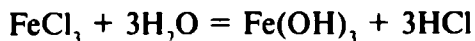


Bu reaksiyada oltingugurt zoli hosil bo'ladi.

*Almashinish usuli* erimaydigan moddalar hosil bo'ladigan ikki-yoqlama almashinish reaksiyalariga asoslanadi:



Gidroliz usuli bilan, ko'pincha, metall gidroksidlarning kolloid eritmaları olinadi. Masalan, qaynab turgan suvga  $\text{FeCl}_3$  eritmasi qo'shilsa,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gidrolizi hosil bo'ladi:



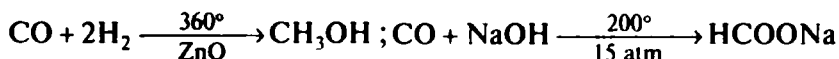
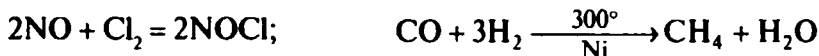


## VII BOB. ANORGANIK BIRIKMALARNING ASOSIY SINFLARI

Kimyoviy elementlar 300 mingdan ortiq anorganik birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalar, asosan, quyidagilarga (4 sinfga) bo'linadi: 1) oksidlar; 2) asoslar; 3) kislotalar; 4) tuzlar.

### 7.1- §. Oksidlar

Elementlarning kislorod bilan hosil qilgan birikmalari *oksidlar* deyiladi. Oksidlarda kislorod bilan birikkan element doimo musbat valentli, kislorod esa manfiy — ikki valentli bo'ladi ( $\text{Fe}_2\text{O}$  dan boshqa birikmalar). Oksidlar kimyoviy xossalariga qarab to'rtga bo'linadi: 1) asosli oksidlar; 2) kislotali oksidlar; 3) amfoter oksidlar (tuz hosil qiluvchi oksidlar); 4) tuz hosil qilmaydigan oksidlar. Masalan,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ . Ko'pchilik hollarda, bu oksidlarni *betaraf (indiferent) oksidlar* ham deyiladi. Lekin bu nomning qo'yilishi haqiqatga to'g'ri kelmaydi, chunki ular har xil kimyoviy reaksiyalarga kirishadi va kimyoviy birikmalar hosil qiladi, masalan:

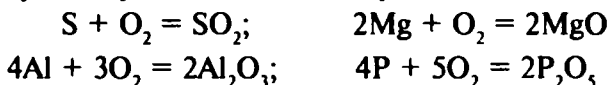


bu reaksiyalarda  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Ni}$  — katalizatorlardir.

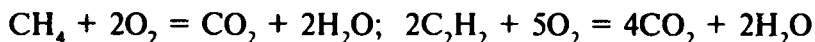
**Oksidlarning nomlanishi.** O'zgarmas valentli element faqat bit-ta oksid hosil qiladi. Oksidning nomini hosil qilishda shu elementning nomi aytilib, oxiriga «oksid» so'zi qo'shiladi. Masalan:  $\text{K}_2\text{O}$  — kaliy oksid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — aluminij oksid va h.k. Agar element o'zgaruvchan valentlik namoyon qilsa, u holda elementning nomi aytilib, so'ngra qavs ichida rim raqami bilan elementning valentligi ko'rsatiladi va oxiriga «oksid» so'zi qo'shiladi. Masalan,  $\text{FeO}$  — temir (II) oksid,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — temir (III) oksid,  $\text{SO}$  — uglerod (II) oksid,  $\text{CO}_2$  — uglerod (IV) oksid va h.k.

**Oksidlarning olinishi.** Oksidlarni quyidagi usullar bilan olish mumkin:

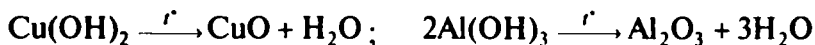
1. Metallarni yoki metallmaslarni kislorod bilan birlashtirish (bu jarayon yonish yoki oksidlanish deyiladi):



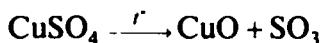
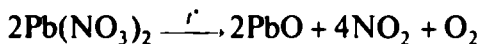
2. Murakkab moddalarni kislorodda yondirish:



3. Hidroksidlarni parchalash:



4. Tuzlarni parchalash:  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2$



**Asosli oksidlar.** Kislotalar bilan yoki kislotali oksidlar bilan o'zaro ta'sir etib, tuz hosil qiladigan oksidlar *asosli oksidlar* deyiladi. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining oksidlari suvda yaxshi eriydi. Masalan:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$  va h.k.

Metall oksidlarning hammasi ham asosli oksidga misol bo'lavermaydi. Ayrim metallar ham kislotali, ham asosli, ham amfoter oksid hosil qilishi mumkin. Masalan:  $\text{CrO}$  – asosli oksid,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – amfoter oksid,  $\text{CrO}_3$  – kislotali oksid;  $\text{MnO}$  – asosli oksid,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  va  $\text{MnO}_2$  – amfoter oksid,  $\text{MnO}_3$  va  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  – kislotali oksid va h.k.

Oksid tarkibida ion bog'lanish kuchsizlanib, kovalent bog'lanish kuchaygan sari oksidning tabiati o'zgarib, avval amfoter, keyin kislotali xossalari namoyon qiladi. Boshqacha aytganda, elementning oksidlovchi xossasi ortishi bilan uning tabiati amfoter yoki kislotali oksid xossasiga o'tib boradi. Masalan:  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  qatorda kislotali xossasi ortib boradi.

**Asosli oksidlarning xossalari.**

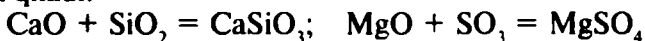
1. Asosli oksidlar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuz va suv hosil qiladi. Masalan:



2. Asosli oksidlar suv bilan o'zaro ta'sir etib, asos hosil qiladi:

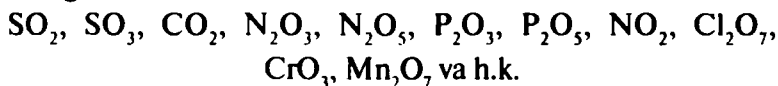


3. Asosli oksidlar kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi:

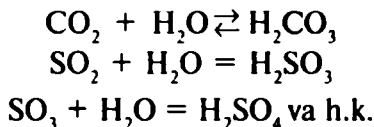


**Kislotali oksidlar.** Asoslar bilan yoki asosli oksidlar bilan o'zaro ta'sir etib, tuzlar hosil qiladigan oksidlar *kislotali oksidlar* deyiladi. Kislotali oksidlar *angidridlar* ham deyiladi. Metallarni va

oksidlovchi xossasi kuchli bo'lgan metallarning oksidlari kislotali oksidlarga misol bo'la oladi:



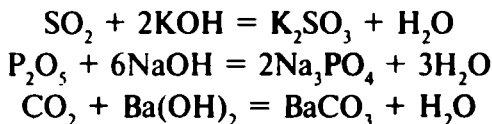
Ko'pchilik kislotali oksidlar suvda erib, o'sha elementning kislorodli kislotasini hosil qiladi. Masalan:



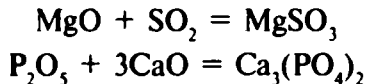
Ba'zi kislotali oksidlar suvda erimaydi. Masalan,  $\text{SiO}_2$ , ammo bu tegishli kislotadan olinadi:  $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

Kislorodli kislotalardan suv ajratib olinsa, kislotali oksid hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan oksid esa *kislotaning angidridi* deyiladi (angidrid so'zi «suvsiz» degan ma'noni bildiradi).

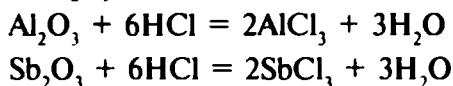
1. Kislotali oksidlar asoslar bilan reaksiyaga kirishib, tuz va suv hosil qiladi.



2. Kislotali oksidlar asosli oksidlar bilan birikib, tuz hosil qiladi:

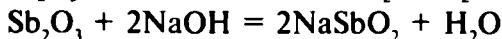
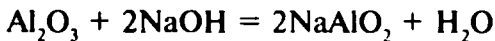


**Amfoter<sup>1</sup> oksidlar.** Kislotalar bilan asosli oksid sifatida, asoslar bilan kislotali oksid sifatida reaksiyaga kirishib, tuz va suv hosil qiladigan oksidlar *amfoter oksidlar* deyiladi. Amfoter oksidlarga quyidagilar misol bo'la oladi:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va h.k. Barcha amfoter oksidlar birdek amfoterlik xossaga ega emas.  $\text{ZnO}$  kislota va ishqorlarda oson eriydi. Demak, bu oksidda kislotali va asosli xossalari bir xilda namoyon bo'ladi.  $\text{SnO}_2$  da kislotali xossasi kuchliroq, asosli xossasi kuchsizroq ifodalanadi. Amfoter oksidlarning amfoter xossasini  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  misolida ko'rib chiqamiz:

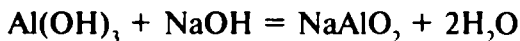
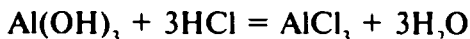


---

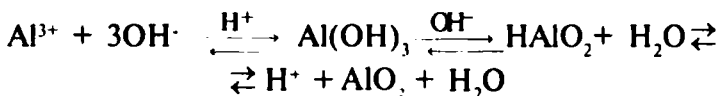
<sup>1</sup> *Amfoter* — kimyoviy elementlarning muhit sharoitiga qarab ba'zan metallik, ba'zan metallmaslik xossalarni namoyon qilish xususiyati.



$\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  xlorid kislota bilan asosli oksid sifatida reaksiyaga kirishib, tuz va suv hosil qiladi. Ishqor bilan esa kislotali oksid sifatida reaksiyaga kirishib, yana tuz va suv hosil qiladi. Amfoter oksidlarning gidroksidlarida ham amfoterlik xossa namoyon bo'ladi:



Bu yerda aluminiy gidroksid  $\text{H}_3\text{AlO}_3$  ko'rinishda reaksiyaga kirishadi.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  kislotali muhitda asos sifatida, asosli muhitda esa kislota sifatida ionlanadi:



## 7.2- §. Kislotalar

*Kislotalar* molekulasidagi vodorod atomi o'rnini metall atomlari olishi natijasida tuz hosil qiladigan murakkab moddalar. Masalan:



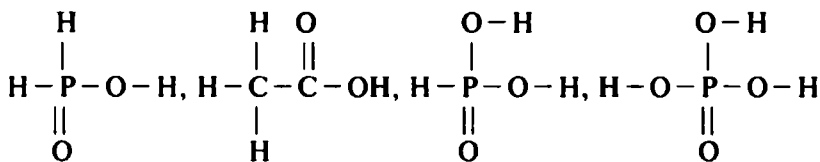
Metallga o'rin beradigan vodorodning soniga qarab, kislotalar har xil negizli bo'ladi. Agar kislota o'z tarkibidagi vodorod atomlaridan bittasini metallga almashtirsa, bunday kislota bir negizli bo'ladi. Masalan:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HClO}_3$ . Agar kislota o'z tarkibidagi vodorod atomining ikkitasini metallga almashtirsa, ikki negizli bo'ladi. Masalan:  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ .

Agar kislota o'z tarkibidagi vodorodning uchtasini metall atomiga almashtirsa, u holda *uch negizli kislota* deyiladi. Masalan:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ .

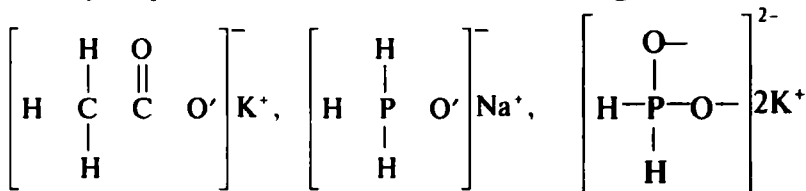
$\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  to'rt negizli kislota, chunki u  $\text{Mg}_2\text{P}_3\text{O}_7$  tarkibli tuz hosil qiladi.

Lekin, ba'zan, kislotalar tarkibidagi barcha vodorod atomlarini metallga almashavermaydi. Masalan,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bir negizli kislota bo'lib, bu yerda karboksil gruppadagi ( $\text{COOH}$ ) vodorod metallga almashadi, xolos. Uning tuzlari:  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$  dir.  $\text{H}_3\text{PO}_3$  tarkibidagi faqat ikkita vodorod atomini metall atomiga

almasha oladi:  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ . Shuning uchun ham bu kislota ikki negizli kislotaldir.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  faqat bittagina vodorod atomini metall atomiga almashtiradi:  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ . Shuning uchun bu kislota bir negizli kislotalar jumlasiga kiradi. Buning sababini kislota molekulasining tuzilish formulasi asosida tushuntirish mumkin:



Bu formuladan ko'rinib turibdiki, faqat kislorod atomi bilan bog'langan vodorod atomigina metallga almashina oladi. Kislota qoldig'i doimo manfiy valentlik namoyon qiladi, u aniondir. Kislota tarkibidagi kislorod bilan bog'langan vodorod esa musbat valentlik namoyon qiladi va kation deb ataladi. U metallga o'rin almashadi:



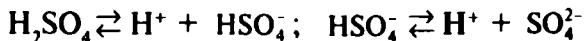
va hokazo.

Suvdagi eritmalarda bir negizli kislotalar bir bosqichda, ko'p negizli kislotalar bir necha bosqichda ionlanadi.

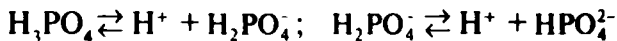
Bir negizli kislota:



ikkin negizli kislota:



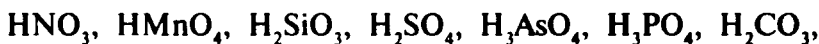
uch negizli kislota:



Kislotalar, asosan, ikki turkumga bo'linadi:

1. Kislorodli kislotalar. 2. Kislorodsiz kislotalar.

1. Agar kislota molekulasi tarkibida kislorod atomlari bor bo'lsa, bunday kislotalar *kislorodli kislotalar* deyiladi. Masalan:



2. Agar kislota molekulasida tarkibida kislorod atomlari bo'lmasa, u holda bunday kislotalar *kislorodsiz kislotalar* deyiladi. Masalan:

HCl, HF, HBr, HI, H<sub>2</sub>S, HCN, HCNS, H<sub>2</sub>Se va h.k.

**Kislotalarning nomlanishi.** Kislorodsiz kislotalarni nomlashda qaysi element kislota hosil qilgan bo'lsa, avval o'sha elementning nomi aytilib, oxiriga «**id**» qo'shimchasi qo'shiladi. Masalan: HCl – xlorid kislota, HF – florid kislota, H<sub>2</sub>Se – selenid kislota, HCN – sianid kislota va h.k.

Kislorodli kislotalarni nomlashda kislotani hosil qilgan metallning lotincha nomi va valentligi asos qilib olinadi. Masalan: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – sulfat kislota, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – sulfit kislota.

Agar kislotani hosil qilgan metallmas to'yinmagan (past) valentlik hosil qilgan bo'lsa, kislota nomi oxiriga «**it**» qo'shimchasi qo'shiladi. Masalan: H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – sulfit kislota, HNO<sub>2</sub> – nitrit kislota, H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> – arsenit kislota.

Agar element faqat bitta kislota hosil qilsa, u holda «**at**» qo'shimchasi qo'shib o'qiladi. Masalan: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – karbonat kislota, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> – silikat kislota va h.k.

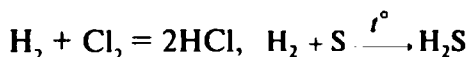
Agar kislotani hosil qilgan metallmas yuqori valentlik namoyon qilsa, u holda ham kislota nomi oxiriga «**at**» qo'shimchasi qo'shib o'qiladi: HNO<sub>3</sub> – nitrat kislota, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – sulfat kislota, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – fosfat kislota, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> – arsenat kislota.

Agar kislota hosil qilgan metallmas ikkidan ortiq kislota hosil qilsa, metallmasning valentligi ortib borishiga qarab «**gipo**», «**it**», «**at**», «**per**» qo'shimchalari qo'shiladi. Masalan: HClO<sub>2</sub> – xlorit kislota, HClO<sub>3</sub> – xlorat kislota, HClO<sub>4</sub> – perxlorat kislota, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> – persulfat kislota, H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> – pirofosfat kislota, HClO – gipoxlorit kislota.

HClO<sub>4</sub> da xlorat kislotalariga qaraganda, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> da esa sulfat kislotalariga qaraganda kislorod atomlarining nisbiy miqdori ko'p bo'lganligi uchun ularning nomi oldiga «**per**» qo'shimchasi qo'shilgan.

**Kislotalarning olinishi.** 1. Kislotali oksidlarga suv ta'sir ettirish:  
N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + H<sub>2</sub>O = 2HNO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 3H<sub>2</sub>O = 2H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

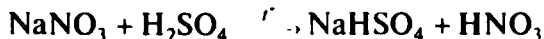
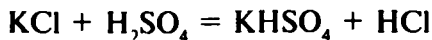
2. Metallmaslarni vodorod bilan birlashtirish:



Bularning suvdagi eritmasi kislotalardir.

3. Tuzlarga boshqa kislota ta'sir ettirish:





**Kislotalarning fizik xossalari.** Kislotalar odatdagi sharoitda suyuq va qattiq moddalar holida bo'lishi mumkin. Masalan: HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH. Bularning hammasi suyuq, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> lar qattiq holatdagi moddalardir. Kislotalarning deyarli hammasi suvda eriydi. Ko'pgina kislotalar terini kuydiradi va nordon mazaga ega. Lekin kislotalarni tatib ko'rish yaramaydi, aks holda kislota kuydirishi va baxtsiz hodisa ro'y berishi mumkin.

**Kislotalarning kimyoviy xossalari.** 1. Kislotalar asoslar bilan reaksiyaga kirishib, tuz 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.

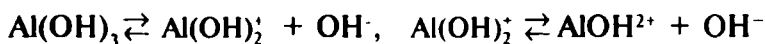
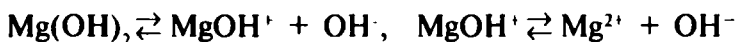
5. Kislodorodli kislotalar qizdirilganda suv bilan anhidridga parchalanadi.

6. Kislotalar lakmusni qizartiradi, metiloranjni pushtirangga kiritadi, fenolftalein esa kislotalarda rangsizligicha qoladi.

### 7.3- §. Asoslar

*Asoslar* – molekulasi metall atomi va bir yoki bir necha gidroksid (OH) gruppadan tashkil topgan murakkab moddalardir. Asoslarda metall atomi doimo musbat valentlik (kation), gidroksil gruppasi esa o'zgarimas manfiy bir valentlik (anion) namoyon qiladi. Gidroksil gruppining soni metallning valentligiga teng bo'ladi. Masalan: Na<sup>+</sup>OH<sup>-</sup>, Mg<sup>2+</sup>(OH)<sub>2</sub><sup>-</sup>, Al<sup>3+</sup>(OH)<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Asoslar, gidroksil gruppining soniga qarab bir yoki bir necha bosqich bilan dissotsilanadi. Masalan:



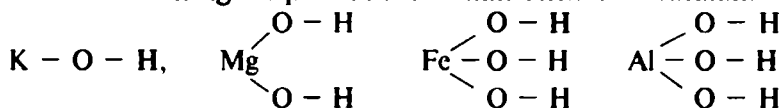
Asoslar ikki turkumga bo'linadi: suvda yaxshi eriydigan va suvda yomon eriydigan asoslar. Ishqoriy metallar va ishqoriy-yer metallarining gidroksidlari suvda yaxshi eriydi va yaxshi dissotsilanadi.

Suvda yaxshi eriydigan asoslar *ishqorlar* deyiladi. Masalan: NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub>. Ular terini o'yadi, shishani, yog'ochni va kiyimni yemiradi. Shuning uchun ham *o'yuvchi ishqorlar* deb yuritiladi. Davriy sistemada I va II gruppning yonaki gruppachasidagi metallarning gidroksidlari, III, IV, V, VI, VII, VIII grupp metallarining gidroksidlari suvda yomon erishi sababli ular *asoslar* deyiladi.

**Asoslarning nomlanishi.** 1. Agar metall bitta gidroksid hosil qilsa, asosni nomlash uchun to'g'ridan to'g'ri metall nomi aytilib, oxiriga «gidroksid» so'zi qo'shiladi. Masalan: NaOH – natriy gidroksid, Ca(OH)<sub>2</sub> – kalsiy gidroksid.

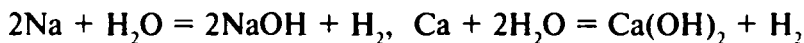
2. Agar metall ikki yoki undan ortiq gidroksid hosil qilsa, asos nomida avval metall nomi aytilib, keyin qavs ichida metallning valentligi rim raqami bilan ko'rsatiladi va oxiriga «gidroksid» so'zi qo'shiladi. Masalan: Fe(OH)<sub>2</sub> – temir (II) gidroksid, Fe(OH)<sub>3</sub> – temir (III) gidroksid.

Asoslarda kislorod atomining bitta valentligi orqali metall bilan, ikkinchi valentligi orqali vodorod bilan birikadi. Masalan:

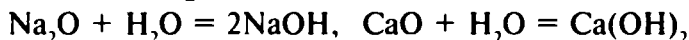


**Asoslarning olinishi.** Asoslar bir necha usullar bilan olinadi:

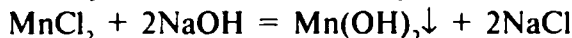
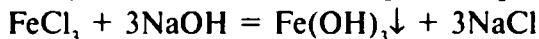
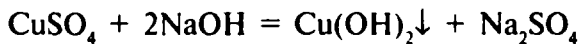
1. Aktiv metallarni suvga ta'sir ettirish:



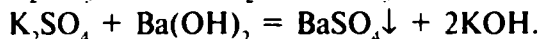
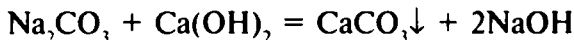
2. Asosli oksidlarga suv ta'sir ettirish:



3. Suvda yomon eriydigan asoslarni olish uchun tuzlarga ishqor ta'sir ettirish:



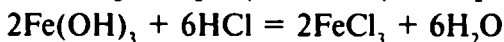
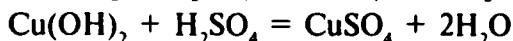
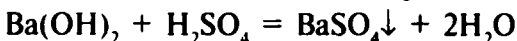
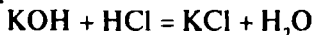
Bu yo'l bilan suvda yaxshi eriydigan asoslarni ham olish mumkin. Uning sharti shuki, hosil bo'layotgan tuz suvda va ishqorda erimasligi kerak. Masalan:



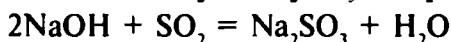
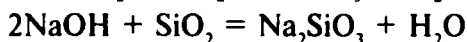
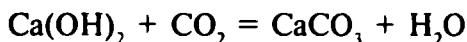
4. Tuzlar eritmasini elektroliz qilib olish. Osh tuzi yoki kaliy xlorid eritmasidan o'zgarmas tok o'tkazilsa, katodda vodorod, anodda xlor ajralib chiqadi. Eritmada esa natriy gidroksid yoki kaliy

gidroksid qoladi. Eritma bug'latilsa, qattiq holdagi NaOH yoki KOH olinadi.

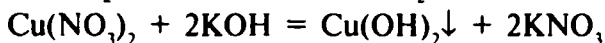
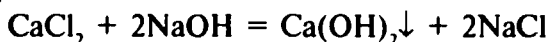
**Asoslarning kimyoviy xossalari.** 1. Suvda yaxshi eriydigan asoslar ham, suvda yomon eriydigan asoslar ham kislotalar bilan ta'sirlashib tuz hosil qiladi:



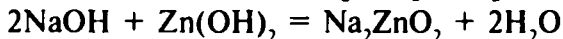
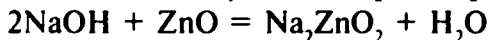
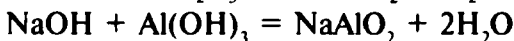
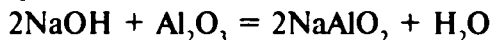
2. Asoslar kislotali oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:



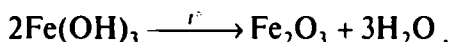
3. Asoslar tuzlar bilan reaksiyaga kirishib yangi tuz va yangi asos hosil qiladi:



4. Asoslar amfoter oksid va amfoter gidroksidlar bilan ta'sirlashib tuz hosil qiladi:



5. Ishqorlar yuqori temperaturaga chidamli bo'ladi. Masalan, NaOH 1400 °C da parchalanmasdan qaynaydi. Asoslarning ko'pchiligi qizdirilganda metall oksidiga va suvga parchalanadi:



6. Asos eritmasiga qizil lakmusli qog'oz tushirsak, u ko'karadi, fenolftalein eritmasidan bir-ikki tomchi tomizsak, eritma pushtiranga kiradi, agar metiloranj eritmasidan tomizsak, eritma sariqranga kiradi.

## 7.4- §. Tuzlar

Molekulasi metall atomi va kislota qoldig'idan tashkil topgan murakkab moddalar *tuzlar* deyiladi.

- Tuzlar molekulasining tarkibiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:
1. O'rta tuzlar.
  2. Nordon tuzlar.
  3. Asosli tuzlar.
  4. Kompleks tuzlar.
  5. Qo'sh tuzlar.

**O'rta tuzlar.** Kislota molekulasidagi vodorod atomlari metallga to'liq o'rin almashinishi yoki asoslar tarkibidagi gidroksil gruppasi kislota qoldig'iga to'liq almashinishi natijasida o'rta tuzlar hosil bo'ladi. Masalan:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ .

Yuqoridagi formulalardan ko'rinib turibdiki, o'rta tuzlar metall kationi bilan kislota qoldig'i anionidan tashkil topgan moddalardir. Shuning uchun ham o'rta tuzlarni atashda metall nomi bilan kislota nomi asos qilib olinadi. Masalan:  $\text{HNO}_3$  – nitrat kislota,  $\text{NaNO}_3$  – natriy nitrat,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  – aluminiy nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  – magniy nitrat,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – fosfat kislota,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  – natriy fosfat,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – kalsiy fosfat,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  – sulfid kislota,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  – natriy sulfid,  $\text{K}_2\text{SO}_3$  – kalsiy sulfid va h.k.

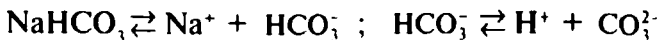
Agar metall bitta kislota bilan ikki yoki bir necha tuz hosil qilsa, bunday tuzlarni atashda avval metall nomi aytilib, qavs ichida rim raqami bilan metallning valentligi ko'rsatiladi, so'ngra kislota nomi aytiladi. Masalan:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – sulfat kislota,  $\text{FeSO}_4$  – temir (II) sulfat,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  – temir (III) sulfat,  $\text{HNO}_3$  – nitrat kislota,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  – temir (II) nitrat,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  – temir (III) nitrat va h.k.

O'rta tuzlar texnik nomlari bilan ham atalishi mumkin. Masalan:  $\text{NaCl}$  – osh tuzi,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – soda,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  – potash,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – mis kuporosi,  $\text{KNO}_3$  – kaliyli selitra,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  – aluminiy achchiqtosh va h.k.

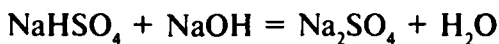
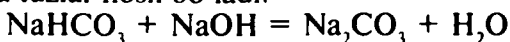
**Nordon tuzlar.** Kislota o'z tarkibidagi metallga o'rin bera oladigan vodorod atomlarining bir qismini metallga almashinishidan hosil bo'lgan mahsulot *nordon tuz* (gidrotuz) deyiladi. Ikki yoki undan ortiq negizli kislotalar nordon tuzlar hosil qiladi. Bir negizli kislotalar esa faqat o'rta tuz hosil qiladi. Quyidagi tuzlar nordon tuzlardir:

$\text{NaHSO}_4$	$\text{KHSO}_4$	$\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$	$\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$
$\text{NaHCO}_3$	$\text{KHCO}_3$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	$\text{CaHPO}_4$

Nordon tuzlar suvdagi eritmalarda ikki xil kation (metall kationi bilan vodorod kationini) va bitta anion (kislota qoldig'i anionini) hosil qilish bilan dissotsilanadi. Masalan:



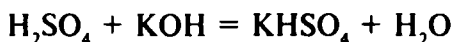
Nordon tuzlardagi vodorod metall atomlariga o'rin bera oladi. Natijada o'rta tuzlar hosil bo'ladi:



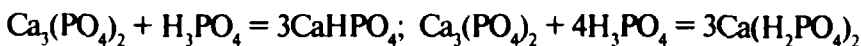
Nordon tuzlar temperatura ta'sirida o'zidan suv ajratib chiqaradi va o'rta tuzga o'tadi:



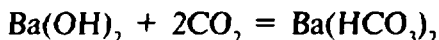
Nordon tuzlar olishning bir necha usullari bor: 1. Kislotaga kam miqdorda ishqor qo'shish:



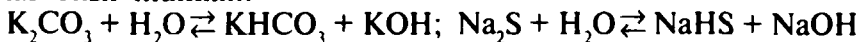
2. Tuzlarga oz miqdorda kislota qo'shish:



3. Asoslarga mo'l miqdorda kislotali oksid ta'sir ettirish:



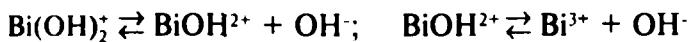
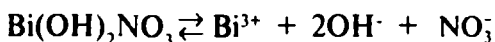
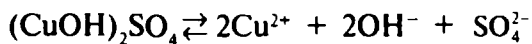
4. Bir valentli metall bilan ikki valentli kislota qoldig'idan hosil bo'lgan tuzlarni gidrolizga uchratish yo'li bilan ham nordon tuzlar olish mumkin:



**Nordon tuzlarning nomlanishi.** Nordon tuzlarni nomlashda o'rta tuzlardagi kabi, avval metall nomi aytilib, keyin «bi» yoki «gidro» qo'shimchasini qo'shgan holda kislota nomi aytiladi. Agar nordon tuz tarkibida vodorod soni ikkita bo'lsa, «gidro» qo'shimchasi «digidro» qo'shimchasi bilan almashtiriladi. Masalan:  $\text{NaHCO}_3$  – natriy bikarbonat yoki natriy gidrokarbonat,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  – kalsiy bikarbonat yoki kalsiy gidrokarbonat,  $\text{CaHPO}_4$  – kalsiy gidrofosfat yoki  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – natriy gidrofosfat,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – natriy digidrofosfat. Kislota tarkibidagi metallga o'rin beradigan vodorod metallga almashgan soniga qarab, tuzlar birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi deb ham ataladi. Masalan:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – birlamchi natriy fosfat,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – ikkilamchi natriy fosfat,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  – uchlamchi natriy fosfat.

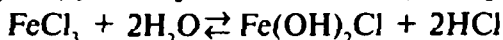
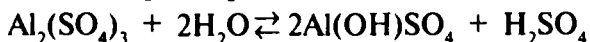
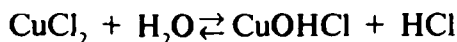
**Gidroksi tuzlar.** Molekulasining tarkibida metall atomi va kislota qoldig'idan tashqari, gidroksil (OH) gruppasi bo'ladigan tuzlar asosli tuzlardir. Masalan:  $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ . Gidroksi tuzlarning asos

tarkibidagi gidroksil gruppning bir qismi kislota qoldig'iga almashinishidan hosil bo'lgan mahsulot, deb ham qarash mumkin. Asosli (gidroksi) tuzlar suvdagi eritmalarda dissotsilanganda metall kationi bilan kislota qoldig'i anionga va gidroksil anioniga ajraladi:

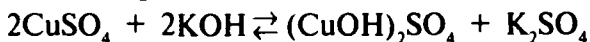
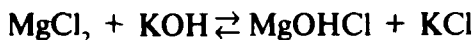


Gidroksi tuzlar suvda yomon eriydi. Ularda metallning valentligi kislota qoldig'i bilan gidroksil grupp valentliklarining yig'indisiga teng bo'ladi.

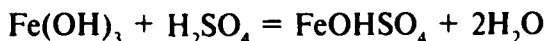
**Gidroksi tuzlarning olinishi.** 1. Gidroksi tuzlar o'rta tuzlarning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lishi mumkin, masalan:



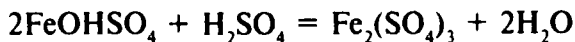
2. O'rta tuzlarning asoslar bilan o'zaro ta'siridan ham gidroksi tuzlar hosil bo'ladi:



3. Asoslar bilan oz miqdordagi kislotalarning o'zaro ta'siridan ham gidroksi tuzlar hosil bo'ladi:



Agar kislota ortiqcha qo'shilsa, hosil bo'lgan gidroksi tuz o'rta tuzga aylanadi:



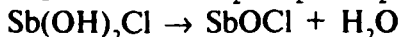
Gidroksi tuzlarni nomlashda, avval, metall nomi aytilib, «gidroksi» so'zi qo'shiladi, so'ngra kislota nomi aytiladi. Agar tuz tarkibida gidroksil grupp soni bittadan ortiq bo'lsa, ular «di», «tri», «tetra» va h.k. qo'shimchalar bilan ko'rsatiladi, masalan:

$\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$  – temir digidroksixlorid,

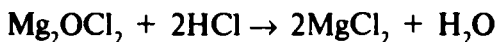
$\text{Ti}(\text{OH})_3\text{Cl}$  – titan trigidroksixlorid,

$\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$  – nikel gidroksinitrat.

Gidroksi tuzlar qizdirilganda yoki umuman vaqt o'tishi bilan tarkibidagi suv molekularini chiqarib, oksituzlarga aylanadi:

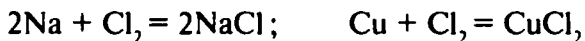


Oksituzlar ham asos xossasini namoyon qiladi. Binobarin, kislota ta'sir ettirib, oksituzlarni o'rta tuzga aylantirish mumkin, masalan:

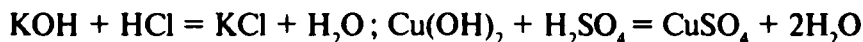


**Tuzlarning olinish usullari.** Tuzlarni olishning bir necha usullari bor. Ulardan eng muhimlarini ko'rib chiqamiz:

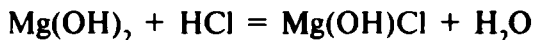
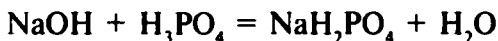
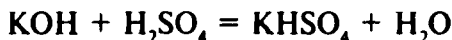
1. Metallarga metallmaslarni ta'sir ettirish:



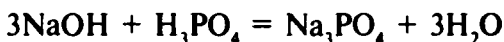
2. Asoslarga kislotalar ta'sir ettirish:



Bu reaksiya *betaraflanish* reaksiyasi deyiladi. Ko'p negizli kislotaga asos ta'sir ettirilgandan qanday turdagi tuzning hosil bo'lishi reaksiya uchun olingan kislota bilan asosning nisbiy miqdorlariga bog'liq bo'ladi. Agar mo'l miqdorda kislota olinsa, nordon tuz hosil bo'ladi:



Reaksiya tenglamasiga muvofiq miqdorda kislota va asos olinsa, o'rta tuzlar hosil bo'ladi:

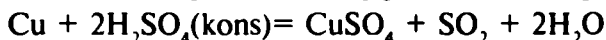
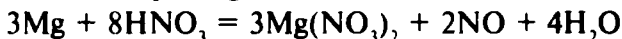


Agar kislota bir negizli bo'lsa, faqat o'rta tuz hosil bo'ladi.

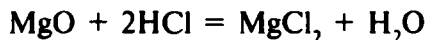
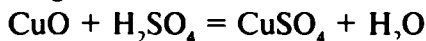
3. Metallga kislota ta'sir ettirish:



Metall bilan kislota orasidagi reaksiyada hamma vaqt ham vodorod ajralib chiqavermaydi. Metallarga kislota ta'sir ettirib, tuz olishda reaksiyaning borishi metall aktivligiga, kislotaning kimyoviy xossalriga, konsentratsiyasiga bog'liq. Oksidlovchilik xossalarga ega bo'lgan kislotalar metallar bilan reaksiyaga kirishganida vodorod chiqmasligi ham mumkin:



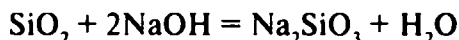
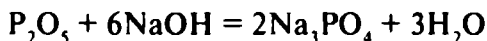
4. Asosli oksidlarga kislotalar ta'sir ettirish:



5. Asosli oksidlarga kislotali oksidlarni ta'sir ettirish:



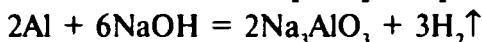
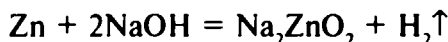
6. Kislotali oksidlarga asoslar ta'sir ettirish:



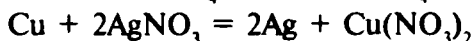
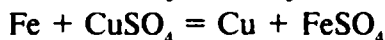
7. Metallmaslarga ishqor ta'sir ettirish. Galogenlarga, oltingurtga va boshqa ba'zi elementlarga ishqorlarni ta'sir ettirib kislotalarning tuzlarini olish mumkin:



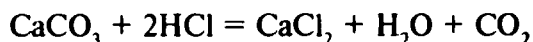
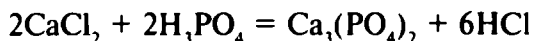
8. Metallarga ishqorlarni ta'sir ettirilganda tuz hosil bo'ladi. Amfoter oksid qiladigan metallarni ishqor bilan qizdirganda vodorod ajralib chiqadi va tuz hosil qiladi:



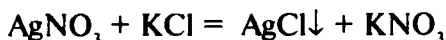
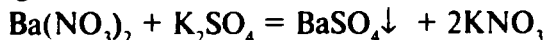
9. Metallarga tuzlar ta'sir ettirib boshqa tuz olish ham mumkin. Metallga tuz ta'sir ettirib, yangi tuz olish uchun ta'sir ettirilayotgan metall tuz tarkibidagi metallga qaraganda aktivroq bo'lishi kerak. Aks holda reaksiya bormaydi:



10. Tuzga kislota ta'sir ettirilganda yangi tuz va yangi kislota hosil bo'ladi. Reaksiyaning borishi uchun olingan kislota kuchliroq yoki kamroq uchuvchan bo'lishi kerak:

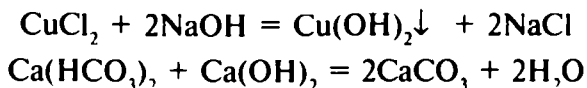


11. Tuzlarga tuzlarni ta'sir ettirib boshqa tuz olinadi. Bu usul ancha keng qo'llaniladigan usullardan biridir. Reaksiya oxirigacha borishi uchun reaksiya natijasida hosil bo'layotgan mahsulotlardan biri cho'kmaga tushishi kerak:

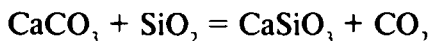


12. Tuzlarga ishqorlar ta'sir ettirilsa, yangi tuz va yangi asos hosil bo'ladi. Mazkur reaksiya, asosan, asoslar olishda va nordon tuzlarni o'rta tuzlarga aylantirishda qo'llaniladi:





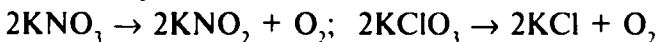
13. Tuzga kislotali oksidlar ta'sir ettirib, boshqa tuz olish:



14. Metallmasning tuz bilan reaksiyaga kirishishidan boshqa tuz olish mumkin:



15. Ba'zi tuzlarni termik (qizdirish ta'siridan) parchalash natijasida ham boshqa tuz olish mumkin:

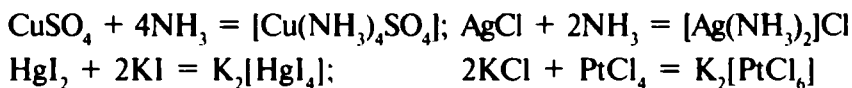


### 7.5- §. Kompleks birikmalar va qo'sh tuzlar

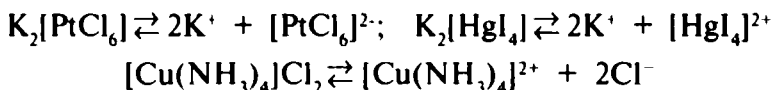
Endi anorganik birikmalar orasida alohida o'rin egallagan va keng tarqalgan kompleks tuzlar va qo'sh tuzlarni qisqacha ko'rib chiqamiz.

**Kompleks tuzlar.** Umuman birikmalarni, shu jumladan, tuzlarni ham atom birikmalar va molekular birikmalarga ajratish mumkin. Atom birikmalarda, ya'ni sodda birikmalarda valentlik qoidasi amal qiladi. Molekular, ya'ni murakkab birikmalarda esa bunday emas, chunki ular ikkita sodda birikmaning o'zaro birikishidan hosil bo'ladi. Shu sababli bunday birikmalarning barqarorlari *kompleks birikmalar* deb ataladi. Kompleks birikmaning molekulasi (yoki ioni) markaziy atomga ega bo'lib, uni bir necha ion yoki molekularlar, ya'ni ligandlar qurshab turadi.

Kompleks tuzlar ham ikki xil tuz molekularining o'zaro birikishidan hosil bo'ladi:



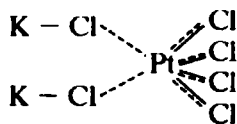
Yuqoridagi formulalardan ko'rinib turibdiki, kompleks birikmalarda ichki va tashqi sfera bo'lar ekan. Markaziy atom bilan ligandlar kompleksning *ichki sferasini*, qolganlari *tashqi sferani* hosil qiladi. Eritmalarda bu birikmalar, birinchi navbatda, ichki sferadagi ion bilan tashqi sferadagi ionlarga ajraladi, ya'ni dissotsilanadi:



Qarama-qarshi zaryadlangan ionlar yoki elektroneytral molekularlarni biriktirib olgan ion *kompleks hosil qiluvchi ion* deyil-

ladi. Yuqorida keltirilgan tenglamalardagi  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pt}^{4+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  ionlar kompleks hosil qiluvchi ionlardir.

Kompleks birikmalar qo'shimcha valentliklar hisobiga hosil bo'ladi. Masalan,  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$  da platina va xlor atomlari asosiy valentligidan tashqari yana qo'shimcha valentliklar namoyon qiladi:



Kompleks tarkibidagi markaziy atom bilan bevosita birikkan ligandlar orasidagi bog'lanishlar soni kompleksning *koordinatsion soni* deb ataladi.

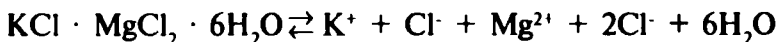
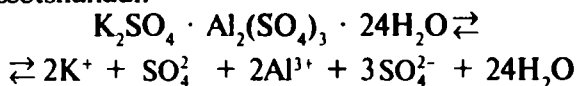
$\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$  da platinaning koordinatsion soni oltiga teng,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  da  $\text{Cu}^{2+}$  ning koordinatsion soni to'rtga teng.

Ko'pchilik kompleks birikmalarning koordinatsion soni 2, 4, 6 ga teng bo'ladi. Koordinatsion soni 8, 10, 12 bo'lgan birikmalar ham bor.

Kompleks birikmalar tabiatda keng tarqalgan. O'simlik organizmidagi xlorofill magniyning kompleks birikmasi, hayvon organizmidagi gemoglobin esa temirning kompleks birikmasidir. Oltin, kumush, platina kabi nodir metallar metallurgiyada kompleks birikmalardan ajratib olinadi. Analitik kimyoda kompleks birikmalar ko'p ishlatiladi.

**Qo'sh tuzlar.** Qo'sh tuzlar ikki xil metall va bitta kislota qoldig'idan tarkib topgan tuzlardir. Masalan:  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$ ,  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ .

Qo'sh tuzlar suvdagi eritmalarda shu tuzni hosil qilgan barcha ionlarga dissotsilanadi:



Qo'sh tuzlarni juda beqaror bog'lanishli birikmalar deb qarash mumkin:



### *Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar*

1. Oksidlarning qanday xillarini bilasiz? Shu oksidlarning formulalarini yozing.

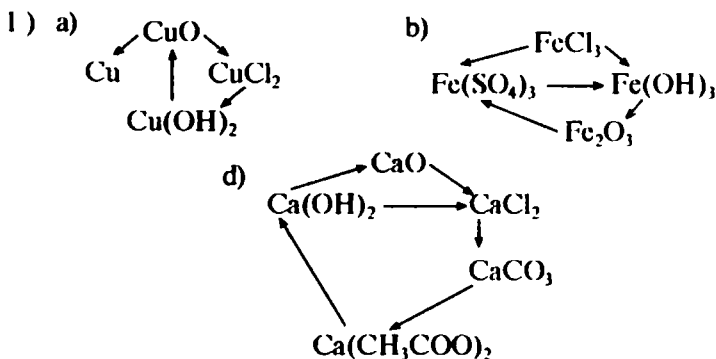
2.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{I}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}_2$  kabi oksidlarda elementning valentligini toping va struktura formulalarini yozing.

3. Oksidlarning olinish usullaridan qaysilarini bilasiz? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

4. a) tuz hosil qilmaydigan, b) asosli, v) kislotali, g) amfoter oksidlarga misollar keltiring.

5. Lakmus qo'shilganda  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  oksidlarning suvdagi eritmalari qanday rangga kiradi?

6. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon beradigan reaksiyalarning tenglamalarini yozing:



2)  $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgO}$ .

7. Quyidagi metallar:  $\text{Na(I)}$ ,  $\text{Ca(II)}$ ,  $\text{Al(III)}$ ,  $\text{Mg(II)}$ ,  $\text{Ba(II)}$ ,  $\text{Cd(II)}$ ,  $\text{Fe(II)}$ ,  $\text{NH}_4^+(\text{I})$ ,  $\text{K(I)}$  (valentligi qavs ichida ko'rsatilgan)dan hosil bo'lgan asoslarning molekular va struktura formulalarini yozing.

8. Asoslarning olinish usullarini aytib bering. Javobingizni reaksiya tenglamalarini yozib izohlang.

9. Nima uchun ko'pchilik metallarning gidroksidlarini suvga metall ta'sir ettirib yoki metall oksidiga suv biriktirish orqali olib bo'lmaydi?

10. Qaysi element har qanday kislota tarkibida albatta bo'ladi?

11.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  larning nomini ayting va struktura formulalarini yozing.

12. Quyidagi kislotalar:  $H_2SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3SbO_4$ ,  $H_3BO_3$ ,  $HPO_3$ ,  $H_4P_2O_7$ ,  $H_3PO_4$  ga: a) qaysi anhidridlar to'g'ri keladi? b) kislota qoldiqlarini aniqlang va ularning valentligini ko'rsating; v) shu kislotalarning kaliyli, natriyli, kalsiyli, aluminiyli, o'rta va nordon tuzlarining formulalarini yozing.

13. a) o'rta, b) nordon, v) asosli, g) qo'sh, d) kompleks tuzlarga misollar keltiring.

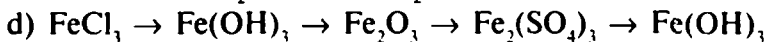
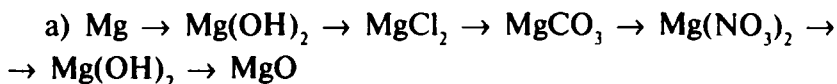
14. Quyidagi metallarning Na, K, Ca, Fe, Zn, Al, Mn, Pb, Cu, Mg, Ba, Cd, Cr, Sr xlorid, nitrat, sulfat, karbonat, fosfat kislotalar bilan hosil qiladigan o'rta tuzlarining formulalarini yozing.

15. Quyidagi tuzlar:  $KHSO_4$ ,  $KHCO_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $NaHCO_3$ ,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $Na_3PO_4$ ,  $NaH_2PO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $Fe(NO_3)_3$  ning: a) nomlarini ayting; b) struktura formulalarini yozing; v) tarkibidagi kislota qoldiqlarini va ularning valentliklarini ko'rsating.

16. Nomlari yozilmagan beshta idishda ammoniyli, kaliyli, natriyli, kalsiyli, magniyli o'g'itlar berilgan. Ularni bir xil (qanday) kislota tuzlari ekanligini va qaysi idishda qanday o'g'it borligini aniqlang.

17. Laboratoriyada temir metali, xlorid kislota, o'yuvchi natriy, marmar, mis oksidi bor. Shulardan 12 ta yangi modda hosil qilsa bo'ladimi? Javobingizni reaksiya tenglamalarini yozib isbotlang.

18. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon beradigan reaksiyalarning tenglamalarini yozing:



19. Oddiy moddalarni vodorod bilan birlashtirib, qaysi kislotalarni olish mumkin? Bu kislotalarning qoldiqlarini aniqlab, valentligini ko'rsating. Mazkur kislotalarning kaliy, natriy, kalsiy, magniy, temir, mis, rux va aluminiyli o'rta hamda nordon tuzlarining formulalarini yozing.

20. Quyidagi oksidlarga suv qo'shilganda qaysi kislotalar hosil bo'ladi? Bu kislotalarning ionlanishini hamda struktura formulasini yozing:  $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $P_2O_5$ ,  $P_2O_3$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $CrO_3$ ,  $Mn_2O_7$ .



## 8.1- §. Vodorod

**Vodorodning tabiatda uchrashi.** Vodorod tabiatda erkin holda va birikmalar holida uchraydi. Erkin holda asosan, oz miqdorda atmosferaning yuqori qatlamlarida, vulkan gazlari, neft gazlari va boshqa tabiiy gazlar tarkibida bo'ladi. Vodorod birikmalar holida suv, turli minerallar va har xil organik birikmalar tarkibida uchraydi. Vodorod og'irlik jihatidan Yer po'stlog'ining 1% ini tashkil qiladi; Yer po'stlog'i tarkibidagi barcha elementlar atomlarini 100% desak, uning 17 foizini vodorod atomlari tashkil qiladi.

**Vodorodning fizik xossalari.** Vodorod rangsiz, hidsiz va mazasiz gaz bo'lib, uning atom og'irligi 1,008 ga, molekular og'irligi 2,016 ga teng. Vodorod havodan 14,5 marta yengil. 100 hajm suvda 2 hajm vodorod eriydi, vodorodning suyuqlikka aylanish temperaturasi – 259 °C, qaynash harorati esa – 253 °C. Vodorod boshqa gazlarga qaraganda issiqlikni yaxshi o'tkazadi va qiyin suyuqlanadi.

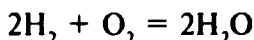
**Vodorodning kimyoviy xossalari.** Vodorod o'zining yagona elektronini boshqa elementlarning atomlariga berib, musbat — bir zaryadli ion hosil qiladi:



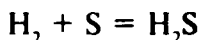
Demak, u birikmalarda -I va +I valentlik namoyon qiladi. Vodorod molekulasini o'zaro mahkam bog'langan ikki vodorod atomidan tarkib topgan. Shuning uchun vodorod odatdagi sharoitda ancha inert bo'lib, yuqori temperaturada ko'pgina elementlar bilan birikadi. Vodorod odatdagi temperaturada faqat fluor va xlor bilan (yorug'lik ta'sirida) birikadi:



Vodorod kislorodda yonadi. Vodorod-kislorod alangasining temperaturasi 3000 °C ga yetadi. Ikki hajm vodorod bilan bir hajm kislorod aralashmasi *qaldiroq gaz* deyiladi. Bunday aralashma alangaga tutilganda kuchli portlaydi. Bunda quyidagicha reaksiya sodir bo'ladi:



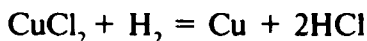
Suyuqlantirilgan oltingugurt ustidan vodorod o'tkazilsa, vodorod sulfid gazi hosil bo'ladi:



Yuqori temperaturada vodorod ko'pchilik metall oksidlaridan kislorodni tortib olib, qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi. Masalan:

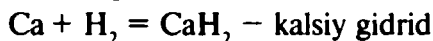
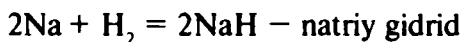


Mis (II) xlorid tuziga vodorod yuborsak, vodorod mis (II) xlorid tarkibidagi xlorni tortib oladi:



Vodorodning bu xossasidan metallarni birikmalaridan ajratib olishda foydalaniladi.

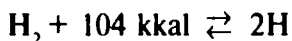
Vodorod yuqori temperaturada ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan birikib, gidridlar hosil qiladi, masalan:



Ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining gidridlari ionli gidridlar jumlasiga kiradi, chunki ular tarkibida manfiy zaryadlangan vodorod ionlari bo'ladi, deb faraz qilinadi. Bunday gidridlar suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, erkin vodorod ajratib chiqaradi:

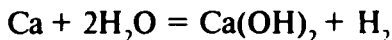
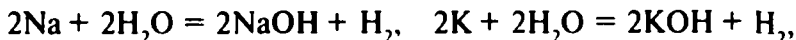


Mis, xrom hamda VIII gruppada metallari o'zida vodorodni eritadi, lekin vodorod bilan birikma hosil qilmaydi. Vodorod tarkibida qo'shbog' bo'lgan organik moddalar (etilen, atsetilen, benzol, diyen uglevodorodlar va benzol) bilan nikel katalizatori ishtirokida birikish reaksiyasiga kirishadi. Vodorod atom holida (ya'ni, «ajralib chiqish paytida») aktiv bo'ladi. Atomar vodorod, azot, fosfor, oltingugurt kabi elementlar bilan odatdagi temperatura-dayoq birikadi. Molekula holidagi vodorodni reaksiyaga kiritishda molekulani atomlarga ajratish uchun ko'p issiqlik sarflash lozim:

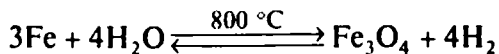


**Vodorodning olinishi.** Vodorod laboratoriya sharoitida quyidagi usullar bilan olinadi:

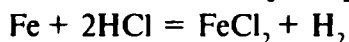
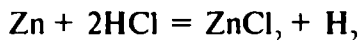
1) *suvga faol metallar ta'sir ettirish.* Ishqoriy va ishqoriy-yer metallaridan natriy, kaliy, litiy, kalsiy odatdagi temperaturada suvdan vodorodni shiddatli siqib chiqaradi, masalan:



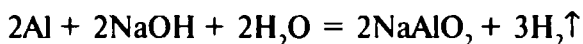
Boshqa metallar ham suvdan vodorodni siqib chiqarishi mumkin, lekin unday reaksiyalar ancha yuqori temperaturada sodir bo'ladi:



2) faollik qatorida *vodoroddan oldin turadigan metallarga kislotaga ta'sir ettirish*. Rux, temir kabi metallarga kislotaga ta'sir ettirilsa, vodorod ajralib chiqadi:



3) *gidroksidi amfoter xossaga ega bo'lgan metallarga ishqor eritmasi ta'sir ettirib* ham vodorod olish mumkin. Masalan, o'yuvchi natriy eritmasiga rux yoki aluminiy bo'lakchalari solib qizdirilsa, vodorod ajralib chiqadi:



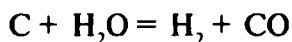
Texnikada vodorod quyidagi usullar bilan olinadi:

1) toza vodorod *suvni elektroliz qilib* olinadi. Toza suv o'zidan elektr tokini yaxshi o'tkazmaydi. Suvning elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun unga oz miqdorda o'yuvchi natriy yoki sulfat kislotaga qo'shiladi. Suvdan elektr toki o'tkazilganda suv parchalanadi: katodda vodorod, anodda kislorod ajralib chiqadi;

2) KCl, NaCl ning suvdagi eritmalarini elektroliz qilib, o'yuvchi natriy va o'yuvchi kaliy olishda ham vodorod ajralib chiqishi mumkin;

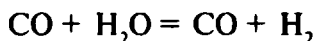
3) konversiya usuli. Konversiya usuli bilan vodorod olish bir qancha bosqichlardan iborat:

a) ko'mir cho'g'i ustidan suv bug'i o'tkazib,  $\text{H}_2$  va CO aralashmasi olinadi:



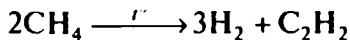
Bu aralashma *suv gazi* deb ataladi. Bu yonuvchan moddadir;

b) vodorodni is gazi – CO dan tozalash uchun aralashmaga yana suv bug'i qo'shib, uning ustidan qizdirilgan temir (III) oksid o'tkaziladi. Bu vaqtda is gazi temir (III) oksid katalizatori ishtirokida suvdan kislorodni tortib olib karbonat angidridga aylanadi:



d) endi vodorodni karbonat angidriddan tozalash uchun aralashma 20 atm bosim ostida suv orqali o'tkaziladi: karbonat angidrid suvda eriydi, vodorod esa toza holda ajralib chiqadi,

e) tabiiy gaz (metanni) Navoiy va Chirchiq kombinatlarida yuqori temperaturada va katalizator ishtirokida konversiyaga uchratib vodorod olinadi:



**Vodorodning ishlatilishi.** Vodorod metil spirt olishda, suyuqlanish temperaturasi yuqori bo'lgan metallarni oksidlaridan ajratib olishda, ammiak sintez qilishda, suyuq yog'larni qattiq yog'larga aylantirishda, ko'mirni gidrogenlab sun'iy yoqilg'i olishda, yuqori temperaturalar hosil qilishda, metallarni qirqishda ishlatiladi.

## 8.2- §. Suv

Suv tabiatda eng ko'p tarqalgan murakkab modda. Uni vodorodning oksidi deyish mumkin. Og'irlik jihatdan suvda 11,2% vodorod va 88,8% kislorod bor. Okean, dengiz, daryo va ko'llar Yer po'stlog'ining 3/4 qismini tashkil qiladi.

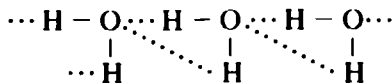
Tabiiy suv hech qachon toza bo'lmaydi. Uning tarkibida qattiq, suyuq va gazsimon moddalar erigan holda, shuningdek, suvda erimaydigan moddalar (loy va b.) muallaq holda bo'ladi.

Suvda erigan ba'zi moddalar suvga shifobaxsh xossalar beradi, ba'zilar suvning mazasini, ba'zilar hidini yaxshilaydi. Ba'zi moddalar (masalan, osh tuzi, natriy sulfat va h.) tabiiy suvda shu qadar ko'pki, ko'l va dengizlar bu moddalarning koni hisoblanadi. Masalan, okean suvida 3,5% osh tuzi uchraydi. Tabiiy suvlar ichida eng tozasi yong'ir suvi bo'lib, unda oz miqdorda ammoniy nitrat uchraydi; bu tuz momaqaldiroq vaqtida hosil bo'ladigan moddalardan klib chiqadi.

**Suv molekulasining tuzilishi.** Suv molekulasini ikki atom vodorod va bir atom kisloroddan tarkib topgan. Suv molekulasining elektron formulasini  $\begin{matrix} \text{H} \\ \vdots \\ \text{O} : \text{H} \end{matrix}$  shaklda tasvirlash mumkin. Vodorod va

kislorod atomlari orasidagi elektron juftlar kislorod atomiga yaqinroq, vodorod atomlaridan uzoqroq joylashgan. Binobarin, suv molekulasini asimmetrik tuzilgan bo'lib, unda musbat va manfiy zaryadlarning og'irlik markazlari bir nuqtada yotmaydi. Shu sababli suv molekulasini qutbli molekula yoki dipoldir. Suv molekulasidagi musbat qutb boshqa molekulaning manfiy qutbiga tortilishi sababli ular o'zaro birlashib  $(\text{H}_2\text{O})_3$ ,  $(\text{H}_2\text{O})_2$ ,  $(\text{H}_2\text{O})_4$  va hatto  $(\text{H}_2\text{O})_8$  tarkibli polimer zarrachalar hosil qiladi. Bu hodisa suvning *assotsilanishi* deyiladi.  $(\text{H}_2\text{O})_3$ ,  $(\text{H}_2\text{O})_4$  va  $(\text{H}_2\text{O})_8$  tarkibli zarrachalar 0 °C ga yaqin temperaturalarda mavjud bo'lib, suv qizdirilganda oddiyroq zarrachalarga parchalanadi.  $(\text{H}_2\text{O})_2$  tarkibli zarrachalar esa hatto qaynoq (100 °C li) suvda ham, suv bug'i tarkibida ham uchraydi. Suv molekularining polimerlanish jarayoni vodorod bog'lanish hosil bo'lishi bilan izohlanadi:

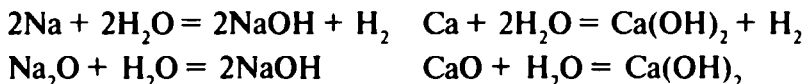




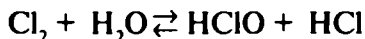
Bu sxemadan ko'ramizki, suvning har qaysi molekulasi to'rtta vodorod bog'lanishga ega. Suv zichligining  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  da eng katta bo'lishi, undan yuqorida ham, pastda ham  $1\text{ m/sm}^3$  dan kichikligi, suv issiqlik sig'imining barcha moddalar issiqlik sig'imidan kattaligi va muz zichligining suv zichligidan kichikligi – suv molekularida polimerlanish xususiyati borligi bilan tushuntiriladi.

**Suvning xossalari.** Toza suv hidsiz, mazasiz suyuqlik, uning yupqa qavati rangsiz, lekin qalin qavati havorang tusga ega. Suv  $1\text{ atm}$  bosimda  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  da muzlaydi,  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi. Suv har qanday temperaturada ham bug'lanadi.

Suv kimyoviy jihatdan deyarli faol modda. U oddiy temperaturadayoq ba'zi moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallar va ularning oksidlari suv bilan reaksiyaga kirishib, gidroksidlar hosil qiladi, masalan:



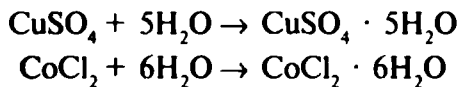
Suv metallmaslar bilan ham reaksiyaga kirishadi. Masalan, xlor suvda eriganda gipoxlorit va xlorid kislotalar hosil bo'ladi:



Metallmaslarning oksidlari suv bilan birikib, kislotalar hosil qiladi, masalan:



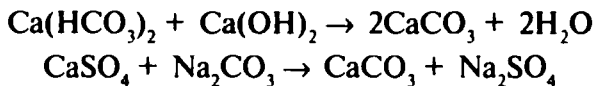
Suv ba'zi moddalar bilan birikib, kristallgidratlar hosil qiladi:



Suv ba'zi reaksiyalarda katalizator vazifasini o'taydi. U issiqqa nihoyatda chidamli modda. Suv bug'i  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirilganida  $1,8\%$  parchalanadi.  $2700\text{ }^{\circ}\text{C}$  da suvning faqat  $11\%$  parchalanib, vodorod va kislorod hosil qiladi,  $89\%$  esa parchalanmay qoladi. Suv nihoyatda kuchsiz elektrolit.

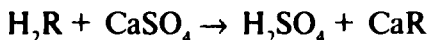
**Suvning ahamiyati.** Suv hayot uchun eng zaruriy modda. Suvning issiqlik sig'imi boshqa moddalarnikiga qaraganda ancha katta bo'lganidan u tezda isib ham, sovib ham ketmaydi. U o'zidagi issiqlikni tevarak-atrofga tarqatib, yerdagi iqlimga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Suv — texnikaning turli sohalarida erituvchi sifatida, ba'zi kimyoviy reaksiyalar uchun reagent sifatida ishlatiladi.

Ichish va boshqa maqsadlar uchun suvni tozalash talab qilindi. Suv, birinchidan, qum va shag'al qavatlaridan o'tkazish yo'li bilan muallaq moddalardan tozalanadi; ikkinchidan, suvni erigan moddalardan tozalash uchun kimyoviy usullardan foydalaniladi, masalan:

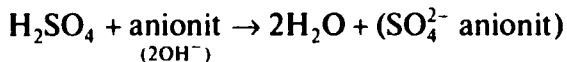


Suvda bo'lgan mayda zarrachalardan (loy, mikroorganizmlar) suvni tozalash uchun suvga aluminiy tuzlari qo'shiladi. Bu tuzlar suvdagi elektrolitlar bilan reaksiyaga kirishib va gidrolizlanib, aluminiy gidroksidning yopishqoq cho'kmasini hosil qiladi. Bu modda cho'kkanida, suvda bo'lgan mayda-mayda muallaq zarrachalarni va bakteriyalarni o'zi bilan birga idish tubiga olib tushadi. Katta tindirgichlarda tinitilgan suvga xlor, ozon qo'shib yoki ultrabinafsha nurlar ta'sir ettirib, suvdagi mikroblar yo'qotiladi. Shunday tartibda tozalangan suv vodoprovod quvurlari orqali aholiga beriladi. Bug' qozonlar uchun zarur bo'lgan suv yanada yaxshiroq (ayniqsa, tuzlardan) tozalanadi. Ilmiy maqsadlar uchun kvars, qalay yoki kumushdan yasalgan asboblarda suvni haydab, uning bug'i qaytadan suyuqlikka aylantiriladi va sof holdagi suv tayyorlanadi.

Tarkibida kalsiy va magniy sulfatlari bor suv *qattiq suv* deyiladi. Suvni bunday tuzlardan tozalash uchun keyingi yillarda *ionitlar* keng qo'llanilmoqda. Agar suv kation to'ldirilgan nay orqali o'tkazilsa, suvdagi kalsiy, magniy, temir kabilarning sulfatlari boshqa birikmalarga aylanadi:



bu yerda  $\text{H}_2\text{R}$  – vodorod ioniga ega bo'lgan kation.  $\text{CaR}$  – o'zidagi vodorod ionlarini kalsiy ionlariga almashtirishdan hosil bo'lgan kationit (bu modda nayda qoladi). Shu yo'l bilan kationlardan tozalangan suvda kislotalar bo'ladi. Suvni bu kislotalardan tozalash uchun anionit to'ldirilgan nay orqali o'tkaziladi. Anionit ishqoriy tabiatga ega bo'lgani uchun suvdagi kislotani o'ziga qo'shib oladi:



Kationit va anionit orqali o'tkazilgan suv barcha ionlardan batamom tozalanadi.



### 9.1- §. Galogenlar gruppasiga umumiy tavsif

Galogenlar davriy sistemaning VII gruppasining bosh guruh-pachasi elementlaridan iborat. Ftor, xlor, brom, yod tabiatda uchraydi. Astat esa tabiatda uchramaydi. U faqat sun'iy yo'l bilan hosil qilinadi. Astatning 19 izotopi ma'lum, lekin hammasi ham beqaror, radioaktiv. Eng barqarori astatning 210-izotopidir.  $^{210}\text{At}$  ning yarim yemirilish davri 8,3 soat. Astat oz miqdorda olingani uchun hali to'liq o'rganilmagan. «Galogen» so'zi lotincha so'z bo'lib, «tuz tug'diruvchi» demakdir. Galogenlar atomining tashqi qavatida yettitadan elektron ( $s^2p^5$  elektronlar) bor. Barqaror elektron qavat hosil qilishi uchun bitta elektron yetishmaydi. Galogen atomi bir elektron qabul qilganida manfiy zaryadli ionga aylanadi. Ftordan astatga o'tgan sayin galogenlarning elektron qavati soni ortib boradi. Natijada atom radiusi kattalashib, sirtqi qavatdagi elektronlarning yadroga tortilishi zaiflashib boradi.

Sirtqi elektronlarning yadro bilan bog'lanishi zaiflashgan sari, elementning metallmaslik xossasi kamayib, metallik xossasi ortadi. Eng faol metallmas — ftordir. Shuning uchun ham ftor, hatto kislorod bilan hosil qilgan birikmasida ham manfiy bir valentlidir. Ftordan boshlab galogenlar ma'lum sharoitda kislorodli birikmalarida yoki o'zaro birikkanda sirtqi qavatdagi  $S^2P^5$  valent elektronlarini yo'qotib, musbat valentlik holatga aylanadi. Xlor bilan yodning eng yuqori musbat valentligi yetti  $\text{E}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ;  $\text{I}_2\text{O}_7$ ;  $\text{HClO}_4$ ), bromniki besh  $\text{NaBrO}_3$  bo'lishi mumkin.

Ftordan astatga o'tgan sari galogenlarning oksidlovchilik xossasi kamayib, qaytaruvchilik xossasi ortib boradi.

Galogenlarning reaksiyaga kirishish xususiyati F, Cl, Br, I qatorida kuchsizlanib boradi. Ftor barcha birikmalardan xlor, brom, yodning (HI, KI kabi) vodorodli birikmalaridan va metall tuzlaridan siqib chiqaradi. Xlor esa bromni hamda yodni, brom yodni siqib chiqaradi.

### 9.2- §. Xlor

**Xlorning tabiatda uchrashi.** Xlor faol element bo'lganligi uchun tabiatda erkin holda uchramaydi. Xlorning tabiatda uchraydigan asosiy birikmalari  $\text{NaCl}$  — osh tuzi,  $\text{KCl}$  — silvin va  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$

·  $6\text{H}_2\text{O}$  – karnallitdir. Tuz konida osh tuzi bilan bir qatorda silvin va karnallit tuzlari ham bo'ladi. Osh tuzining asosiy konlari Donbasda, Janubiy Uralda, Orenburg shahri yonida, Kavkazda; O'rta Osiyoda va Qozog'istondadir.

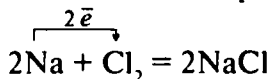
Osh tuzi suvda yaxshi erigani uchun ko'llarda, dengizlarda ko'proq to'plangan. Dengiz suvlarida 3,5% osh tuzi bo'ladi. Ko'llarda esa 26%.

Xlorning oltita izotopi bor: tabiiy xlor  $\text{Cl}^{35}$  (75,53%) va  $\text{Cl}^{37}$  (24,7%) dan iborat. Qolgan izotoplari  $\text{Cl}^{36}$ ,  $\text{Cl}^{38}$ ,  $\text{Cl}^{39}$ ,  $\text{Cl}^{40}$  lar radioaktivdir.

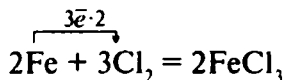
Xlorni birinchi bo'lib 1774-yilda Sheyelye topgan.

**Xlorning fizik xossalari.** Oddiy sharoitda xlor och sabzarangli, o'tkir hidli va zaharli gaz. Xlor havodan 2,5 marta og'ir. Atmosfera bosimida sovitilganda xlor —  $34^\circ\text{C}$  da, 4 atm bosimda esa  $0^\circ\text{C}$  da suyuq holatga o'tadi. Suyuq xlor bosim ostida po'lat ballonlarda saqlanadi. Suyuq xlorning solishtirma og'irligi  $d = 1,47 \text{ g/sm}^3$ , suyuq xlor —  $34^\circ\text{C}$  da qaynab,  $-101^\circ\text{C}$  da qotadi. 1 hajm suvda uy temperaturasida 3 hajm gaz holdagi xlor eriydi. Agar bu eritma  $-8^\circ\text{C}$  gacha sovitilsa,  $\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  tarkibli rangsiz kristallar ajralib chiqadi. Xlor organik moddalarda, ayniqsa, uglerod (IV) xloridida yaxshi eriydi.

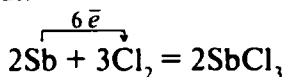
**Xlorning kimyoviy xossalari.** Xlor eng faol metallmaslar jumlasiga kiradi. Xlor kislorod, azot, uglerod va iridiydan boshqa barcha elementlar bilan bevosita birikadi. Azot, uglerod, kislorod, iridiy bilan hosil qiladigan birikmalari bilvosita yo'llar bilan olinadi. Inert gazlar bilan xlor reaksiyaga kirishmaydi. Quruq holatdagi xlorning faolligi nam holdagi xlornikiga qaraganda kam bo'ladi. Xlorning tashqi elektron qavatida 7 ta elektron bo'lgani uchun kimyoviy birikmalar hosil qilganda xlor bir elektron qabul qilib manfiy bir valentlik yoki 1, 3, 5, 7 elektron chiqarib, musbat 1, 3, 4, 5, 6, 7 valentlik namoyon qiladi. Ko'pgina oddiy moddalar, masalan, natriy, mis, temir, qalay, surma, fosfor kabilar xlorda yonadi. Suyuqlantirilgan natriy xlor yig'ilgan idishga tushirilsa, natriy yonib, natriy xlorid tuzini hosil qiladi:



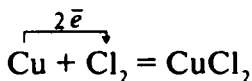
Kukun holdagi temirni qizdirib, xlorli idishga tushirsak, temir yonib, temir (III) xlorid tuzini hosil qiladi:



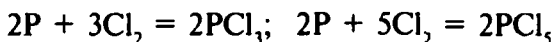
Agar maydalangan surma kukunini xlorli idishga sepsak, surma ko'zni qamashtiradigan alanga chiqarib yonadi va idish ichi og'ir oq tutunga to'ladi:



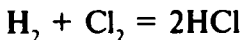
Ingichka mis simni qizdirib, xlor yig'ilgan idishga tushirsak, mis sim yonib, mis (II) xlorid tuzini hosil qiladi:



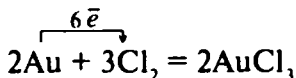
Qizdirilgan fosfor xlorda yonib, fosfor (III) xlorid va fosfor (V) xlorid hosil qiladi:



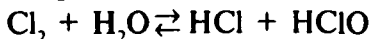
Vodorod xlorda yonib, vodorod xloridga aylanadi:



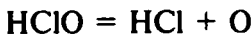
Agar vodorod va xlor gazlarining baravar hajmda aralashirilgan aralashmasiga gugurt chaqilsa yoki quyosh nuri ta'sir qilsa, xlorning vodorod bilan birikish reaksiyasida portlash sodir bo'ladi. Og'ir metallar xlor bilan juda sust birikadi. Sekin bo'lsa ham xlor, hatto, oltin bilan ham reaksiyaga kirishadi:



Xlor suvda eritilganda suv bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi va ikki xil kislota hosil qiladi:

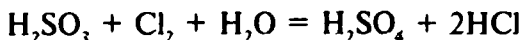
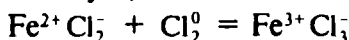


Hosil bo'lgan HClO – gipoxlorit kislota beqaror bo'lib, qorong'ida ham asta-sekin parchalanadi:



Quyosh nuri ta'sirida bu reaksiya juda tez boradi. Hatto eritmadan kislorod mayda pufakchalar holida chiqishini ko'rish mumkin.

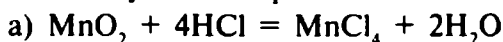
Xlor organik moddalar bilan ham juda oson reaksiyaga kirishadi va xlorli organik birikmalar hosil qiladi. Xlor murakkab moddalarni ham oksidlaydi, masalan:



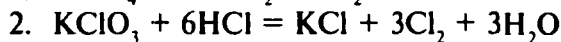
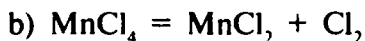
**Xlorning olinishi.** Laboratoriyada xlor har xil oksidlovchilarga konsentrlangan xlorid kislota ta'sir etib olinadi. Masalan:



Bu reaksiya ikki bosqichda boradi:



$\text{MnCl}_4$  – beqaror modda bo'lganligi uchun darhol parchalanadi:



### Galogenlar gruppachasi elementlarining xossalari

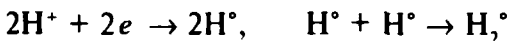
№	Xossalari	F	Cl	Br	J	At
1	Tartib raqami	9	17	35	53	85
2	Ion radiusi, Å	1,33	1,81	1,96	2,20	—
3	Atom radiusi, Å	0,71	1,00	1,14	1,33	—
4	Qaynash temperaturasi, C°	-187,9	-34,0	+58,8	+184,5	—
5	Suyuqlanish temperaturasi, C°	-220	-101,0	-7,3	+114	—
6	Nisbiy elektromanfiyligi	4,1	2,83	2,74	2,21	1,90
7	Atomning ionlanish energiyasi, EB	17,42	12,97	11,84	10,45	9,2
8	Solishtirma massasi, g/sm <sup>3</sup>	1,1 (suyuq holda)	1,57 (suyuq holda)	3,12 (suyuq)	4,93	
9	Rangi	ko'kimtir sariq	sarg'ish yashil	to'q qo'ng'ir	to'q kulrang yaltirok	
10	Molekulaning dissotsilanish energiyasi (x·4,18 kJ/mol)	38	58	46	36	—
11	Birikmalardagi oksidlanish darajasi	-1	+1, -1 +3, +5 +7	+1, -1 +3, +5 +7	+1, -1 +3, +5 +7	+1, -1 +3, +5 +7

5. Sanoatda xlor osh tuzining konsentrlangan eritmasini elektroliz qilib olinadi. Elektroliz vaqtida quyidagi jarayonlar yuz beradi:

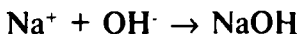
1) anodda xlor ioni elektron yo'qotib oksidlanadi va neytral holda xlor gazi ajralib chiqadi:



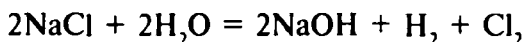
2) katodda esa vodorod ionlar elektron qabul qilib qaytariladi:



3) eritmada qolgan natriy va gidroksil ionlari o'zaro birikib, natriy gidroksidni hosil qiladi:



Elektroliz vaqtida chiqayotgan mahsulotlar o'zaro birikmasligi uchun katod va anod fazalar orasiga diafragma qo'yiladi. Elektroliz vaqtida sodir bo'ladigan reaksiyaning umumiy tenglamasi:

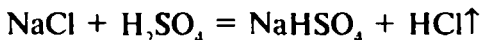


**Xlorning ishlatilishi.** Xlor suvni dezinfeksiya qilishda, to'qimachilik va qog'oz sanoatida oqartiruvchi modda sifatida, xlorid kislota olishda, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashda ishlatiladigan moddalar, masalan, DDT, geksaxloran tayyorlashda, bo'yoq moddalar, dori-darmonlar sintez qilishda, erituvchilar tayyorlashda, xlorli ohak, bertole tuzi olishda ishlatiladi. Erkin holdagi xlorda bo'g'uvchanlik xususiyati bo'lgani sababli ko'zdan yosh oqizuvchi (xlorpikrin va b.), qayt qildiruvchi (iprit, lyuizit), nafasni bo'g'uvchi (fosgen) kabi zaharli moddalar (ZM) ishlab chiqarishda ishlatiladi.

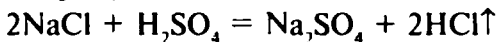
**Vodorod xlorid.** Vodorod xlorid rangsiz, o'tkir hidli, zaharli gaz. Havodan qariyb 1,3 marta og'ir. Havoda va kislorodda yonmaydi va yonishga yordam bermaydi. 1 l suvda 0 °C temperaturada 500 l vodorod xlorid eriydi. Uning suvdagi eritmasi *xlorid kislota* deyiladi. Vodorod xlorid atmosfera bosimida (*oddiy sharoitda*) -112 °C da suyuqlanib - 84 °C da qaynaydi. 1000 °C dan yuqori temperaturada elementlarga parchalanadi. Havoda tutaydi, chunki u nam havoda erib, xlorid kislota tomchilarini hosil qiladi. Quruq holdagi vodorod xlorid metallarga ta'sir etmaydi. Nam holdagi vodorod xlorid esa faol metallar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi, organik moddalar bilan reaksiyaga kirishib, tarkibida xlor bo'lgan organik birikmalar hosil qiladi.

Vodorod xlorid laboratoriyada kristall holdagi osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi. Bu reaksiya past

temperaturada yoki 450 °C gacha isitilganda quyidagi tenglamaga muvofiq boradi:

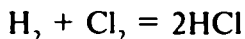


Agar reaksiya 500 °C dan yuqorida olib borilsa, vodorod xlorid bilan o'rtta tuz  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hosil bo'ladi:



Sanoatda vodorod xlorid ikki usul bilan olinadi.

1. Vodorodni xlor yig'ilgan idishda yondirish:



Bu usul *sintez usuli* deb ataladi. Reaksiya uchun olingan vodorod va xlor osh tuzining suvdagi eritmasi orqali elektroliz qilib olinadi.

2. Yuqori temperaturada qattiq holdagi osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirish; bu usul *sulfat usuli* deyiladi. Organik birikmalarni xlorlash jarayonida ham ko'p miqdorda vodorod xlorid olinadi.

### 9.3- §. Xlorid kislota va uning tuzlari

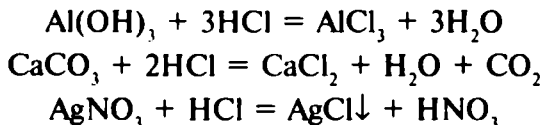
Vodorod xloridning suvdagi eritmasi *xlorid kislota* deyiladi.

Xlorid kislota sanoatda asosan: 1) sulfat usulida; 2) sintez usulida; 3) organik moddalarni xlorlashda olingan vodorod xloridni suvda eritish natijasida olinadi. Vodorod xloridning tezroq va yaxshi erishi uchun xlorid kislota olinadigan asbobning pastki qismidan yuqoriga tomon HCl gazi, yuqoridan pastga tomon esa toza suv yuboriladi, ya'ni gaz bilan suv bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda beriladi.

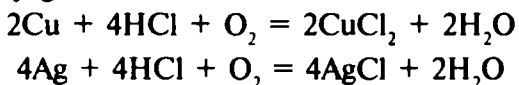
Hosil bo'lgan kislotaning konsentratsiyasi 31% dan 42% gacha bo'lishi mumkin. Tarkibida FeCl<sub>3</sub> tuzi aralashgan xlorid kislota sarg'ish, toza holdagi xlorid kislota rangsiz, o'tkir hidli suyuqlikdir. Konsentrlangan xlorid kislotadan vodorod xlorid chiqib turganligi uchun u tutaydi. Shuning uchun ham xlorid kislota tutovchi kislota deyiladi. 38% li xlorid kislotaning solishtirma og'irligi 1,19 ga teng. Konsentrlangan xlorid kislota qizdirilganda tarkibidan vodorod xlorid chiqib, kislotaning konsentratsiyasi 20,2% li bo'lib qoladi. Agar konsentratsiyasi 20,2% dan kam bo'lgan kislota qizdirilsa, kislota tarkibidan suv chiqib, kislotaning konsentratsiyasi 20,2% li bo'ladi. 20,2% li xlorid kislota tarkibini o'zgartirmasdan 110 °C da haydaladi.

Xlorid kislota bir negizli kuchli kislota, u metallar, asosli oksidlar, asoslar va ba'zi tuzlar bilan reaksiyaga kirishadi, masalan:





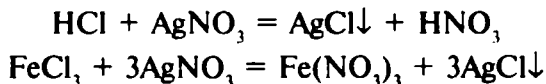
Xlorid kislota faol bo'lmagan metallar bilan havo kislorodi ishtirokida reaksiyaga kirishadi:



Oltin va platinaga xlorid kislota ta'sir etmaydi.

**Xlorid kislolaning ishlatilishi.** Xlorid kislota xloridlar olishda, yelim ishlab chiqarishda, karbonat anhidrid olishda, bo'yoqlar tayyorlashda, laboratoriyada xlor olishda, tibbiyotda, kimyo laboratoriyalarida, ko'pchilik sanoatida (xom teriga ishlov berishda), metallarning sirtini oksid pardadan tozalashda, oziq-ovqat sanoatida glukoza olishda ishlatiladi. Xlorid kislota ichki yuzasiga kislota bardoshli rezina qoplangan sistema va bochkalarda, shisha idishlarda saqlanadi.

**Xlorid kislota tuzlari.** Xlorid kislolaning tuzlari *xloridlar* deyiladi. Xloridlarning ko'pchiligi suvda eriydi, kumush xlorid  $\text{AgCl}$ , mis (I) xlorid  $\text{CuCl}$ , simob (I) xlorid  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  suvda erimaydi. Qo'rg'oshin xlorid  $\text{PbCl}_2$  juda oz eriydi. Lekin issiq suvda yaxshi eriydi. Xloridlar orasida eng yomon eriydigan kumush xloriddir. Shuning uchun xlorid kislota va xloridlarni (ya'ni  $\text{Cl}^-$  ionini) topishda  $\text{AgNO}_3$  reaktiv sifatida ishlatiladi:



Xloridlarning eng muhimlari quyidagilardir:

*Natriy xlorid* (osh tuzi)  $\text{NaCl}$  tabiatda eng ko'p tarqalgan tuzlardan biri, qaynash temperaturasi  $t_{\text{qayin.}}^{\circ} = 1413^{\circ}\text{C}$ , suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^{\circ} = 800,4^{\circ}\text{C}$ , solishtirma massasi 2,16 ga teng. 100 g suvda  $0^{\circ}\text{C}$  da 35,6 g  $\text{NaCl}$  eriydi.

Natriy xlorid ovqat uchun, go'sht, yog', moy, baliq va boshqalarni buzilishidan saqlashda muhim ahamiyatga ega.

Osh tuzi xlor olishda, natriy ishqori, natriy metali, vodorod xlorid, soda ishlab chiqarishda asosiy xomashyo bo'lib xizmat qiladi, bo'yoqchilikda, sovun pishirishda va boshqa sohalarda ham ishlatiladi.

*Kaliy xlorid*  $\text{KCl}$  qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida, potash ishlab chiqarishda ishlatiladi.

*Kalsiy xlorid*  $\text{CaCl}_2$  suvga nihoyatda o'ch bo'lganligi uchun laboratoriyalarda gazlarni, har xil organik moddalarni quritish uchun ishlatiladi. Bu vaqtda kristallgidrat  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi.

*Bariy xlorid*  $\text{BaCl}_2$  qishloq xo'jaligida zararkunandalarga qarshi kurashda ishlatiladi.

*Aluminiy xlorid*  $\text{AlCl}_3$  ko'pgina organik moddalarni sintez qilishda katalizator sifatida ishlatiladi. Rux xlorid –  $\text{ZnCl}_2$  yog'ochni chirishdan saqlash maqsadida yog'ochga shimdiriladi. Metallarni kavsharlashda metall sirtidagi oksid pardani yo'qotish uchun ishlatiladi.

#### 9.4- §. Xlorning kislorodli birikmalari

Xlor kislorod bilan bevosita birikmaydi. Xlor bilan kislorod birikmalari bilvosita usulda olinadi.

Xlorning to'rtta oksidi olingan:

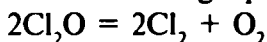
$\text{Cl}_2\text{O}$  – xlor (I) oksid (gipoxlorit anhidrid);

$\text{ClO}_2$  – xlor (IV) oksid;

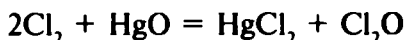
$\text{Cl}_2\text{O}_6$  – xlor (VI) oksid;

$\text{Cl}_2\text{O}_7$  – xlor (VII) oksid (perxlorat anhidrid).

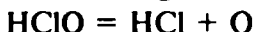
1. *Xlor (I) oksid*  $\text{Cl}_2\text{O}$  (tuzilishi  $\text{Cl} - \text{O} - \text{Cl}$ ). Sarg'ish-jigar-rang, qo'lansa hidli gaz, suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^{\circ} = 116^{\circ}\text{C}$ , qaynash temperaturasi esa  $t_{\text{qayin.}}^{\circ} = 4^{\circ}\text{C}$ . Portlovchi modda. U sal isitilsa yoki bir idishdan ikkinchi idishga quyilsa portlaydi:



Xlor (I) oksid simob (II) oksidga xlor ta'sir ettirib olinadi:



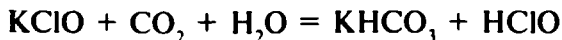
$\text{Cl}_2\text{O}$  suvda erib gipoxlorit kislota  $\text{HClO}$  ni hosil qiladi. Xlor suvda eriganda ham gipoxlorit kislota hosil bo'ladi.  $\text{HClO}$  beqaror bo'lib, faqat suyultirilgan eritmadagina mavjud. Xlorning kislorodli kislotalari kuchli oksidlovchilardir. Ular orasida  $\text{HClO}$  eng kuchli oksidlovchi, buning asosiy sababi beqaror kislota bo'lganligi uchun asta-sekin parchalanib, atom holdagi kislorod ajratib chiqarishidir.



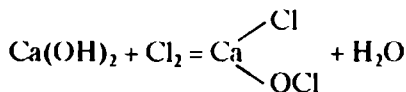
Gipoxlorit kislotaning tuzlari ishqorlarga xlor ta'sir ettirib olinadi:



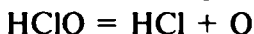
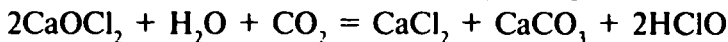
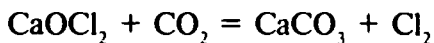
Reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar *Javel suvi* deyiladi. Bu suv kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Buning sababi *Javel suvi* havodan  $\text{CO}_2$  ni yutishi natijasida  $\text{HClO}$  hosil qiladi:



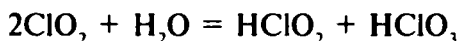
Gipoxlorit kislotaning eng muhim tuzlaridan yana biri kalsiy gipoxlorit – xlorli ohakdir. U kalsiy gidroksidiga xlor ta'sir ettirib olinadi:



Xlorli ohakdan kuchli oksidlovchi, oqartuvchi, dezinfeksiyalovchi modda sifatida foydalaniladi, chunki u quyidagi reaksiyalarga kirisha oladi:

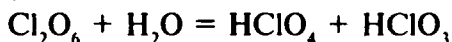


2. *Xlor (IV) oksid*  $\text{ClO}_2$  – sabzi rangli, o'tkir hidli beqaror gaz, u yonuvchi moddalarga tegib ketsa, darhol portlaydi.  $\text{ClO}_2$  suv bilan birikib, xlorit kislota  $\text{HClO}_2$  bilan xlorat kislota  $\text{HClO}_3$  hosil qiladi:



Xlorit kislota nihoyatda beqaror va kuchli oksidlovchi modda, u faqat suyultirilgan eritma holdagina ma'lum. Tuzlari olingan, ammo ular zarba ta'sir etganida va isitilganda portlaydi. Xloritlarda ham oksidlovchilik xossalari bor.

3. *Xlor (VI) oksid*  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  havoda tutaydigan to'q qizil suyuqlik. Yonuvchi moddalarga tegsa, darhol portlaydi.  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  ga muvofiq kislota ma'lum emas, ammo u suv bilan birikib, xlorat  $\text{HClO}_3$  va perxlorat  $\text{HClO}_4$  kislotalarini hosil qiladi:

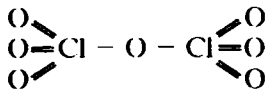


Xlorat kislota ham faqat eritmada ma'lum, uning 40% li eritmasini tayyorlash mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi 40% dan yuqori bo'lsa, portlab parchalanadi. Xlorat kislota paxta, qog'oz tegsa, o't olib ketadi. Xlorat kislota va uning tuzlari oksidlovchilardir. Uning tuzlari odatdagi temperaturada barqaror bo'ladi. Qaynoq ishqorlarga xlor yuborib, xlorat kislota tuzlari olinadi:

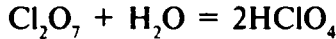


$\text{KClO}_3$  – bertole tuzi gugurt sanoatida, portlovchi moddalar, bo'yoqlar, signal raketalari tayyorlashda, kimyo laboratoriyalarida kislorod olishda ishlatiladi.

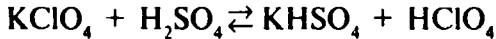
4. *Xlor (VII) oksid* (perxlorat angidrid)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ . Uning tuzilishi:



Xlor (VII) oksid xlorning boshqa oksidlariga nisbatan barqaror bo'lib, rangsiz, moysimon suyuqlikdir. U faqat silkitilganda, qat-tiq urilganda, kuchli isitilganda portlaydi.  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  suv bilan birikib, perxlorat kislota hosil qiladi:



Perxlorat kislota  $\text{KClO}_4$  ga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Perxlorat kislota eng kuchli kislota-dir. Suyultirilgan eritmasi-ning oksidlash xossasi unchalik kuchli emas, lekin 40% li erit-masi juda kuchli oksidlovchi.

Xlorning kislorodli kislotalari ichida  $\text{HClO}$  dan  $\text{HClO}_4$  ga to-mon oksidlash xossasi kamayib, kislota-ni barqarorligi va kuchi ortib boradi. Demak, xlorning valentligi ortishi bilan kislota-lar-ni kuchi ham ortib boradi.

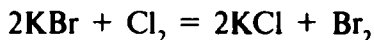
### 9.5- §. Ftor, brom va yod haqida qisqacha ma'lumot

*Ftor* – F barcha elementlar ichida eng katta elektr-manfiylik namoyon qiladi. Ftor tabiatda  $\text{CaF}_2$  (plavik shpati), kriolit  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  va apatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$  ko'rinishida uchraydi. Ftor birikmalari suvda, o'simliklar tarkibida, odam va hayvon tishlarining emali va suyak tarkibida uchraydi. Agar ftor yetishmasa yoki keragidan ortiq bo'lsa, tish yemirila boshlaydi va suyaklarga zarar yetadi. Ftor ko'kimtir sariq rangli, qo'lansa, o'tkir hidli zaharli gaz. Ftorning suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^{\circ} = -223^{\circ}\text{C}$ , qaynash tempera-turasi  $t_{\text{qayin.}}^{\circ} = -187^{\circ}\text{C}$ . Ftorni suvda eritib bo'lmaydi, chunki suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib ketadi, u benzol, xloroform kabi erituvchilarda eriydi. Ftor eng faol metallmasdir. U metallar va metallmaslar bilan odatdagi sharoitdayoq birikadi. Ftor – eng kuchli oksidlovchi. Kislorod va azot bilan ftor bevosita birikmaydi, qolgan barcha elementlar bilan ma'lum sharoitda birika oladi. Ftor  $217^{\circ}\text{C}$  da suyuqlanadigan tuz –  $\text{KF} \cdot 2\text{HF}$  suyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi. Ftor – organik birikmalar tayyorlash uchun, zamonaviy sovitgichlarda sovuq muhit hosil qilish uchun (ammiak  $\text{NH}_3$  o'mida freon  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) ishlatilmoqda. Vinil florid va tetraftor etilen (teflon), sun'iy polimerlar olishda, raketa yoqilg'isining

oksidlovchisi sifatida, ftorning ayrim birikmalari meditsinada ishlatiladi.

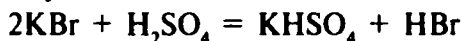
Brom – Br tuz konlarining ustki qavatlarida karnalit  $KBrMgBr_2 \cdot 6H_2O$  holida uchraydi. Dengiz suvida va tuz konlarida NaBr va KBr uchraydi. Tabiiy brom ikki izotopdan tashkil topgan:  $^{79}Br$  (50,59%) va  $^{81}Br$  (49,46%), ko'pgina sun'iy izotoplari olingan.

Brom og'ir, qizil-qo'ng'ir suyuqlik. Brom bug'lari zaharli, qaynash temperaturasi  $t_{qayin.}^{\circ} = 58,8^{\circ}C$ , muzlash temperaturasi  $t_{muz.}^{\circ} = -7,3^{\circ}C$ . Solishtirma massasi  $20^{\circ}C$  da  $3,14 g/sm^3$ , eruvchanligi  $20^{\circ}C$  da 100 g suvda 3,55 g brom eriydi. Brom sovitilganda  $-10^{\circ}C$  dan past temperaturada kristallogidrat ajralib chiqadi. Brom odatdagi sharoitda fosfor, mishyak, surma va ba'zi metallar bilan bevosita birika oladi. Brom birikmalaridan ftor va xlorni siqib chiqara olmaydi. Yodni esa birikmalardan siqib chiqaradi. Bromli tuzlarga xlor ta'sir ettirib brom olinadi:

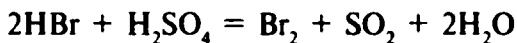


Laboratoriyada brom  $MnO_2$  bilan KBr aralashmasiga kons. sulfat kislota ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi.

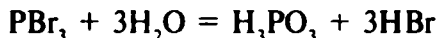
Bromning vodorodli birikmasini brom tuziga sulfat kislota ta'sir ettirib olib bo'lmaydi:



Hosil bo'lgan vodorod bromid yana sulfat kislota bilan qo'shib, erkin brom ajralib chiqadi:



Vodorod bromid olish uchun, asosan,  $PBr_3$  gidrolizidan foydalaniladi:

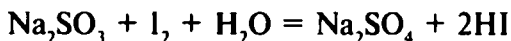


Brom turli anorganik va organik birikmalar olishda, tarkibida brom bo'lgan dorilar olishda ishlatiladi. Kumush bromid fotoplyonkalar tayyorlashda va kimyo laboratoriyalarida ishlatiladi.

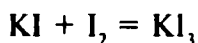
*Yod* – I birikmalari juda oz miqdorda dengiz suvlarida uchraydi. Dengizda o'sadigan ba'zi o'simliklar yod birikmalarini o'zida to'playdi. Chili selitrasining ba'zi qatlamlarida 0,1% ga qadar  $NaIO_3$  bo'ladi. Yod o'simlik va hayvon organizmi uchun zarur elementdir. Organizmda yod yetishmay qolganda endemik buqoq deb ataladigan kasallik vujudga keladi. Tarkibida yod bo'ladigan ba'zi neft suvlari va mineral suvlar yod olish uchun asosiy manba hisoblanadi. Toza yod qoramtir gunafsha tusli, metall kabi yaltiraydigan rombik kristallardan iborat modda.  $20^{\circ}C$  da solishtirma og'irligi

4,98 ga teng. Uning suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^{\circ} = 114^{\circ}\text{C}$ , qaynash temperaturasi  $t_{\text{qayin.}}^{\circ} = 183^{\circ}\text{C}$ . Yod ohista isitilsa, suyuqlanmasdan bug'lanib ketadi, bug'lari sovitilsa, qattiq holga o'tadi, ya'ni sublimatlanadi. Yod bug'lari zaharli, yod suvda kam eriydi:  $0^{\circ}\text{C}$  da 100 g  $\text{H}_2\text{O}$  da 0,01 g yod eriydi; spirt, benzin, xloroform, uglerod sulfida yod yaxshi eriydi.

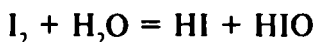
Yod galogenlar orasida eng passivdir. Oltingugurt, fosfor, temir, simob va boshqa metallar bilan yod bevosita birika oladi. Yod oddiy moddalardan tashqari murakkab moddalarni ham oksidlaydi:



Yod KI bilan birikib,  $\text{KI}_3$  tarkibli kompleks tuz hosil qiladi:



Yod suv bilan qo'shilib,

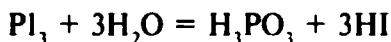


hosil qiladi.

Yod vodorod bilan birikadi:



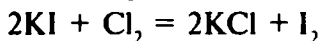
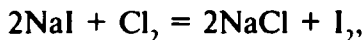
Vodorod yodid laboratoriyada  $\text{PI}_3$  ni gidroliz qilish yo'li bilan olinadi:



Yodning tuzlariga  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirish yo'li bilan HI olib bo'lmaydi. Chunki hosil bo'lgan HI darhol oksidlanadi va  $\text{I}_2$  ajralib chiqadi:



Yodidlardan yod ajratib olish uchun ularga xlor ta'sir ettiriladi:



yoki  $\text{NaI}$  va  $\text{MnO}_2$  aralashmasiga  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ta'sir ettirib olinadi:



Yod turli yod birikmalar tayyorlashda ishlatiladi. Yodning radioaktiv izotopi tibbiyotda rak va qalqon bezi, arterioskleroz kasalliklarini davolashda ishlatiladi.



## ***Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar***

1. Galogenlarni tuzlaridan siqib chiqarish jarayonining kimyoviy mohiyatini tushuntirib bering va tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

2.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  lardan foydalanib, necha xil usulda xlor olish mumkin? Qaysi usulda ko'p xlor olinadi?

3.  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  berilgan. Bertole tuzining tarkibida xlor borligi qanday tajribalar yordamida isbotlanadi?

4. Xlarda yonuvchi metallarning nomini ayting va tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

5. Xlor qanday vaziyatda faqat oksidlovchi bo'ladi? Javobingizni tegishli reaksiya tenglamalarini yozish bilan isbotlang.

6. Galogenlar tartib nomerining ortib borishi bilan ularning xossalari qanday o'zgarishini ko'rsatadigan jadval tuzing.

7. Xlorning qanday oksidlari bor va ular qanday olinadi?

8. Galogenlarning vodorodli birikmalarini hosil qilish mumkin bo'lgan reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

9.  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lardan foydalanib, necha xil usulda yod olish mumkin? Qaysi bir usulda yod ko'p chiqadi?

10. Galogenlarning atom og'irliklari ortishi bilan kislorod va vodorod bilan hosil qilgan birikmalarining xossalari qanday o'zgaradi?

11. Tarkibida 33,66 g o'yuvchi kaliy gidroksid bo'lgan qaynoq eritmaga normal sharoitda o'lchangan 12 l xlor ta'sir ettirilganda qaysi moddadan qancha ortib qoladi?

*Javob:* 16,63 g  $\text{Cl}_2$ .

12. Tarkibida hajm jihatdan 60% xlor va 40% vodorod bo'lgan 1 l aralashma portlatildi. Bunda qancha hajm vodorod xlorid hosil bo'ladi?

*Javob:* 0,8 l.

13. 20 g osh tuzidan normal sharoitda o'lchangan qancha litr vodorod xlorid olish mumkin?

*Javob:* 6,1 l.



## X BOB. DAVRIY SISTEMANING OLTINCHI GRUPPASI

### 10.1- §. Oltinchi gruppada elementlarining umumiy tavsifi

Davriy sistemaning oltinchi gruppada elementlari ikkita gruppachaga bo'linadi:

1. Bosh gruppacha yoki kislorod gruppachasi.

2. Yonaki gruppacha yoki xrom gruppachasi.

Bosh gruppacha elementlariga kislorod – O, oltingugurt – S, selen – Se, tellur – Te, poloniy – Po elementlari kiradi.

Yonaki gruppacha elementlari jumlasiga xrom – Cr, molibden – Mo, volfram – W kiradi.

Bosh gruppacha elementlarining tashqi elektron qavatida oltita elektron bo'ladi. Bu elementlar kimyoviy reaksiya vaqtida ikki elektron qabul qilib, 2 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladi yoki to'rt, olti elektron yo'qotib, musbat +4 va +6 ga teng oksidlanish darajasini ko'rsatadi. Kislorod bundan mustasno, u fluor oksid ( $F_2O$ ) dan boshqa hamma birikmalarda manfiy ikki,  $F_2O$  da esa +2 ga teng oksidlanish darajasiga ega. Kislorod «valent» elektronining yadro bilan bog'lanishi oltingugurt yoki undan keyingi elementlarning valent elektronlariga qaraganda kuchliroqdir. Buning asosiy sababi kislorodning «valent» elektronining ikkinchi elektron qavatda (yadroga yaqin, atom radiusi 0,73 Å), oltingugurtning valent elektronining uchinchi elektron qavatda, yadrodan uzoqroq (atom radiusi 1,04 Å) turishidir. Shuning uchun ham kislorodning metallmaslik xossasi oltingugurt va undan keyingi elementlarnikiga qaraganda kuchliroq ifodalangan.

Ko'p xossalari jihatidan kislorod va oltingugurt bir-biriga o'xshab ketadi. Masalan:

1) vodorod yoki metallar bilan birikmalarida kislorod ham, oltingugurt ham ikkita elektron qabul qilib, manfiy ikki valentli bo'ladi;

2) ular vodorod bilan  $RH_2$  tipidagi birikma hosil qiladi;

3) ko'pgina kimyoviy reaksiyalarda (vodorod va metallar bilan birikkanda) kislorod va oltingugurt oksidlovchi vazifasini bajaradi;

4) ular atomlarining sirtqi qavatida oltitadan elektronlari bor.

Oltinchi gruppada elementlarning atom tuzilishi hamda kimyoviy xossalari jihatidan bir-biridan farq qiladi.



3. Kislородning atom radiusi  $0,73 \text{ \AA}$ , oltingugurtning atom radiusi  $1,04 \text{ \AA}$ , kislородdan tellurga o'tgan sari atom radiusi kat-talashib, sirtqi qavatdagi elektronlarning yadroga tortilishi zaif-lashib borishi natijasida metallmaslik xossasi zaiflashib, metallik xossasi kuchayadi. Umuman oltinchi grupp bosh gruppachasi elementlarida metallmaslik xossalari galogenlardagiga qaraganda kuchsizroq bo'ladi. Yonaki gruppacha elementlarining sirtqi elek-tron qavatida bir yoki ikkita elektron bo'ladi; ular o'z xossalari jihatidan metallar jumlasiga kiradi. Ularning ham yuqori valent-liklari +6 ga teng.

### Kislород gruppachasi elementlarining xossalari

№	Xossalari	O	S	Se	Te	Po
1	Tartib raqami	8	16	34	52	84
2	Valent elektronlari	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$	$4s^2 4p^4$	$5s^2 5p^4$	$6s^2 6p^4$
3	Atomning ion-lanish energiyasi, eV	13,62	10,36	9,75	9,01	8,43
4	Atom radiusi, $\text{ \AA}$	0,73	1,04	1,17	1,37	—
5	Nisbiy elektromanfiyligi	3,5	2,6	2,48	2,01	1,76
6	Qaynash temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$	-183,0	444,6	684,9	990,9	962,0
7	Suyuqlanish temperaturasi, $^{\circ}\text{C}$	-218,8	112,8	220,5	452,5	254,0
8	Solishtirma massasi, g/sm <sup>3</sup>	1,27	2,07	4,82	6,24	9,30
9	Molekulaning dissotsilanish energiyasi ( $\times 4,18 \text{ kJ/mol}$ )	118	77	64	54	—
10	Birikmalardagi oksidlanish darajasi	-1, -2 +2	-2, +2 +4, +6	-2, +4 +6	-2, +4 +6	-2, +2
11	Ion radiusi $E^{-2}$ , $\text{ \AA}$	1,40	1,74	1,91	2,11	—

## 10.2- §. Kislorod

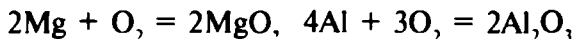
**Kislorodning tabiatda uchrashi.** 1875-yilda A.Lavuazye havo tarkibini tekshirish natijasida kislorod havoning tarkibiy qismi ekanligini isbotlab, unga «oksigenium» nomini berdi («kislota tug'-diruvchi» degan ma'noni bildiradi).

Kislorod tabiatda erkin holda ham, birikma holda ham uchraydi. Havoning og'irlik jihatdan 23% ini erkin kislorod tashkil etadi. Suvning 88,9% ini kislorod tashkil etadi. Kislorod tabiatda organik va anorganik birikmalar tarkibida uchraydi. Masalan, tuproq, qum, turli tog' jinslari tarkibida ham kislorod bo'ladi.

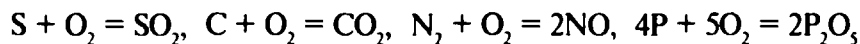
Kislorod tirik organizmdagi ko'pchilik organik moddalarning: oqsillar, yog'lar, uglevodlarning tarkibiy qismi hisoblanadi.

**Kislorodning fizik xossalari.** Kislorod rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz. Havodan biroz og'ir. Suvda oz bo'lsa ham eriydi. 0 °C da 100 hajm suvda 5 hajm, 20 °C da 100 hajm suvda 3,1 hajm kislorod eriydi. Kislorod atmosfera bosimida -218,8 °C da suyuqlanadi, -183 °C da qaynaydi. Qattiq va suyuq holdagi kislorod ko'kimtir bo'ladi va magnitga tortiladi.

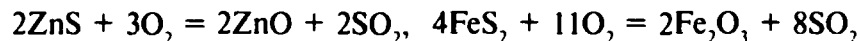
**Kislorodning kimyoviy xossalari.** Kislorod molekulasida ikki atomdan iborat. Kislorodning inert gazlardan boshqa barcha elementlar bilan hosil qilgan birikmalari ma'lum. Kislorod oltin va platinadan boshqa barcha metallar bilan birikadi:



Kislorod galogenlardan boshqa barcha metalloidlardan bilan to'g'ridan to'g'ri birikadi, masalan:



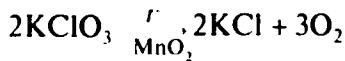
Kislorod ko'pgina organik va anorganik moddalar bilan birikadi. Metall sulfidlari kislorodda yonib, oksid hosil qiladi:



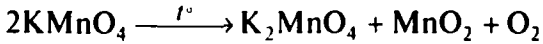
Moddalarning kislorod bilan asta-sekin birikishi *oksidlanish*, tez birikishi esa *yonish* deyiladi. Atoms holdagi kislorod molekula holdagi kislorodga qaraganda ancha faoldir. Molekula holdagi kislorod O<sub>2</sub> va O<sub>3</sub> (ozon) ko'rinishda bo'ladi. Ozon – kislorodning allotropik shakl o'zgarishidir.

**Kislorodning olinishi.** Kislorod laboratoriyada ko'pgina moddalarni parchalash orqali olinadi. Masalan:

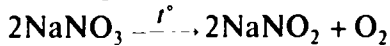
1) kaliy xlorat (bertole tuzi) KClO<sub>3</sub> ga katalizator (MnO<sub>2</sub>) qo'shib qizdirilsa, u kaliy xlorid va kislorodga ajraladi:



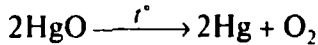
2) kaliy permanganatni qizdirib parchalash:



3) ishqoriy metallarning nitratlarini parchalash:



4) simob oksidni parchalash:



Kislorod sanoatda ikki usul bilan: a) suvni elektroliz qilib va b) havoni suyuqlantirib olinadi.

Havoni suyuqlantirib kislorod olishda havo maxsus kompresorlarda 200 atm ga yaqin bosim ostida siqiladi va keyin bosim birdan 1 atm gacha kamaytiriladi, siqib-kengaytirish jarayoni bir necha marta takrorlansa, havo sovib, suyuq holatga o'tadi. Suyuq havoning tarkibida kislorod, azot va inert gazlar bo'ladi. Suyuq azotning qaynash temperaturasi  $-195,8^\circ\text{C}$ , argonniki  $-189,4^\circ\text{C}$ , kislorodniki  $-183^\circ\text{C}$  ekanligi sababli suyuq havo atrofdagi muhitdan issiqlik olib bug'langanda, avval azot, keyin argon uchadi, oxirida kislorod qoladi. Havodan olingan kislorod kimyoviy toza bo'lmaydi, shuning uchun u ko'p hollarda qayta tozalanadi. Bundan tashqari, suvni elektroliz qilib ham kislorod olinadi („vodorod“ temasiga qarang).

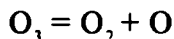
**Kislorodning ishlatilishi.** Kislorod texnikada metall sulfidlarni metall oksidlariga aylantirib, so'ngra metall olishda, sulfat kislota hamda nitrat kislota ishlab chiqarishda, ko'pchilik moddalarni oksidlashda, yuqori temperatura hosil qilishda (atsetilen bilan kislorod aralashmasi yondirilganda), tibbiyotda bemorlarga kislorod berishda ishlatiladi.

Suyuq kislorodning kukun holdagi ko'mir, yog'och kukuni, moy yoki boshqa yonuvchi moddalar bilan aralashmalari kuchli portlaydi. Shuning uchun ulardan portlatish ishlarida foydalaniladi.

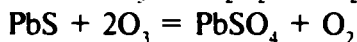
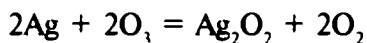
**Ozon.** Erkin holdagi ba'zi elementlar tuzilishi va xossalari jihatidan o'zaro farq qiladigan bir necha oddiy moddalar hosil qiladi. Bu hodisa *allotropiya* deb ataladi, hosil bo'lgan oddiy moddalar esa elementlarning *allotropik shakl o'zgarishlari* deyiladi. Masalan, kislorod, oltingugurt, fosfor, uglerod, selen, tellur, mishyak, surma kabi elementlar bir necha allotropik shakl o'zgarishlar hosil qiladi. Allotropiya hodisasi ikki sabab tufayli ro'y beradi: ulardan biri – molekulada atomlar sonining har xil bo'lishi va ikkinchisi – turli xil kristall shakllar hosil bo'lishidir.

Ozon kislorodning allotropik shakl o'zgarishidir. Kislorod molekulasi ikki atom kisloroddan, ozon molekulasi esa uch atom kisloroddan tashkil topgan. Ozon tabiatda ignabargli daraxtlar chirk moddalarining oksidlanishidan hosil bo'ladi. Ozon momaqaldir oq vaqtida yerdan 20–25 km balandlikda ham paydo bo'ladi. Ozon quyoshning organizm uchun zararli bo'lgan ultrabinafsha nurlarini yutish xossasiga ega. Atmosferaning ozon qatlami Yerni ana shu nurlardan muhofaza qilib turadi. Ozonning mavjudligini 1839-yilda Shyonbeyn kashf etgan.

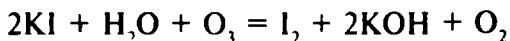
Ozon o'ziga xos hidli, och havorang gaz. Suyuq ozon to'q ko'k, qattiq holdagi ozon qoramtir-ko'k moddadir.  $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi. Ozon suvda kislorodga nisbatan yaxshi eriydi. 100 hajm suvda oddiy sharoitda 45 hajm ozon eriydi. Ozon kislorod bilan odatdagi temperaturada reaksiyaga kirisha olmaydigan ko'pchilik moddalar bilan reaksiyaga kirisha oladi. Buning sababi shundaki, ozon hosil bo'lishida  $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$ ,  $-69\text{ kkal}$  energiya yutiladi. U beqaror modda. Ozon o'z-o'zidan parchalanib, atomar kislorod chiqaradi:



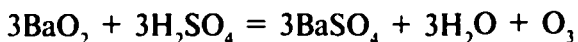
Atomar kislorodning reaksiyaga kirishish xususiyati molekula holiday kislorodnikiga qaraganda yuqori bo'ladi. Ozon ta'sirida qora rangli qo'rg'oshin sulfid ( $\text{PbS}$ ) oq rangli  $\text{PbSO}_4$  ga, oq rangli  $\text{Pb(OH)}_2$  qo'ng'ir tusli  $\text{PbO}_2$  ga, metall holiday kumush ( $\text{Ag}$ ) kumush peroksid  $\text{Ag}_2\text{O}_2$  ga qadar oksidlanadi:



Ozon kuchli oksidlovchidir. U platina bilan oltindan boshqa barcha metallarni oksidlaydi. Fosfor, skipidar ozonda yonib ketadi. Ozon ko'pgina bo'yoqlar rangini yo'qotadi. Toza holdagi ozon portlaydi. Agar ozon aralashgan havoga kaliy yodid eritmasi va kraxmal shirasi bilan ho'llangan filtr qog'oz qo'yilsa, qog'oz darhol ko'karadi, chunki yod hosil bo'ladi:



Bu reaksiyadan foydalanib, havoda ozon bor-yo'qligi aniqlanadi. Laboratoriyada ozon bariy peroksidga sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda ozonator nomli asbob orqali kislorodga sust elektr razryad ta'sir ettirib, ozon hosil qilinadi.

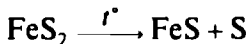
### 10.3- §. Oltिंगugurt

**Oltिंगugurtning tabiatda uchrashi.** Oltिंगugurt tabiatda erkin holatda «tug'ma» oltिंगugurt deb ataladigan oltिंगugurt holda va har xil metallarning sulfid va sulfat birikmalari tarkibiga kirgan holda uchraydi. Chet mamlakatlarda oltिंगugurtning eng katta konlari AQSHda, Italiyada, Sitsiliyada va Yaponiyada, shuningdek, Kuybishev viloyatida (Volga bo'yida), Kavkazda, Kamchatkada, Turkmanistonda (Qoraqum koni); O'zbekistonda, Qrimdadir. Metallarning sulfidlari:  $\text{FeS}_2$  – temir kolchedani,  $\text{ZnS}$  – aldama rux,  $\text{PbS}$  – qo'rg'oshin yaltirog'i,  $\text{HgS}$  – kinovar,  $\text{Cu}_2\text{S}$  – mis yaltirog'i,  $\text{CuFeS}_2$  – mis kolchedani tabiatda keng tarqalgan. Oltिंगugurt tabiatda sulfat kislota tuzlari:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – kalsiy sulfat (gips),  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – magniy sulfat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – natriy sulfat (Glauber tuzi) holda ham ko'p uchraydi. Oltिंगugurt okean va dengiz suvlarida, o'simlik va hayvon organizmidagi oqsil tarkibida ham bor.

**Oltिंगugurtning olinishi.** Oltिंगugurt sanoatda «tug'ma» oltिंगugurtdan va uning turli birikmalaridan olinadi. Tug'ma oltिंगugurtning tarkibiga ma'lum miqdorda bekorchi moddalar aralashgan bo'ladi. Bu bekorchi moddalardan oltिंगugurtni ajratib olish uchun oltिंगugurtning suyuqlanish temperaturasi pastligidan foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda oltिंगugurt avtoklavlarda o'ta qizdirilgan suv bug'i bilan suyuqlantirib olinadi. Buning uchun maydalangan oltिंगugurt rudasi suvga qorilib, avtoklavga joylanadi va 6 atm bosim ostidagi o'ta qizdirilgan suv bug'i ta'sir ettiriladi. Natijada oltिंगugurt suyuqlanadi. Suyuqlangan oltिंगugurt qoliplarga quyiladi, bekorchi jinslar esa vaqt-vaqti bilan avtoklavdan chiqarib turiladi. Tug'ma oltिंगugurtdan oltिंगugurt olishda amerikalik olim Frash usuli nihoyatda diqqatga sazovordir. Bu usul bo'yicha oltिंगugurt olishda tug'ma oltिंगugurt koni topilgan yerga biri ichiga ikkinchisi joylangan 150–250 metr uzunlikdagi uchta nay qoqiladi. Ichki nayni №1 desak, o'rtadagi nay №2, tashqi nay №3 bo'lsin. Ikkinchi va uchinchi naylar oralig'idan 160–170 °C dagi issiq suv yuboriladi; birinchi naydan 18–20 atm bosimga qadar siqilgan havo beriladi. Bosim berilishi natijasida siqilgan suyuq oltिंगugurt birinchi va ikkinchi naylar oralig'idan fontan bo'lib otilib chiqadi. Bu ikkala usul bilan olingan oltिंगugurt tarkibida ham qo'shimcha mahsulotlar bo'ladi. Toza holdagi oltिंगugurt olish uchun oltिंगugurt maxsus issiqxonalarda haydaladi.

Haydash yo‘li bilan olingan oltingugurt bug‘ining kondensatlanishi natijasida hosil bo‘lgan kukun *oltingugurt guli* deb yuritiladi. Hozirgi vaqtda oltingugurt, ko‘pincha, metall sulfidlaridan metall ajratib olishda hosil bo‘ladigan chiqindi ( $\text{SO}_2$ )dan va toshko‘mirni qayta ishlashda hosil bo‘ladigan gazlardan va temir kolchedanidan olinadi. Temir kolchedani maxsus issiqxonalarda  $600\text{ }^\circ\text{C}$  gacha qizdirilsa, oltingugurt ajralib chiqadi:



**Oltingugurtning allotropiyasi va fizik xossalari.** Oltingugurt uch xil allotropik shakl o‘zgarish hosil qiladi. Tabiatda uchraydigan oltingugurt *rombik oltingugurt* deyiladi. Rombik oltingugurtning kristallari oktaedr shaklida bo‘ladi. Rombik oltingugurt sariq tusli kristallardan iborat qattiq modda bo‘lib, suvda erimaydi. Lekin uglerod (IV) sulfida, anilinda, benzolda, spirtida, efirda yaxshi eriydi. Elektr quvvatini va issiqlikni yomon o‘tkazadi. Uning soishtirma og‘irligi  $20\text{ }^\circ\text{C}$  da 2,07 ga teng, suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^\circ = 112,8\text{ }^\circ\text{C}$ , qaynash temperaturasi  $t_{\text{qayin.}}^\circ = 444,5\text{ }^\circ\text{C}$ . Rombik oltingugurtning molekulari 8 atomdan tuzilgan bo‘lib, uning formulasi  $\text{S}_8$  dir. Suyuqlantirilgan oltingugurt sekin sovitilsa va (u qisman qotgandan keyin) qotgan ustki qismi olib tashlanib, hali qotishga ulgurmagan qismi boshqa idishga quyib olinsa, birinchi idish devorlarida ignasimon to‘q sariq kristallar qoladi. Bu kristallar monoklinik (prizmatik) shaklda bo‘lib, *monoklinik oltingugurt* deb ataladi. Monoklinik oltingugurtning  $20\text{ }^\circ\text{C}$  dagi soishtirma og‘irligi 1,96 ga teng. Suyuqlanish temperaturasi  $t_{\text{suyuq.}}^\circ = 119,25\text{ }^\circ\text{C}$ . Monoklinik oltingugurt molekulari ham 8 atomdan iborat. Monoklinik oltingugurt o‘z xossalari jihatidan rombik oltingugurtdan farq qiladi, chunki ularning formulasi bir xil bo‘lgani bilan kristall tuzilishi turlichadir. Monoklinik oltingugurt faqat  $96\text{ }^\circ\text{C}$  dan yuqorida barqarordir. Odatdagi sharoitda u o‘z-o‘zidan rombik oltingugurtga aylanadi.

Agar qaynab turgan oltingugurt sovuq suvga jildiratib quyilsa, u yumshoq, jigarrang massaga aylanadi. Bu massa rezinaga o‘xshab cho‘ziladi. Oltingugurtning bu shakl o‘zgarishi *plastik oltingugurt* deyiladi. Plastik oltingugurt ham oddiy sharoitda bir necha soatdan keyin rombik oltingugurtga aylanadi. Rombik oltingugurt molekulari halqasimon tuzilishga ega. Temperatura  $160\text{ }^\circ\text{C}$  bo‘lganda halqalar uzilib, ochiq zanjirli  $\text{S}_8$  molekulari hosil bo‘ladi, bu vaqtda oltingugurt qo‘ng‘ir tusni oladi, chunki molekula chekka-

laridagi atomlar yorug'lik nurini yaxshi yutib, qo'ng'ir tus yaratadi. Temperatura yana ko'tarilsa (190 °C larda), oltingugurt molekulari  $S_8$  dan  $S_6$  ga o'tadi.

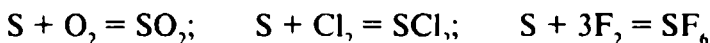
Oltingugurt 445 °C da qaynaydi. Qaynoq holdagi oltingugurtga sovuq suv qo'shib sovutilganda  $S_6$  molekulari  $S_8$  ga o'tishga ulgura olmaydi. Natijada plastik oltingugurt hosil bo'ladi. Uglarod (IV) sulfidda erimaydigan ochiq zanjirli molekulalardan tuzilgan oltingugurtning bo'lishi oltingugurtga allotropiya hodisasi borligini ko'rsatadi. Oltingugurt rombik va monoklinik shakllarda bo'lishiga sabab shuki, molekulari bir xil, ammo kristallarida molekularning joylanishi turlicha bo'ladi. Oltingugurtning bir necha kristall shaklida bo'lishi *polimorfizm* hodisasi deb yuritiladi.

Oltingugurtga allotropiya hodisasining bo'lishiga sabab temperaturadir. Temperatura ko'tarilishi bilan oltingugurt molekulari  $S_8 \rightleftharpoons S_6 \rightleftharpoons S_2 \rightleftharpoons S$  ga dissotsilanadi. Temperatura 900 °C dan oshganda esa  $S_8$  dan  $S_2$  ga o'tadi. Temperatura 1500 °C dan oshganda  $S_8$  dan batamom  $S$  ga o'tadi, ya'ni temperatura oshsa, muvozanat o'ngga siljib, oltingugurt molekularining dissotsilanishi davom etadi. Temperatura pasaysa, muvozanat chapga siljib, oltingugurt molekulari assotsilanadi. Tabiiy oltingugurt to'rt izotopdan:  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{35}\text{S}$  iborat.

**Oltingugurtning kimyoviy xossalari.** Oltingugurt odatdagi temperaturada inert modda bo'lib, qizdirilganda faollashadi va azot, oltin, iridiy, platinadan boshqa hamma elementlar bilan reaksiyaga kirishadi. Oltingugurt atomining tashqi pog'onasi tugallanmaganligi sababli metallar bilan reaksiyaga kirishganda ikki elektron qabul qilib, manfiy ikki valentli, faol metallmaslar bilan reaksiyaga kirishganda 2, 4, 6 elektron berib, musbat 2, 4, 6 valentliklar namoyon qiladi. Metallmaslar bilan metallarga qaraganda sustroq birikadi. Metallarga va ba'zi kuchsiz metallmaslarga oksidlovchi sifatida ta'sir etadi va bu reaksiyalarda uning o'zi qaytariladi:



Ba'zi faolroq metallmaslar bilan birikkanda qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:



**Oltingugurtning ishlatilishi.** Oltingugurt, asosan, rezina sanoatida kauchukdan rezina olishda ishlatiladi. Kauchuk issiqda yopishqoq, sovuqda mo'rt bo'lib, o'z shaklini tez yo'qotadigan moddadir.

Kauchukka oltingugurt qo'shib, 150–180 °C da ishlansa, rezina hosil bo'ladi. Oltingugurt sulfat kislota ishlab chiqarishda, qora porox, ba'zi bo'yoqlar, uglerod sulfid (CS<sub>2</sub>), gugurt, oltingugurt xlorid ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Qishloq xo'jaligida tok va ba'zi o'simliklarning zararkunandalariga qarshi kurashda ishlatiladi.

Oltingugurt (IV) oksid omborlarni dezinfeksiya qilishda, hayvonlarning teri kasalliklarini davolashda, mevalarni dimlashda ham ishlatiladi.

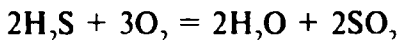
#### 10.4- §. Vodorod sulfid va sulfid kislota

**Vodorod sulfidning tabiatda uchrashi va fizik xossalari.** Vodorod sulfid tabiatda, asosan, mineral suvlar, vulqon gazlari tarkibida uchraydi. Oqsil moddalarning parchalanishidan ham vodorod sulfid hosil bo'ladi. Uning kimyoviy formulasi H<sub>2</sub>S, struktura for-

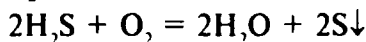
mulasi  $\begin{matrix} \text{H} \\ \diagup \\ \text{H} \end{matrix} \text{S}$ . Vodorod sulfid molekulasida ikkita qutbli bog'lanish bor. Elektronlar vodoroddan oltingugurtga tomon siljiganligi (H → S) natijasida vodorod musbat, oltingugurt esa manfiy zaryadlanib qoladi.

Vodorod sulfid rangsiz, o'tkir hidli, zaharli gaz. 10000 qism havoga 1 qism H<sub>2</sub>S aralashsa, uning hidini sezish mumkin. Havoda 0,01% H<sub>2</sub>S bo'lsa, kishi qattiq zaharlanadi. H<sub>2</sub>S bilan zaharlangan kishini toza havoga chiqarish, qattiq zaharlangan holda esa kislorod berish lozim. Vodorod sulfid odatdagi bosimda -60 °C da suyuq holatga o'tadi, suyuq vodorod sulfid -61,8 °C da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi. Uning suvdagi eritmasi sulfid kislota deyiladi.

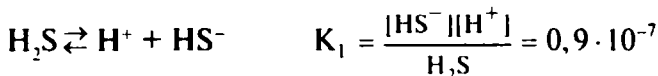
**Vodorod sulfidning kimyoviy xossalari.** Vodorod sulfid kuchli qaytaruvchidir. U havoda va kislorodda yonadi:



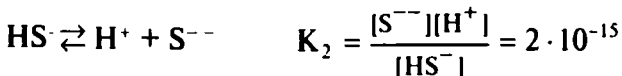
Agar vodorod sulfid yonishiga kislorod yetishmasa yoki temperatura past bo'lsa, H<sub>2</sub>S chala yonadi:



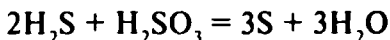
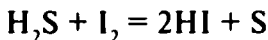
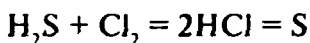
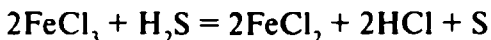
Vodorod sulfidning suvdagi eritmasi, ya'ni sulfid kislota havoda turganda ham havo kislorodi bilan asta-sekin oksidlanib, erkin holdagi oltingugurt chiqara boshlaydi. Sulfid kislota ikki negizli kuchsiz kislota bo'lib, quyidagi chizma bo'yicha dissotsilanadi:



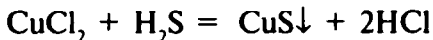
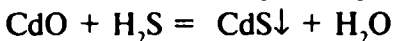
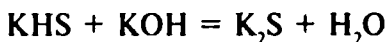
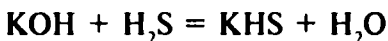




Demak, sulfid kislota eritmasida  $\text{S}^{2-}$  ionlari nihoyatda oz bo'ladi. Sulfid kislota kuchli qaytaruvchi:  $\text{Fe}^{+3}$ , O, Cl, Br, I,  $\text{S}^{+4}$  larni  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^0$  gacha qaytaradi:

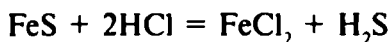


Sulfid kislota boshqa kislotalar singari asoslar, asosli oksidlar, tuzlar va metallar bilan reaksiyaga kirisha oladi:

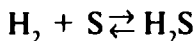


Sulfid kislolaning ishqoriy va ishqoriy-yer metallar bilan hosil qilgan tuzlari va  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  suvda eriydi. Qolgan boshqa metallar bilan hosil qilgan tuzlari suvda erimaydi. Cu, Pb, Ag, Hg, Cd sulfidlari suvda ham, suyultirilgan kislotalarda ham erimaydi, faqat konsentrlangan kislotalarda eriydi. Fe, Mn, Zn ning sulfidlari suvda erimaydi, biroq kislotalarda eriydi. Analitik kimyoda metallarning kationlarini gruppalariga ajratish sulfidlarning shu xossalarga asoslangan.

**Vodorod sulfidning olinishi va ishlatilishi.** Vodorod sulfid metall sulfidlarga suyultirilgan kislota ta'sir ettirib olinadi, masalan:



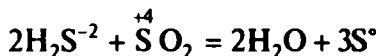
Suyultirilgan oltingugurt ustidan vodorod o'tkazilsa, u vodorod bilan birikib,  $\text{H}_2\text{S}$  hosil qiladi:



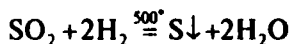
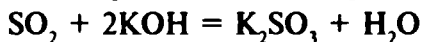
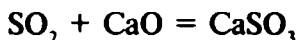
Reaksiya 200–350 °C da olib boriladi. Temperatura 350 °C dan oshirilsa, vodorod sulfid parchalanadi. Bu reaksiyaning amaliy ahamiyati yo'q. Vodorod sulfid va uning tuzlari kimyo sanoatida, tibbiyotda va kimyo laboratoriyalarida ishlatiladi.

## 10.5- §. Sulfit anhidrid $\text{SO}_2$ va sulfit kislota $\text{H}_2\text{SO}_3$

Oltinugurt kislorod bilan  $\text{S}_2\text{O}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  oksidlar hosil qiladi, bu oksidlardan amaliy ahamiyatga ega bo'lganlari  $\text{SO}_2$  – sulfit anhidrid va  $\text{SO}_3$  – sulfat anhidriddir. Sulfit anhidrid (oltinugurt (IV) oksid) tabiatda vulqon gazlari tarkibida vodorod sulfidga qaraganda ko'proq uchraydi. Sulfit anhidrid rangsiz, o'tkir va qo'lansa hidli, zaharli gaz bo'lib,  $18^\circ\text{C}$  da 3 atm bosim ostida siqilsa, suyuq holatga o'tadi. Suyuq sulfit anhidrid  $-10^\circ\text{C}$  da qaynaydi,  $-73^\circ\text{C}$  da esa qotadi.  $0^\circ\text{C}$  temperaturada 1 hajm suvda 80 hajm  $\text{SO}_2$  eriydi.  $20^\circ\text{C}$  haroratda esa 1 hajm suvda 40 hajm  $\text{SO}_2$  eriydi. Uning suvdagi eritmasi sulfit kislota deyiladi.  $\text{SO}_2$  kuchli qaytaruvchilar jumlasiga kiradi. Masalan:  $\text{SO}_2$  ga vodorod sulfid ta'sir ettirilganda oltinugurt (IV)- oksidi  $\overset{+4}{\text{S}}\text{O}_2$  oltinugurt  $\text{S}^\circ$  gacha qaytariladi.  $\text{SO}_2$  bu reaksiyada oksidlovchi bo'ladi:



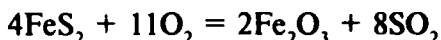
Sulfit anhidrid asoslar, asosli oksidlar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



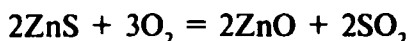
Bu reaksiyalar sanoatda S olish uchun qo'llaniladi. Sulfit anhidrid laboratoriyada misga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib yoki quruq holdagi natriy sulfit tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi:



Sanoatda sulfit anhidrid pirit  $\text{FeS}_2$  ni kuydirish yo'li bilan ham olinadi:



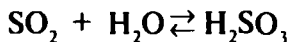
Turli metall sulfidlari kuydirilganda ham  $\text{SO}_2$  hosil bo'ladi:



Sulfit anhidridning ko'p miqdori sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ketadi. Ko'pgina rangli organik moddalar bilan sulfit anhidrid rangsiz birikmalar hosil qiladi. Shu sababli to'qimachilik sanoatida jun va ipak gazlamalarni oqartirishda ishlatiladi. Neft sanoatida esa  $SO_2$  moylarni tozalash, mog'orlarni yo'qotish uchun ishlatiladi.

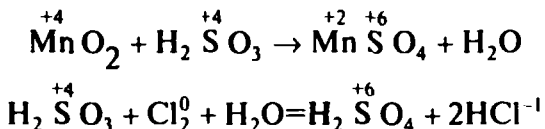
U mikroorganizmlarni o'ldirish, ho'l mevalarni dimlash, omborlarni dezinfeksiyalash, hayvon teri kasalligini davolash kabi xususiyatlarga ega.

**Sulfit kislota va sulfitlar.** Sulfit anhidrid suvda erib, ikki negizli beqaror sulfit kislota hosil qiladi. Sulfit kislota erkin holda olinmagan, faqat eritmadagina mavjud:

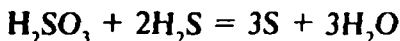


Sulfit kislota eritmasi qizdirilsa, muvozanat chapga siljib, eritmada  $SO_2$  gaz holida ajralib chiqadi.

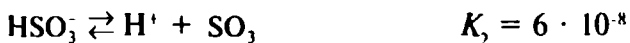
Sulfit kislota sulfit anhidrid singari qaytaruvchi va oksidlovchilik xossalarga ega. Sulfit kislota kislorod, xlor, brom, yod, marganes (IV) oksid, kaliy permanganat bilan reaksiyaga kirishganda qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:



Sulfit kislota eritmasidan vodorod sulfid o'tkazilsa,  $H_2SO_3$  qaytariladi:

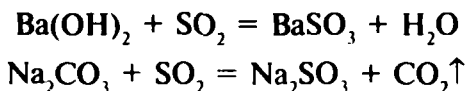


Sulfit kislota ikki negizli kislota bo'lganligi uchun ikki bosqichda ionlanadi:

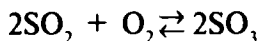


Uning o'rta ( $Na_2SO_3$ ,  $K_2SO_3$ ) va nordon tuzlari ( $NaHSO_3$ ,  $Ca(HSO_3)_2$ ) bor.  $H_2SO_3$  ning tuzlari sulfitlar deb ataladi. Sulfitlar erkin holda olingan ancha barqaror tuzlardir.

Sulfitlar asoslarga yoki karbonat tuzlarga  $SO_2$  ta'sir ettirib olinadi, masalan:



**Sulfat angidrid  $\text{SO}_3$ .** Sulfat angidrid rangsiz suyuqlik bo'lib, uning zichligi  $20\text{ }^\circ\text{C}$  da  $1,97\text{ sm}^3$  ga teng; toza sulfat angidrid  $+44,6\text{ }^\circ\text{C}$  da qaynaydi va  $+16,8\text{ }^\circ\text{C}$  da qotadi.  $\text{SO}_3$ , asosan, sulfit angidridni kislorod bilan oksidlab olinadi. Bu reaksiya faqat katalizator ishtirokida boradi. Katalizator sifatida platina, temir (III) oksid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yoki vanadiy (V) oksid ishlatiladi:

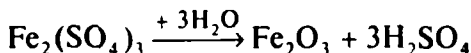


Bu reaksiya qaytar reaksiyadir. Kislorod miqdorining ko'payishi  $\text{SO}_3$  unumini oshiradi.  $450\text{ }^\circ\text{C}$  temperaturada 95% sulfat angidrid hosil bo'ladi. Sulfat angidrid suv bilan shiddatli ravishda birikadi, bunda ko'p miqdorda issiqlik chiqadi va tuman holda sulfat kislotada hosil bo'ladi.  $\text{SO}_3$  konsentrlangan sulfat kislotada eritilganda hosil bo'lgan eritma *oleum* deyiladi. Oleumda 60% gacha  $\text{SO}_3$  bo'ladi.

$\text{SO}_3$  kuchli oksidlovchi bo'lib, hatto fosfor  $\text{SO}_3$  ta'siridan yonib ham ketadi.  $\text{SO}_3$  kislotali oksidlarning barcha xossalariga ega.

## 10.6- §. Sulfat kislotada $\text{H}_2\text{SO}_4$ va uning tuzlari

Sulfat kislotada dastlab XV asrda Yevropada, aniqrog'i, Germaniyada temir (III) sulfatni haydash yo'li bilan olingan:



Hosil qilingan moddani suvda eritib, sulfat kislotada olingan («kuporos moyi»). Toza sulfat kislotada rangsiz, hidsiz, og'ir moysimon suyuqlik bo'lib,  $10,5\text{ }^\circ\text{C}$  da qattiq, kristall massaga aylanadi. Uning zichligi  $1,884$  ga teng. Sotiladigan konsentrlangan sulfat kislotada tarkibida 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bo'ladi. Uning zichligi  $1,84\text{ g/sm}^3$  ga teng.

100% li sulfat kislotada isitilganda undan avval  $\text{SO}_3$  ajralib chiqadi, natijada eritmada  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning konsentratsiyasi kamaya boshlaydi va 98,3% ga tushganda tarkibini o'zgartirmay,  $337\text{ }^\circ\text{C}$  da haydaladi. Konsentratsiyasi 98,3% dan kam bo'lgan sulfat kislotada eritmasi isitilganda, undan avval suv bug'lanib chiqadi. Bu — 98,3% li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasi uning azeotrop eritmasidir. Konsentrlangan sulfat kislotada teriga tegsa, terini kuydiradi. Agar sulfat kislotada teriga to'kilsa, shu zahoti ko'proq suv bilan yuvib, sulfat

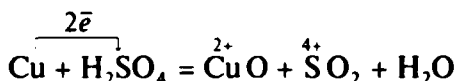
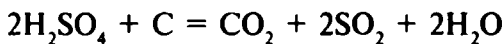
kislota to'kilgan joyni soda yoki ammiak eritmasi bilan ho'llash va yana suv bilan yuvish kerak.

Sulfat kislota suvda eriganda ko'p issiqlik chiqadi. Buning sababi – sulfat kislota suv bilan birikib, sulfat kislolaning gidratlari  $H_2SO_4 \cdot H_2O$ ,  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $H_2SO_4 \cdot x H_2O$  hosil qilishidir. Moddalarni sulfat kislota yordamida quritish uning ana shu xos-sasiga asoslangan.

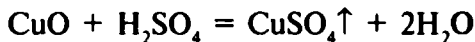
Suvsiz sulfat kislota o'zidan elektr tokini o'tkazmaydi. Konsentrlangan sulfat kislotani suyultirishda, suvni konsentrlangan kislotaga quyish yaramaydi, chunki bunda ko'p issiqlik chiqishi sababli kislota sachrab, kuydirishi mumkin. Sulfat kislotani oz-ozdan suvga quyish lozim.

Konsentrlangan sulfat kislota organik moddalar – shakar, qog'oz, yog'och, kraxmal, gazlama va boshqalardan suv element-larini tortib olib, ularni ko'mirga aylantiradi.

Konsentrlangan sulfat kislota kimyoviy xossasi jihatidan su-yultirilgan  $H_2SO_4$  dan farq qiladi. Masalan, konsentrlangan sulfat kislota uy temperaturasi sharoitida ko'pchilik metallar (Hg, Fe, Cu, Ag) va metallmaslar (C, S, P) bilan reaksiyaga kirishmaydi. Qizdirilganda esa reaksiya ketadi. Lekin vodorod ajralib chiqmasdan bu elementlarni oksidlab, o'zi  $SO_2$ , S hatto  $H_2S$  ga qadar qayta-riladi:



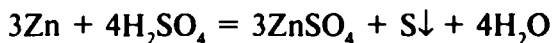
Hosil bo'lgan mis oksidi ortiqcha sulfat kislota bilan reaksiyaga kirishib, suv va mis sulfat tuzini hosil qiladi:



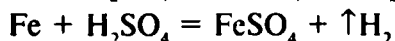
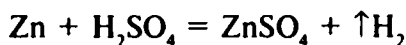
Konsentrlangan sulfat kislota faol metallar (masalan, rux) bilan o'zaro ta'sir ettirilganda,  $SO_2$  erkin oltingugurt va  $H_2S$  gacha qaytariladi:



Rux faol bo'lganligi uchun bir vaqtning o'zida quyidagi reaksiya-lar ham boradi:



Suyultirilgan sulfat kislota faolmas metallar (masalan, mis, simob, kumush, oltin) bilan reaksiyaga kirishmaydi. Faol metallar (masalan, temir, aluminiy, magniy, rux) bilan reaksiyaga kirishib, tarkibidagi vodorodini metallga almashinadi:



Barcha kislotalar ichida eng ko'p ishlatiladigani sulfat kislota-dir. Mineral o'g'itlar (masalan, superfosfat va ammoniy sulfat), portlovchi moddalar, bo'yoq, qog'oz, sun'iy tola, efir, turli sulfatlar ishlab chiqarishda, neftni tozalashda, xlorid kislota tayyorlashda, metallurgiya sanoatida va sanoatning ko'pgina boshqa tarmoqlarida ishlatiladi. Sulfat kislota ikki negizli kislota bo'lganligi uchun ikki xil: o'rta va nordon tuzlar hosil qiladi, masalan:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – natriy sulfat,  $\text{NaHSO}_4$  – natriy gidrosulfat. Sulfatlarning ko'pchiligi suvda eriydi, lekin  $\text{BaSO}_4$  deyarli erimaydi.  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$  lar esa yomon eriydi.

Sulfat kislolaning quyidagi tuzlari katta ahamiyatga ega:

1. *Natriy sulfat* –  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – soda ishlab chiqarishda, shisha tayyorlashda, tibbiyotda surgi sifatida, to'qimachilik sanoatida chitlarga ohor berishda ishlatiladi.

2. *Kaliy sulfat* –  $\text{K}_2\text{SO}_4$  shisha ishlab chiqarishda, achchiqtosh tayyorlashda va o'g'it sifatida ishlatiladi.

3. *Kalsiy sulfat* –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Bu tuz tabiatda ko'p uchraydi va gips deb ataladi. Gips 150–170 °C qizdirilsa, tarkibidagi kristallanish suvining 3/4 qismini yo'qotib, alebastr ( $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) deb ataladigan moddaga aylanadi. Gips har xil quyma qoliplar, shakllar tayyorlashda, devor va shiplarni suvashda ishlatiladi.

4. *Mis sulfat* –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Bu tuz mineral bo'yoqlar tayyorlashda, metallarni mis bilan qoplashda, mis sulfatning suyultirilgan eritmasiga esa qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashda, chitlarga gul bosishda va tibbiyotda ishlatiladi.

5. *Bariy sulfat* –  $\text{BaSO}_4$ . Bu tuzda rentgen nurlarini to'sish xususiyati bo'lganligi uchun tibbiyotda oshqozon va ichaklarni tekshirishda bemorlarga «bo'tqa» shaklida beriladi, texnikada oq bo'yoqlar tayyorlashda ishlatiladi.

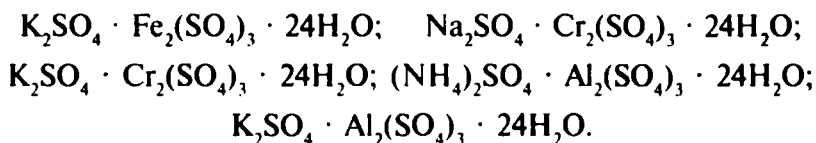
6. *Rux sulfat* –  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Bu tuz ham mineral bo'yoqlar

ishlab chiqarishda, chitga gul bosishda va tibbiyotda ishlatiladi. Yog'ochlarni chirishdan saqlash uchun ularga rux sulfat eritmasi shimdiriladi.

7. *Magniy sulfat* –  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Bu tuz tibbiyotda surgı sifa-tida, bo'yoqchilik va qog'oz sanoatida ishlatiladi.

8. *Temir sulfat* –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  tuzi siyoh tayyorlashda, yog'ochni chirishdan saqlash, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashda, fotografiyada, berlin zangorisi nomli rang tay-yorlashda va boshqa sohalarda ishlatiladi.

9. *Achchiqtoshlar*. Bir valentli va uch valentli metall sulfatlari eritmalari bir-biriga qo'shib kristallantirilsa, qo'sh tuz – ach-chiqtoshlar hosil bo'ladi:



Achchiqtoshlar ko'nychilik sanoatida, teriga ishlov berishda, bo'yoqchilikda, tibbiyotda va qog'oz sanoatida ishlatiladi.

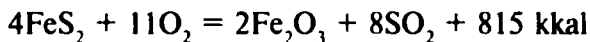
### 10.7- §. Sulfat kislotaning olinishi

Hozirgi vaqtda sulfat kislota sanoatda ikki usul bilan: kontakt usulda va nitroza usulida olinadi. Nitroza (minora) usulini 1758-yilda Angliya olimlari kashf qilishgan, keyinchalik 1827-yilda Gey-Lyussak va 1859-yilda Glover tomonidan bu usul takomillashtirildi. Kontakt usuli bilan sulfat kislota olishni 1831-yilda ingliz olimi P. Filips ishlab chiqdi va bu ikkala usul ham tez orada dunyoga tarqaldi.

Ikki usulda ham dastavval  $\text{SO}_2$  olinadi. S oltingugurtni yon-dirish, temir kolchedan ( $\text{FeS}_2$ ) ni kuydirish yo'li bilan olinadi. Sulfit angidrid olishning nihoyatda muhim manbayi rangli metal-lurgiya zavodlaridan chiqadigan gazlardir. Zavodda 1 t mis suyuq-lantirib olishda 7,5 t  $\text{SO}_2$  ajralib chiqadi, bundan esa 10 t dan ortiq sulfat kislota hosil qilish mumkin.

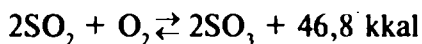
1. **Kontakt usuli.** Bu usul uch bosqichdan iborat: 1)  $\text{SO}_2$  ning olinishi; 2)  $\text{SO}_2$  ning  $\text{SO}_3$  ga aylantirilishi va 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hosil qilinishidir.

1. Pirit  $\text{FeS}_2$  kuydirilganda quyidagi reaksiya boradi:



Piritda turli qo'shimchalar bo'ladi. Pirit yonganda bu qo'shimchalar ham yonib, SO<sub>2</sub> bilan aralash chiqadi. Sulfit angidridni bu qo'shimcha mahsulotlar (kislород, azot, chang, nam, mishyak birikmasi As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, fosfor birikmalari)dan tozalash zarur, aks holda SO<sub>2</sub> ni oksidlashda ishlatiladigan katalizator zaharlanishi mumkin. Gazni mishyak birikmalaridan va changdan tozalash uchun gaz maxsus elektr tozalagichlardan hamda yuvish minorasidan o'tkaziladi, nam esa quritish minorasida konsentrlangan sulfat kislotaga yuttiriladi.

2. Shu usulda tozalangan va tarkibida kislород bor sulfit angidrid issiq almashtirgichda 450 °C gacha qizdiriladi, so'ngra tokchalariga katalizator V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> to'ldirilgan kontakt apparatga o'tadi. kontakt apparatida sulfit angidrid sulfat angidridga qadar oksidlanadi:

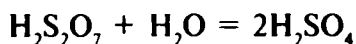


Kontakt apparatida kislород miqdorining ko'payishi sulfat angidridning hosil bo'lishidagi reaksiya unumini oshiradi. 450 °C temperaturada, odatda, 95% va undan ko'p sulfat angidrid hosil bo'ladi.

3. Hosil qilingan sulfat angidrid sulfat kislotaga yuttiriladi. Bunda paydo bo'lgan mahsulot *oleum* deyiladi. Sulfat angidrid sulfat kislotada shunchaki eribgina qolmay, balki u bilan qisman o'zaro ta'sir etib, pirosulfat kislotaga (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) hosil qiladi:

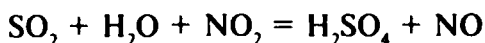


Oleumga va pirosulfat kislotaga suv qo'shib, istalgan konsentratsiyadagi sulfat kislotaga hosil qilish mumkin:



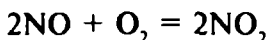
**II. Nitroza usuli.** Sulfat kislotaga ishlab chiqarishning kontakt usuli ishlab chiqilgunga qadar sanoatda sulfat kislotaga nitroza usuli bilan olinar edi.

Bu usulda changdan tozalangan SO<sub>2</sub> minoralarga kiritiladi, minoraga suv va nitroza berib turiladi. Tarkibida NO va NO<sub>2</sub> bo'lgan sulfat kislotaga eritmasi nitroza deb ataladi. Bu usulda SO<sub>2</sub> havo kislородi bilan emas, balki NO<sub>2</sub> bilan oksidlanadi. Minoralarda quyidagi reaksiya boradi:

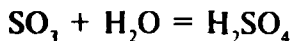




NO ning yaxshi xususiyati shundaki, u havo kislorodi bilan uchrashganida oksidlanib, NO<sub>2</sub> ga aylanadi:



Hosil bo'lgan NO<sub>2</sub> yana SO<sub>2</sub> ni oksidlaydi. NO<sub>2</sub> o'zining bir atom kislorodini SO<sub>2</sub> ga berib, o'zi yana havo kislorodini biriktirib oladi. SO<sub>2</sub> ning oksidlanishida NO<sub>2</sub> go'yo katalizator rolini o'ynaydi. Hosil bo'lgan SO<sub>3</sub> suv bilan birikib, sulfat kislota hosil qiladi:



Bu usul bilan 75% li sulfat kislota olish mumkin.



### *Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar*

1. Qanday kimyoviy xossalari jihatdan kislorod va oltingugurt elementlari bir-biriga o'xshaydi va bir-biridan farq qiladi? Javobingizni tegishli reaksiyalar tenglamalari bilan isbotlang.

2. Oltingugurtning allotropik shakl o'zgarishlarining sababini tushuntiring.

3. Oltingugurtning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalarini ifodalovchi reaksiyalarga misollar keltiring.

4. Polimetall rudalarni qayta ishlash zavodlarida nima uchun sulfat kislota ishlab chiqarish sexi bo'ladi? Javobingizni reaksiya tenglamalari bilan tasdiqlang.

5. Vodород sulfidning hosil qilish reaksiyalari tenglamalarini yozing.

6. Havoda uzoq turib qolgan vodorod sulfidning loyqalanib qolishiga sabab nima?

7. Vodород sulfidning qaytaruvchi xossasiga misollar keltiring.

8. Sulfid kislolaning: a) suvda eriydigan; b) suvda erimaydigan; d) suyultirilgan kislotalarda erimaydigan; e) faqat konsentrlangan kislotalarda eriydigan tuzlariga misollar keltiring.

9. SO<sub>2</sub> hosil qilish reaksiyalari tenglamalarini yozing.

10. Sulfit kislolaning oksidlovchi va qaytaruvchilik xossalariga tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

11. Nima uchun konsentrlangan sulfat kislotaga suv quyib bo'lmaydi?

12. Metallga suyultirilgan sulfat kislolaning ta'siri bilan kon-

sentrlangan sulfat kislota ta'sirining qanday farqi bor? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozish bilan javobingizni izohlang.

13. S, FeS<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl lardan foydalanib, sulfat kislota hosil qilish reaksiya tenglamalarini yozing.

14. Tarkibida 30% rux sulfid bo'lgan 1 t rux aldamasidan qancha rux va sulfat kislota hosil qilish mumkin?

Javob: 303 kg, 201 kg.

15. Tarkibida 20% mis bo'lgan 120 g mis va mis oksidi aralashmasiga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirilganda (normal sharoitda o'lchangan) qancha SO<sub>2</sub> va qancha tuz hosil bo'ladi?

Javob: 8,4 l SO<sub>2</sub>, 252 g CuSO<sub>4</sub>.

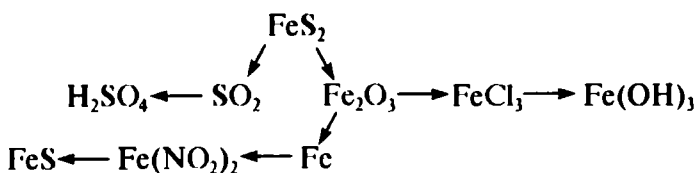
16. Sulfat kislota 40 g eritmasi bariy xlorid eritmasiga ta'sir ettirilganda 11,665 g cho'kma tushdi. Sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasini foizlarda ifodalang.

Javob: 12,25%.

17. Tarkibida 60% temir (II) sulfid bo'lgan 180 g FeS va Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aralashmasiga xlorid kislota ta'sir ettirilganda qancha (normal sharoitda) vodorod sulfid hosil bo'ladi? Bundan qancha sulfat kislota olish mumkin?

Javob: 26,5 l H<sub>2</sub>S va 24,71 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

18. Quyidagi moddalarni hosil qilishga imkon beradigan reaksiyalarning tenglamalarini yozing:



19. a) 15,8 g kaliy permanganatdan; b) 12,26 g bertole tuzidan; d) 21,66 g simob (II) oksiddan; e) 3,4 g vodorod peroksidan qancha kislorod olish mumkin?

Javob: a) 1,6 g; b) 4,8 g; d) 1,6 g; e) 1,6 g.

20. Ozon o'zining qanday xossalari bilan kisloroddan farq qiladi? Tegishli reaksiyalarning tenglamalarini yozing.

21. Havo qanday qilib suyuqlantiriladi?



## XI BOB. DAVRIY SISTEMANING BESHINCHI GRUPPASI

### 11.1- §. Beshinchi grupp elementlarining umumiy tavsifi

Bu gruppaga azot – N, fosfor – P, mishyak – As, surma – Sb hamda vismut – Bi elementlari kiradi. Bu elementlar atomlarining sirtqi qavatida beshtadan elektron bo'lib, ikki elektron *s*-pog'onachada, uchta elektron *p*-pog'onachada turadi. *s*-elektronlar juftlangan, *p*-elektronlar esa yakka elektronlardir. Atom g'alayonlanganida juftlashgan *s*-pog'onachadagi elektronlarning biri *d*-pog'onachaga o'tadi; yakka elektronlar soni beshtaga yetadi. Bu elementlar shu juftlashmagan beshta elektronini berib, musbat besh valentli birikmalar hosil qiladi. Elementlar uchta elektron biriktirib olishi ham mumkin, natijada manfiy uch valentliga aylanadilar.

Elementlar tartib raqamining ortib borishi bilan elektronga moyilligi kamayib boradi, ya'ni azotdan vismutga o'tgan sari metallik xossalari ortib, metallmaslik xossalari kamayadi.

Azot gruppasidagi elementlarning elektronlar biriktirib olish xususiyati oltinchi va yettinchi gruppalardagi tegishli elementlarnikiga qaraganda ancha kuchsizdir. Elektr manfiyligi nisbatan kichik bo'lganligi tufayli ularning vodorod bilan bog'lanishi vodorodning oltinchi va yettinchi grupp elementlari bilan bog'lanishidagiga qaraganda kamroq qutblangan. Shuning uchun azot gruppasidagi elementlarning vodorodli birikmalari suvdagi eritmalardan vodorod ionini ajratib chiqara olmaydi.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{BiH}_3$  birikmalarning suvdagi eritmaları kislotali xossaga ega emas.

#### Azot gruppasidagi elementlarning xossalari

№	Xossalari	N	P	As	Sb	Bi
1	Tartib raqami	7	15	33	51	83
2	Valent elektronlari	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^3$	$4s^2 4p^3$	$5s^2 5p^3$	$6s^2 6p^3$
3	Atom radiusi,	0,71	1,3	1,48	1,60	1,8
4	Nisbiy elektromanfiyligi	3,07	2,1	2,2	1,82	1,67

5	Atomning ionlanish energiyasi, eV	14,5	10,5	9,8	8,6	7,3
6	Suyuqlanish temperaturasi, °C	-209,86	44,1 (oq)	817	630,5	271,3
7	Qaynash temperaturasi, °C	-195,8	287,5	633	1635,5	1560
8	Solishtirma massasi, $^2/\text{sm}^3$	1,2506	1,828 (oq)	5,72	6,69 kristall	9,8
9	Ion radiusi, Å	1,48	1,86	1,91	0,92	1,20
10	Yer po'stlog'idagi og'irlik foizi	$10^{-2}\%$	$8 \cdot 10^{-3}\%$	$5 \cdot 10^{-4}\%$	$4 \cdot 10^{-5}\%$	$2 \cdot 10^{-5}\%$
11	Birikmalardagi oksidlanish darajasi	-3, +1, +2, +3, +4, +5	-3, +5, +3, +4, +1	-3, +3, +5	-3, +3, +5	-3, +3, +5

### 11.2- §. Azot

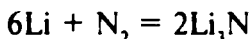
**Azotning tabiatda uchrashi.** Azot nomi grekcha «azos» so'zidan olingan bo'lib, uning ma'nosi hayotiy emas demakdir. Metallar berk idishda qizdirilganda havoning bir qismi metall bilan birikmasdan ortib qolishini 1756-yilda M.V.Lomonosov, 1772-yilda A.Rezerford tajriba asosida isbotladilar. 1774–1775-yillarda Lavuazye Lomonosovning azot ustida qilgan tajribalarini simob elementlari bilan takrorlab, yonishdan ortib qolgan gaz havoning beshdan to'rt qismini tashkil etishini aniqladi va bu ortib qolgan gazni azot deb atadi.

Azot tabiatda erkin holda va birikma holida uchraydi, kimyoviy belgisi N. Og'irlik jihatdan havoning 75,5% ni azot tashkil etadi. Azotning anorganik birikmalari Chilida natriyli selitra ( $\text{NaNO}_3$ ) holida uchraydi. Tuproqda ham oz miqdorda azot birikmalari bo'ladi. O'simlik va hayvonlar organizmidagi organik birikmalar (gemoglobin, xlorofill, vitaminlar, oqsil moddalar) tarkibida ham azot bo'ladi. Demak, azot hayot uchun eng zarur elementlardan biridir.

Mashhur olim mikrobiolog V.L.Omelyanskiy so'zi bilan aytganda «Azot biologik nuqtayi nazardan eng asl metallardan ham asroqdir».

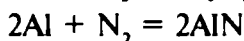
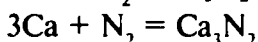
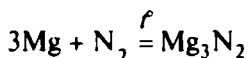
**Azotning fizik xossalari.** Azot rangsiz, hidsiz, mazasiz gaz bo'lib, suvda juda oz eriydi. Bir hajm suvda 20 °C da 0,0154 hajm azot eriydi. Azot havodan bir oz yengil: bir litr azot 1,25 g keladi. Azot -219,86 °C da suyuqlanib, -195,8 °C da qaynaydi.

**Azotning kimyoviy xossalari.** Azot atomining sirtqi pog'onasida beshta elektron bo'lganligi uchun uchta elektron qabul qilib, manfiy uch valentlik hamda elektronlarini berganda +1, +2, +3, +4 valentlik namoyon qiladi. Azot molekulasi ikki atomdan iborat bo'lib, bu atomlar o'zaro juda pishiq uchta umumiy elektron juft hosil qilib (kovalent) bog'langan: :N::N: yoki N<sub>2</sub>. Shuning uchun ham azot oddiy sharoitda hech qanday elementlar bilan reaksiyaga kirishmaydi, desa bo'ladi. Oddiy sharoitda azot faqat litiy bilan birikadi:

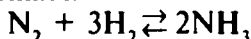


Yuqori temperaturada azotning faolligi ortib, metallar va metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi.

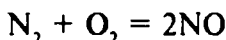
Azotning metallar bilan hosil qilgan birikmalari nitridlar deyiladi:



Azot katalizator ishtirokida yuqori bosim va yuqori temperaturada vodorod bilan birikadi:



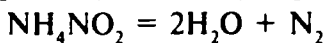
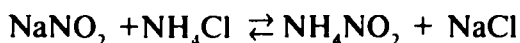
U elektr yoyi temperaturasi ta'sirida kislorod bilan birikadi:



**Azotning olinishi.** Azot, asosan, havodan olinadi. Havoning tarkibida hajm jihatdan 78,09% azot, 20,95% kislorod, 0,93% inert gaz, 0,03% CO<sub>2</sub> bo'ladi. Havoni suyuq holatga o'tkazib azot olinadi. Buning uchun havo maxsus qurilmalarda 200 atm bosimda siqilib, 1 atm gacha bo'shatiladi. Shu jarayon natijasida havo soviydi, uni bir necha marotaba takrorlab, havo yetarli darajada sovitiladi va suyuq holatga o'tkaziladi. Suyuq havo tarkibidagi azot, kislorod va inert gazlar bir-biridan qaynash temperaturalari orasida farq borligiga asoslanib ajratiladi. Lekin bu yo'l bilan olingan azot toza emas. Kimyoviy toza azot uning birikmasidan, masalan, ammiakdan olinadi, buning uchun ammiak qattiq qizdirilgan mis (II) oksid ustidan o'tkaziladi:



Laboratoriyada natriy nitritning to'yingan eritmasiga ammoniy xlorid tomchilatib quyiladi, sal qizdirganda:



reaksiyaga muvofiq azot ajralib chiqadi. Bu azot tarkibida  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$  qo'shimchalar bo'ladi.

Azotni  $\text{NH}_3$  dan tozalash uchun uni  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasi orqali,  $\text{NO}$  dan tozalash uchun  $\text{FeSO}_4$  eritmasi orqali,  $\text{O}_2$  dan tozalash uchun esa qizdirilgan mis bo'laklari ustidan o'tkaziladi.

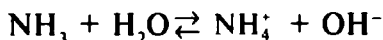
**Azotning ishlatilishi.** Erkin azot elektrotexnika sanoatida «yarim vattli» lampalarni to'ldirish uchun, ammiak sintez qilish, kalsiy sianamid ishlab chiqarish va azotli o'g'itlar hamda portlovchi moddalar tayyorlashda ishlatiladi.

### 11.3- §. Azotning vodorodli birikmalari

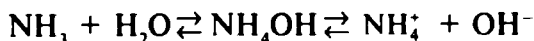
Azot vodorod bilan birikib, ammiak  $\text{NH}_3$ , gidrazin  $\text{N}_2\text{H}_4$  va azid kislotasi  $\text{HN}_3$  birikmalarini hosil qiladi. Bu birikmalardan eng ahamiyatlisi ammiakdir, shuning uchun ammiak ustida biroz to'xtalamiz.

Ammiak — o'ziga xos o'tkir hidli, rangsiz gaz. Havodan 1,7 marta yengil bo'lganligi uchun uni to'ntarilgan idishga yig'ish mumkin. Ammiak suvda juda yaxshi eriydi: 1 / suvda  $0^\circ\text{C}$  temperaturada 1150 / ammiak eriydi. Ammiakning suvdagi eritmasi novshadil spirt ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) deyiladi. Novshadil spirtning savdodagi eritmasi 25% li bo'lib, solishtirma og'irligi  $0,91 \text{ g/sm}^3$  ga teng. 1 / ammiak normal sharoitda  $0,77 \text{ g}$  keladi. Ammiak odatdagi bosimda,  $-33,4^\circ\text{C}$  da suyuq holatga o'tadi,  $-77,7^\circ\text{C}$  da qotadi.

**Kimyoviy xossalari.** Suvda erigan ammiakning ko'p qismi  $\text{NH}_3$  holida bo'ladi, shuning uchun uning eritmasidan ammiak hidi kelib turadi. Erigan ammiakning oz qismi suvning  $\text{H}^+$  ionlari bilan birikib, ammoniy  $\text{NH}_4^+$  ionini hosil qiladi va gidroksil ionlarini ajratib chiqaradi:



Gidroksil ionlari o'z navbatida ammoniy ioni bilan birikib,  $\text{NH}_4\text{OH}$  molekulasini hosil qiladi. Natijada eritmada quyidagicha muvozanat qaror topadi:

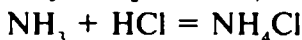
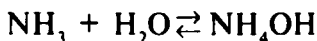


Eritmadagi  $\text{OH}^-$  ionlarining konsentratsiyasi katta bo'lmaydi, chunki muvozanat ko'proq chap tomonga siljigan bo'ladi. Shu

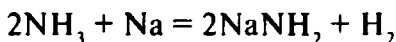
sababli eritma kuchsiz ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Turli birikmalarda  $\text{NH}_4^+$  kationi bir valentli metall kationiga o'xshaydi. Masalan, kislotalarning anionlari bilan birikib:  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – ammoniy xlorid,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – ammoniy nitrat,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – ammoniy sulfat,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  – ammoniy karbonat va boshqa tuzlar hosil qiladi.

Ammiak birikish, o'rin olish va oksidlanish reaksiyalariga kirishadi.

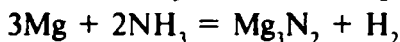
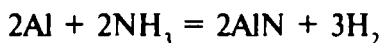
*Birikish reaksiyalari:*



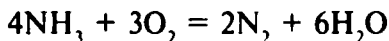
*O'rin olish reaksiyalari.* Suyuqlantirilgan natriy ustidan ammiak o'tkazilsa, natriy amid hosil bo'ladi:



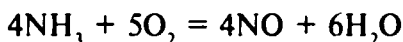
Qizdirilgan aluminiy yoki magniy ustidan ammiak o'tkazilsa, metallarning nitridlari hosil bo'ladi:



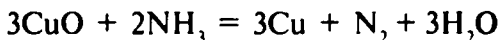
*Oksidlanish reaksiyalari.* Ammiak kislorodda yonib, erkin azot-gacha oksidlanadi:



Katalizator (masalan, platina, xrom (III) oksid) ishtirokida reaksiya azot (II)-oksid va suv hosil bo'lishi bilan boradi:



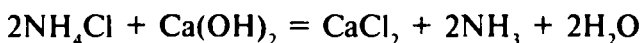
Qizdirilganda ammiak mis (II)-oksid bilan reaksiyaga kirishib, misni  $\text{Cu}^{+2}$  valentlikdan  $\text{Cu}^0$  valentlikkacha qaytaradi, o'zi  $\text{N}_2$  ga qadar oksidlanadi:



**Ammiakning laboratoriyada olinishi.** Laboratoriya sharoitida ammiak ammoniy tuziga ishqor qo'shib qizdirib olinadi:



$\text{NH}_4\text{Cl}$  bilan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ning aralashmasini qizdirish yo'li bilan ham olinadi:



**Ammiakning texnikada olinishi.** Toshko'mir tarkibida 2,5% azot bo'lib, uning 25% i quruq haydashda ammiak holida ajralib chiqadi, toshko'mirdan chiqqan gaz suvda eritilganda ammoniy gidrok-sid hosil bo'ladi. Buni qizdirish yo'li bilan ammiak olish mumkin. Bir tonna ko'mirdan 2—3 kg ammiak chiqadi. Lekin bu usul bilan olingan ammiak unga bo'lgan ehtiyojni qondira olmaydi.

1908-yilda azot bilan vodorodni biriktirib, ammiak olish usuli taklif etildi:

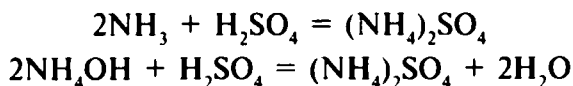


Bu reaksiya qaytar reaksiyadir. Ko'p ammiak hosil qilish uchun Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, reaksiyani yuqori bosim va past temperaturada olib borish kerak. Past temperaturada reaksiya sekin boradi. Reaksiyani tezlatish uchun katalizator sifatida  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  aralashgan temir metali ishlatiladi.

Azot bilan vodoroddan iborat aralashma katalizator yordamida 200—220 atm gacha siqiladi. Siqilgan vodorod bilan azot aralashmasi  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  va qo'shimchalardan tozalanib, 450—525 °C gacha qizdirilgan va ichida katalizator bo'lgan kontakt apparatga kiritiladi, bu yerda 15—20% ammiak hosil bo'lib, reaksiyaga kirishmay qolgan  $\text{H}_2$  va  $\text{N}_2$  bilan birga sovitgichga o'tkaziladi, undan ammiakni yutish apparatiga o'tadi. Bu yerda ammiak suvga yoki sulfat kislotaga yutiladi, azot bilan vodorod esa sirkulatsion so'rg'ich orqali yana ammiak olish uchun kontakt apparatiga yuboriladi.

**Ammiakning ishlatilishi.** Ammiak kimyo sanoatida va qishloq xo'jaligida katta ahamiyatga ega. Ammiak nitrat kislotasi ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Ammoniy tuzlari: ammoniy nitrat —  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , ammoniy sulfat —  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , ammoniy fosfat —  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida ishlatiladi. Ammiak dori-darmon tayyorlashda, har xil bo'yoqlar, portlovchi moddalar tayyorlashda ham muhim ahamiyatga ega. Ammiak oson suyuqlikka aylanishi va keyin bug'langanda issiqlik yutilishi tufayli u sovitish texnikasida qo'llaniladi.

**Ammoniy tuzlari.** Ammoniy tuzlari ammoniy gidroksidga yoki ammiakka kislotalar ta'sir ettirib olinadi. Masalan:

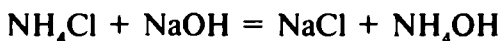


Ammoniy tuzlari suvda yaxshi eriydigan va yaxshi dissotsilana-digan rangsiz kristall moddalardir. Ular eruvchanligi va kristall

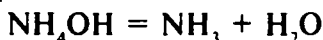


panjarasining tuzilishi jihatidan ishqoriy metallarning tuzlariga o'xshaydi.

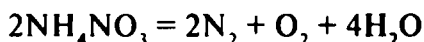
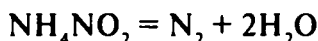
Ammoniy tuzlari boshqa tuzlar singari ishqorlar, kislotalar va tuzlar bilan o'zaro reaksiyaga kirishadi, masalan:



Ammoniy gidroksid beqaror modda bo'lib, darhol  $\text{NH}_3$  bilan  $\text{H}_2\text{O}$  ga parchalanadi:



Ammoniy tuzlari qattiq holda isitilsa, termik dissotsilanadi:

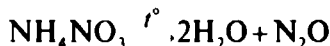


Ammoniy tuzlarining termik dissotsilanish tabiati shu tuzni hosil qilgan kislotalaning kuchiga bog'liq. Kislota qancha kuchsiz bo'lsa, ammoniy tuzi shuncha oson parchalanadi. Masalan: ammoniy xlorid  $350\text{ }^\circ\text{C}$  da  $\text{NH}_3$  bilan  $\text{HCl}$  ga ajraladi; ammoniy karbonat  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  odatdagi sharoitdayoq ( $60\text{ }^\circ\text{C}$  da) to'liq  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ga ajraladi.

#### 11.4- §. Azotning kislorodli birikmalari

Azot kislorod bilan birikib bir necha oksidlar hosil qiladi. Masalan:  $\text{N}_2\text{O}$  – azot (I)-oksid,  $\text{NO}$  – azot (II)-oksid,  $\text{N}_2\text{O}_3$  – azot (III) oksid va h. k.  $\text{N}_2\text{O}$  va  $\text{NO}$  tuz hosil qilmaydigan, qolganlari esa tuz hosil qiladigan oksidlardir.

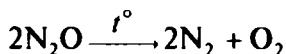
*Azot (I) oksid.*  $\text{N}_2\text{O}$  toza va quruq ammoniy nitratni qizdirib olinadi:



Temperatura  $30\text{ }^\circ\text{C}$  dan oshirilsa, reaksiya portlash bilan ketadi, shuning uchun temperaturani  $300\text{ }^\circ\text{C}$  dan oshirmaslik kerak.  $\text{N}_2\text{O}$  – rangsiz, xushbo'y hidli va shirin ta'mli gaz.  $-102,3\text{ }^\circ\text{C}$  da suyuqlanib,  $-88,49\text{ }^\circ\text{C}$  da qaynaydi. Suvda yaxshi eriydi, lekin suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, bir hajm suvda  $0\text{ }^\circ\text{C}$  da 1,3 hajm  $\text{N}_2\text{O}$  eriydi.

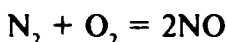
$\text{N}_2\text{O}$  da ko'mir, fosfor, oltingugurt kabi moddalar yonadi,

chunki u yuqori temperaturada o'z kislorodini boshqa elementlarga beradi.  $N_2O$  qizdirilsa, azot bilan kislorodga ajraladi:



$N_2O$  bilan nafas olgan kishi og'riqni sezmaydi. Shuning uchun uning kislorod bilan aralashmasi yengil operatsiyalarda narkoz sifatida ishlatiladi.  $N_2O$  bilan ko'proq nafas olinsa, asab torlariga ta'sir etib, kishini kuldiradi, shuning uchun ham uni «kuldiruvchi gaz» deyiladi.

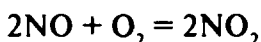
*Azot (II) oksid NO.* Azot bilan kislorod odatdagi sharoitda o'zaro reaksiyaga kirishmaydi, ammo juda yuqori temperaturada havodan elektr uchqunlari o'tkazilganda birikib, NO hosil qiladi:



NO sanoatda ammiakni oksidlab olinadi. Laboratoriya sharoitida esa 1:1 nisbatda suyultirilgan nitrat kislota bilan misni o'zaro ta'sir ettirish natijasida olinadi:



NO rangsiz va hidsiz gaz.  $t_{suyuq.}^\circ = -163,6^\circ C$ ,  $t_{qayin.}^\circ = -151,8^\circ C$  suvda oz eriydi. 1 litr suvda  $0^\circ C$  da 0,7 l NO eriydi. NO havoda kislorod bilan tezda birikib, azot (IV) oksid hosil qiladi:

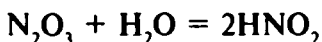


Shuning uchun ham NO doimo suv tagida yig'iladi, yonib turgan cho'p, oltingugurt NO da o'chadi, ammo fosfor, ko'mir kabi moddalar NO ning kislorodini olib, yonishini davom ettirishi mumkin. NO ancha barqaror modda bo'lib,  $700^\circ C$  dan yuqori temperaturada parchalanadi.

*Azot (III)-oksid.  $N_2O_3$*  – to'q havo rang suyuqlik. Azot (III) oksid bilan azot (IV) oksidning ekvivalent miqdordagi aralashmasi sovitilsa,  $N_2O_3$  hosil bo'ladi.  $N_2O_3 + 4^\circ C$  da qaynaydi,  $25^\circ C$  da 90% parchalanadi:

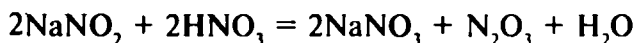


$N_2O_3$  suvda erib, nitrit kislota hosil qiladi:

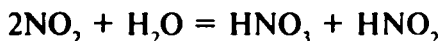


Shuning uchun azot (III)-oksid nitrit angidrid deb ham yuritiladi.

$N_2O_3$  ni natriy nitritga nitrat kislota ta'sir ettirib ham olish mumkin:



*Azot (IV) oksid.*  $NO_2$  nihoyatda zaharli, bo'g'uvchi hidli, qizil-qo'ng'ir gaz.  $t_{qayin}^{\circ} = 21,3^{\circ}C$ ,  $-9,3^{\circ}C$  da rangsiz kristall holdida qotadi. Suvda yaxshi eriydi. U kislotali oksid sifatida suv bilan o'zaro ta'sir etib, ikki xil kislota hosil qiladi:



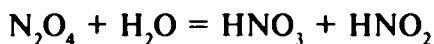
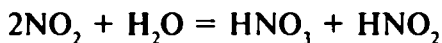
Laboratoriya sharoitida  $NO_2$  misga konsentrlangan nitrat kislota ta'sir ettirib yoki qattiq  $Pb(NO_3)_2$  ni qizdirish yo'li bilan olinadi:



Azot (IV) oksid polimerlanadi:

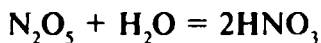


Bular  $+144^{\circ}C$  bilan  $-11^{\circ}C$  orasida o'zaro muvozanatda turadi. Temperatura kamaytirilsa, muvozanat o'ngga, temperatura ko'tarilsa, aksincha muvozanat chapga siljiydi. Azot (IV)-oksid va azot qo'sh oksid suv bilan reaksiyaga kirishib, bir xil mahsulot hosil qiladi:

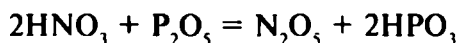


Azot (IV) oksid nitrat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

*Azot (V) oksid.*  $N_2O_5$  – qattiq, rangsiz kristallardan iborat modda.  $t_{suyuq}^{\circ} = 30^{\circ}C$ ,  $t_{qayin}^{\circ} = 47^{\circ}C$ ,  $N_2O_5$  suvda erib, nitrat kislota hosil qiladi, shuning uchun  $N_2O_5$  nitrat anhidrid deb ham ataladi:



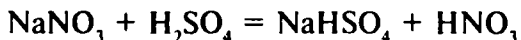
Nitrat kislotaga fosfor (V)-oksid ta'sir ettirib,  $N_2O_5$  olinadi:



$N_2O_5$  – nihoyatda kuchli oksidlovchidir.

## 11.5- §. Nitrat kislotaning olinishi va xossalari

Nitrat kislota XX asr boshlariga qadar natriy nitratga (ya'ni Chili selitrasiga) konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinardi:

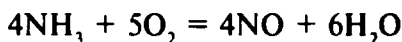


Chilidan natriy nitrat tashib kelib nitrat kislota olish qimmatga tushganligi uchun nitrat kislota olishning boshqa yo'li izlandi. Havodagi azotni boshqa element bilan bog'lab, nitrat kislota olish kimyogarlar oldiga asosiy vazifa qilib qo'yildi.

Sanoatda ammiakni platina katalizatori ishtirokida oksidlab nitrat kislota olishni I.I.Andreyev kashf etdi va bu usulni dastlab Makeyevkadagi maxsus tajribalar o'tkazish joyida (1916-yil), keyinchalik, 1917-yilda Donetskdagi zavodda amalga oshirdi. Bu usul nitrat kislota olishning hozirgi zamon usullaridan eng muhimidir.

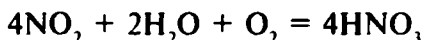
Nitrat kislota olish jarayonini uch bosqichga bo'lish mumkin:

1) ammiakni platina katalizatori yordamida NO gacha oksidlash:



2) NO ni havo kislorodi ta'sirida NO<sub>2</sub> gacha oksidlash;

3) NO<sub>2</sub> ni ortiqcha kislorod ishtirokida suvga yuttirish:

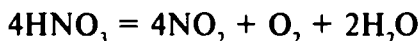


Bu jarayon boshlanishidan avval ammiak va havo vodorod fosfid, vodorod sulfid, chang, moy kabi zararli qo'shimchalardan tozalanadi, chunki ular katalizatorni zaharlaydi. Havo 250–300 °C ga qadar isitiladi. Keyin ammiak bilan havodan tarkibida 10–12% ammiak bo'lgan aralashma tayyorlanadi. Aralashma kontakt apparatiga kiritiladi. Kontakt apparatda tarkibida 5–7 foiz radiyli platina simdan yasalgan bir necha qavat to'r bo'ladi. Atmosfera bosimida ishlaydigan kontakt apparatda temperatura 700–750 °C ga yetadi. Bu yerda ammiak oksidlanib, NO bilan suv hosil qiladi. Kontakt apparatdan chiqqan gazlar (NO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) sovitiladi. Gazlar soviganda NO o'ziga kislorod biriktirib olib, NO<sub>2</sub> ga aylanadi. Hosil bo'lgan NO<sub>2</sub> suvga yutiladi va HNO<sub>3</sub> hosil qiladi. Shu yo'l bilan hosil qilingan kislota suyultirilgan (40–50% li) kislota bo'ladi. Agar NO<sub>2</sub> ni yuqori bosimda kislorod ishtirokida suvda eritilsa, yuqori konsentratsiyali kislota hosil bo'ladi. Suyultirilgan nitrat kislota xrom qo'shilgan po'latdan yasalgan idishlarda, konsentrlangani esa aluminliy idishlarda saqlanadi.

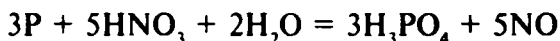
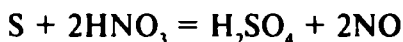
**Fizik xossalari.** Toza nitrat kislotaning zichligi  $1,50 \text{ g/sm}^3$  va qaynash temperaturasi  $86 \text{ }^\circ\text{C}$ . U rangsiz suyuqlik bo'lib,  $-41 \text{ }^\circ\text{C}$  da qotadi, tiniq kristall massaga aylanadi. Nitrat kislotasi suv bilan har qanday nisbatda ham aralashadi. Uning 68% li eritmasi  $120,5 \text{ }^\circ\text{C}$  da qaynab, tarkibini o'zgartirmay haydaladi.

**Kimyoviy xossalari.** Nitrat kislotasi bir negizli kuchli kislotasi, u o'zining suyultirilgan eritmalarida  $\text{H}^+$  va  $\text{NO}_3^-$  ga batamom dissiotsilangan bo'ladi.

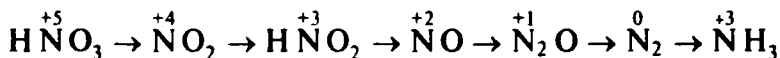
Nitrat kislotasi kimyoviy jihatdan beqaror bo'lib, yorug'lik ta'sirida va isitilganda asta-sekin  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ga ajralib turadi:



Nitrat kislotasi eng kuchli oksidlovchilardan biridir. Ko'pchilik metallmaslar nitrat kislotasi bilan ta'sirlashganda o'sha metallmaslarning kislotalari hosil bo'ladi. Masalan:

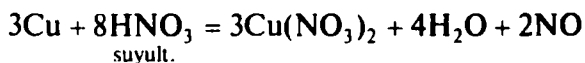
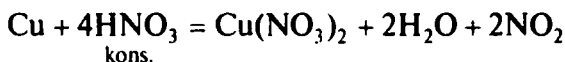


Nitrat kislotaning oksidlash kuchi va qanday moddagacha qaytarilishi uning konsentratsiyasi va metallning faolligiga bog'liq. Nitrat kislotasi boshqa moddalarni oksidlab, o'zi birin-ketin quyidagi birikmalarga qadar qaytariladi:

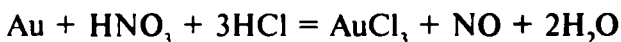


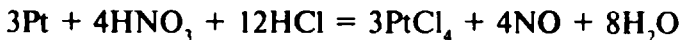
Konsentrlangan nitrat kislotasi hamma vaqt  $\text{NO}_2$  gacha qaytariladi.

Suyultirilgan nitrat kislotasi  $\text{NO}$  gacha yoki ancha faol metallar (masalan, temir, rux, magniy) ga ta'sir etganda  $\text{N}_2\text{O}$  gacha qaytariladi. Agar kislotasi juda suyultirilgan bo'lsa, ammoniy nitrat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil bo'ladi:



Bir hajm nitrat kislotasi bilan uch hajm xlorid kislotadan iborat aralashma *zar suvi* deyiladi. Zar suvi nitrat kislotada erimaydigan oltin va platinani ham eritadi:

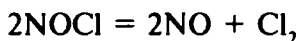




Reaksiya mexanizmi quyidagicha:



Nitrozil xlorid NOCl beqaror modda bo'lib, quyidagicha parchalanadi:

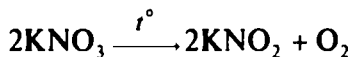


va bundan oldingi reaksiyada ajralib chiqqan xlor oltin va platinaga ta'sir etib, ularni xloridlarga aylantiradi.

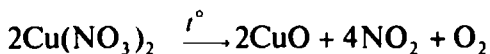
**Ishlatilishi.** Nitrat kislota azotli o'g'itlar, organik bo'yoqlar, sun'iy tolalar, kinolentalar, plastmassalar tayyorlashda, sulfat kislota ishlab chiqarishda, metall tuzlarini olishda, ko'pgina portlovchi moddalarni (nitroglitserin, piroksilin, dinamit va b.) tayyorlashda ishlatiladi.

**Nitrat kislota tuzlari.** Nitrat kislota tuzlari *nitratlar* deb ataladi. Nitratlar tegishli metallarga yoki metallarning oksidlariga nitrat kislota ta'sir ettirish yo'li bilan hosil qilinadi. Nitratlar suvda yaxshi eriydi.

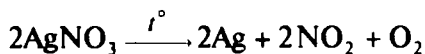
Ko'pgina nitratlar qizdirilganda suyuqlanib, parchalana boshlaydi. Metallarning faollik qatorida magniygacha bo'lgan metallarning nitratlari qizdirilganda nitrit kislota –  $\text{HNO}_2$  ning tuzlari hosil bo'ladi va kislorod ajralib chiqadi, chunki bu nitratlarning parchalanish temperaturasida nitritlar barqaror bo'ladi:



Faollik qatorida magniy bilan mis orasida turgan metallarning (Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, Cu) nitratlari parchalanganda oksidlar va kislorod hosil bo'ladi:



Faollik qatorida misdan keyin turgan metallarning (Hg, Ag, Pt, Au) nitratlari parchalanganda erkin metall, azot (IV) oksid va kislorod hosil bo'ladi:



**Azotli o'g'itlar.** Azotli o'g'itlar qishloq xo'jaligida hosildorlikni oshirishda juda katta ahamiyatga ega. Azotli o'g'itlarni uch guruhga bo'lish mumkin:

1. Mineral o'g'itlar: ammoniy nitrat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , kaliy nitrat

$\text{KNO}_3$ , natriy nitrat  $\text{NaNO}_3$ , suyuq ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$ , sintetik mochevina (karbamid)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  va b.

2. Organik o'g'itlar: go'ng, kompost, parranda axlati, hayvon axlati va b.

3. Ko'kat o'g'itlar: lupin, seradella va b.



### ***Bilimlarni tekshirish uchun mashq va masalalar***

1. Lavuazye azotni inert gaz deb qaradi. Bu nuqtayi nazarni rad qilish uchun qanday dalillar keltira olasiz?

2. Laboratoriyada azot olish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi: a) ichiga qattiq qizdirilgan mis qirindisi solingan naydan havo o'tkaziladi; b) natriy nitratga ammoniy xlorid ta'sir ettirib azot olinadi. Birinchi usul bilan olingan azot ikkinchi usul bilan olingan azotdan tarkibi jihatdan nimasi bilan farq qiladi?

3. Azotning qanday kislorodli birikmalarini bilasiz? Bu birikmalar qanday olinadi? Ularning kimyoviy xossalarini solishtiring.

4. a) Ammiakni sanoatda sintez qilish sxemasini chizing. b) Temperatura  $550\text{ }^\circ\text{C}$  dan oshirilsa, ammiakning hosil bo'lish unumi oshadimi? Javobingizni izohlab bering.

5. Bir idishda ammiak, kislorod va is gazi aralashirilgan. Bu gazlarni qanday qilib bir-biridan tozalash mumkin? Javobingizni izohlab bering.

6. Oltita shisha silindrdan biri ammiak, biri karbonat angidrid, biri xlor, biri kislorod, biri azot va yana biri havo bilan to'ldirilgan bo'lsin. Shu silindrlardan har biri qaysi gaz bilan to'ldirilganligini qanday aniqlaysiz?

7. Ammiakning birikish, almashinish, oksidlanish reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

8. Ammiakdan nitrat kislotani qanday hosil qilish mumkin? Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

9. Nima uchun nitrat kislotasi faqat oksidlovchi, nitrit kislotasi esa ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossalarni namoyon qiladi?

10. a) Ammoniy tuzlarining parchalanish temperaturasi nimaga bog'liq? b) Ammoniy tuzlarini boshqa tuzlardan qanday farq qilish mumkin?

11. Nitrat kislotasi tuzlari qanday xossasi bilan boshqa tuzlardan farq qiladi? Javobingizni tegishli reaksiya tenglamalarini yozish bilan izohlang.

12. Suyultirilgan va konsentrlangan nitrat kislotasi, rux, temir, mis va qalayga ta'sir ettirilganda hosil bo'ladigan reaksiya mahsulotlarini yozing.

13. Sanoatda 1 t nitrat kislota olish uchun qancha ammiak sarf bo'ladi (azotning 6 foizi isrof bo'ladi, deb hisoblang)?

*Javob:* 0,29 t.

14. Bir kilogramm ammiak sulfat kislota bilan reaksiyaga kirisha, qancha ammoniy sulfat hosil bo'ladi? Bunda  $H_2SO_4$  ning 60 foizli eritmasidan (solishtirma og'irligi 1,5) qancha hajm sarf bo'ladi?

*Javob:* 3,88 kg; 3,2 l.

15. 50 g ammoniy xlorid bilan 70 g kalsiy gidroksid aralashmasidan olingan ammiak normal sharoitda qancha hajmni egallaydi?

*Javob:* 20,93 l.

16. 6,4 g mis nitrat kislota eritilganda qancha litr azot (II) oksid olish mumkin?

*Javob:* 1,49 l.

17. Tarkibida 50% mis bo'lgan mis bilan mis (II) oksid aralashmasiga solishtirma og'irligi 1,2 bo'lgan 32% li nitrat kislota ta'sir ettirilganda 2,24 l azot (II) oksid ajralib chiqdi: a) aralashmaning og'irligini toping; b) qancha ml 32% li nitrat kislota reaksiyaga kirishgan?

*Javob:* 19,2 g; 105 ml.

18. Toshko'mir tarkibida 1% azot bor. Toshko'mir havosiz joyda qizdirilganda azotning 20% i ammiak holida chiqadi: a) 1 t toshko'mirdan tarkibida 20%  $NH_3$  bo'lgan necha kilogramm ammoniy gidroksid olish mumkin?

*Javob:* 12,1 kg.

19. NO va  $NO_2$  ning 120 ml aralashmasiga 100 ml kislorod aralastirildi. Reaksiyadan keyin aralashma tarkibida 60 ml kislorod qolganligi aniqlandi: a) 120 g aralashmadagi NO va  $NO_2$  ning hajmini toping; b) aralashmada qancha gramm NO va qancha gramm  $NO_2$  bo'lgan?

*Javob:* a) 80 ml NO, 40 ml  $NO_2$ ; b) 0,0819 g  $NO_2$ , 0,1068 g NO.

## 11.6- §. Fosfor

**Fosforning tabiatda uchrashi.** Fosfor tabiatda anchagina keng tarqalgan element bo'lib, yer qobig'ining 0,08 % ini tashkil etadi. U faqat birikmalar holida uchraydi. Fosforit [ $Ca_3(PO_4)_2$ ] va apatit [ $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ ] fosforning eng ahamiyatli birikmalari bo'lib, fosfor minerallari deb ataladi. Bu minerallarning tarkibiy qismi, asosan, kalsiy fosfatdan iborat.

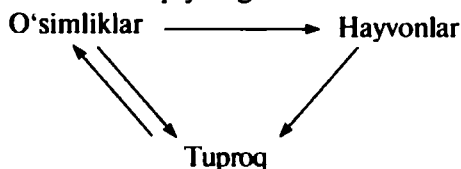
Fosfor oqsil moddalar tarkibiga kiradi, masalan, suyakning tarkibida kalsiy fosfat ko'p bo'ladi. Apatitlarning dunyo bo'yicha



eng boy konlari Kola yarimorolida, Xibin tog'laridadir. Fosforitlar esa Bryansk, Moskva, Kaluga oblastlarida, Uralda, Volga bo'yida, Belorussiyada, Qozog'istonning Qoratov rayonida, Estoniyada va boshqa joylarda joylashgan.

Shimoliy Afrikaning Jazoir, Tunis va Marokash mamlakatlari, Florida, Madagaskar orollarida ko'p miqdorda fosfor uchraydi.

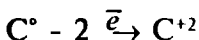
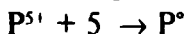
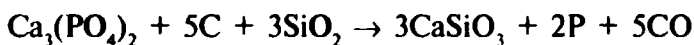
Hayvon va inson organizmi fosforni o'simliklardan, o'simliklar esa tuproqdan oladi. Tuproqdagi fosforitlar gidrolizlanishi natijasida va havodagi karbonat anhidrid ta'sirida suvda eriydigan moddalarga aylanadi. Bu moddalar o'simliklar tomonidan oson o'zlashtiriladi. Shuning uchun o'simlikning kulida fosfor birikmalari bo'ladi. Bu tartibdagi bog'lanishni *tabiatda fosforning aylanishi* deb ataladi va u quyidagicha ifodalanadi:



Fosfor o'simliklar uchun zarur bo'lgan elementdir. Shuning uchun tuproqda fosfor birikmalarining yetarli miqdorda bo'lishini ta'minlash kerak.

**Fosforning olinishi.** Fosfor fosforit va apatitdan olinadi. Buning uchun fosforit ko'mir yoki koks bilan ma'lum nisbatda aralash-tiriladi va maxsus pechlarda qizdiriladi.

Bunda quyidagi reaksiyaga asoslangan jarayon boradi:



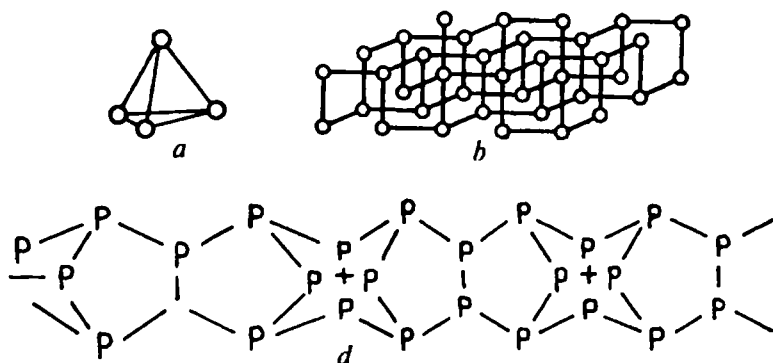
Bug' holatdagi fosfor maxsus kameraga yuboriladi. Kamerada fosforning bug'i kondensatsiyalanadi va mumga o'xshash oq massa ko'rinishida suvning tubida yig'iladi.

Hosil bo'lgan oq massa qorong'ida shu'lalanadi. Fosfor elementining nomi uning shu xossasidan olingan, ya'ni «fosfor» so'zi grekcha «yorug'lik tashuvchi» degan ma'noni bildiradi.

**Fosfor allotropiyasi va fizik xossalari.** Fosforning bir necha allotropik shakl o'zgarishlari, ya'ni oq, qizil va qora fosforlar bor. Ularning hosil bo'lishi molekulaning kristall panjaralarida atomlarning bir-biriga nisbatan turlicha joylashishi bilan tushuntiriladi. Fosforning allotropik shakl o'zgarishlarida molekularning tuzilishi quyidagi rasmda keltirilgan. Fosforning barcha allotropik shakl

o'zgarishlarida har bir atom ikkinchi atom bilan faqat yakka bog' orqali bog'langandir. Agar fosforning har bir atomi shu tariqa o'ziga boshqa uchta fosfor atomini biriktirib olsa, bu uchala atomning har birida ikkitadan valentliklari, ya'ni ikkitadan juftlashmagan elektronlari foydalanilmay qolgan bo'ladi. Bu valentliklar bir-biri bilan bog'lanmagan atomlarning o'zaro bog'lanishiga sarflanishi mumkin. Bunda to'rtta atomdan har biri boshqa uchta atom bilan kovalent bog'lanish hosil qiladigan ( $P_4$ ) molekulani hosil qiladi. Bu moddaning kristall panjarasi piramida ko'rinishida bo'lib, oq fosforga tegishlidir. Oq fosforning molekulari o'zaro kuchsiz bog'langan bo'ladi. Shuning uchun oq fosfor oson suyuqlanadigan va oson uchuvchan modda hisoblanadi. Oq fosfor suvda deyarli erimaydi. Ko'pchilik organik moddalarda, ayniqsa, uglerod tetra sulfidida yaxshi eriydi. O'zi juda zaharli modda hisoblanadi. Atomli kristall panjaraga ega bo'lgan fosfor qora fosfordir. Yorug'lik yoki temperatura ta'sirida oq fosfor qizil fosforga o'tishi mumkin. U qizil rangli kukun modda bo'lib, zaharli emas, suvda va uglerod tetra sulfidida erimasligi bilan oq fosfordan farqlanadi. Qizil fosfor ma'lum sharoitda bir-biridan rangi bilan farqlanadigan turli allotropik shakllarda bo'lishi mumkin.

Oq fosfori juda katta bosim ostida qizdirib, qora fosfor hosil qilish mumkin. Qora fosfor ko'rinishidan grafitga o'xshaydi. Shuning uchun u qo'l bilan ushlansa, xuddi yog'dek silliqlanadi. Tekshirishlar natijasida tabiiy fosforning bitta barqaror izotopi  $^{31}_{15}P$  bor ekanligi aniqlangan. Lekin uning  $^{32}_{15}P$  sun'iy radioaktiv izotopi ham ma'lum. Bu izotopning yarim yemirilish davri 14,3 sutkadan oshmaydi. Shunga qaramasdan, undan keng foydalaniladi.



(a) oq, (b) qora (d) qizil fosfor molekularining tuzilishi